ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม Protel 99 SE

Case Study of Protel 99 SE

ชื่อนักศึกษา 1. นายสัญญา ผิวจันทร์ รหัสประจำตัว 42035353

2. นางสาวสุนารี ทวีวานัย รหัสประจำตัว 42035357

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี	.....
2. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
3. อาจารย์สุชิน	อาจหาญ	.....
4. อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์	.....
5. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอาทิตย์ที่ 26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 เวลา 11.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม Protel 99 SE

Case Study of Protel 99 SE

นายสัญญา ผิวจันทร์
นางสาวสุนารี ทวีวานัย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 40167
วัน, เดือน, ปี 17 ส.ค. 2544
b 11092749
i.....

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม Protel 99 SE

Case Study of Protel 99 SE

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
2. เพื่อออกแบบการสร้างคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
3. เพื่อทดสอบฟังก์ชันและการใช้งานต่างๆของโปรแกรม Protel 99 SE
4. เพื่อสร้างคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ในรูปแบบของหนังสือ
5. เพื่อนำคู่มือการใช้งานและการศึกษานี้ไปใช้ประกอบการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
6. เพื่อสามารถนำโปรแกรม Protel 99 SE ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้
7. เพื่อใช้เป็นสื่อในการศึกษาการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
2. ได้ทักษะการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
3. ได้ประสบการณ์การใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
4. แก้ไขปัญหาต่างๆทางด้านอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้โปรแกรม Protel 99 SE ได้
5. สามารถออกแบบวงจร และแผ่น PCB ได้
6. ได้คู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
7. นำคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม Protel 99 SE
นักศึกษา	นายสัญญา ผิวจันทร์
	นางสาวสุนารี ทวีวานัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ ศุภราสุวัฒน์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE และคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ซึ่งคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel99SE นี้ ประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรม Protel 99 SE, Design Explorer, Schematic Capture PCB Layout และ Library Editor

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE นี้จะช่วยให้สามารถใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ได้ง่ายยิ่งขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ในการเรียนการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Case Study of Protel 99 SE
Students	Mr.Sanya Pewchan
	Miss Sunaree Taweewanai
Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Co-Advisor	Mr.Piya Supavarasuwat
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Electronics and Computer
Academic Year	2000

ABSTRACT

This thesis presents the Case Study of Protel 99 SE and Protel 99 SE's handbook which consists the contents of Setting up Protel 99 SE, Design Explorer, Schematic Capture, PCB Layout and Library Editor.

This Protel 99 SE's handbook will help you to understand how to use Protel 99 SE easily and can take it to apply in the education.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี อาจารย์ปิยะ ศุภราสุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางในการแก้ไขปัญหา ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ และเพื่อนๆ ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการช่วยเหลือด้านต่างๆ สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดา ที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนทางด้านการศึกษา เงินทุน และให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กระบวนการสร้าง PCB	3
2.1.1 ความหมายของ PCB	3
2.1.2 หน้าที่ของ PCB	3
2.1.3 PCB ประเภทต่างๆ	3
2.1.4 กระบวนการของ PCB	4
2.1.5 ขั้นตอนการออกแบบ	5
2.1.6 ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน	5
2.2 ส่วนประกอบโดยรวมของโปรแกรม Protel 99 SE	9
2.2.1 Schematic Capture	9
2.2.2 PLD Design	9
2.2.3 Simulation	9
2.2.4 PCB Layout	10
2.2.5 Auto Routing	10
2.2.6 Signal Integrity	10
2.2.7 ซอฟต์แวร์ของโปรแกรม Protel 99 SE	10
2.2.8 เริ่มต้นใช้งาน Protel 99 SE	10
2.2.9 การเก็บข้อมูลใน Protel 99 SE	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.10 Design Explorer 11
2.2.11 Client-Server 11
2.2.12 การทำงานเป็นทีม 12
2.2.13 Schematic 99 SE 13
2.2.14 การจำลองการทำงาน 16
2.2.15 การออกแบบ Programmable Logic Device 17
2.2.16 PCB 99 SE 18
2.2.17 Auto Routing 21
2.2.18 Signal Integrity Analysis 23
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน 26
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE 26
3.1.1 ทางด้านฮาร์ดแวร์ 26
3.1.2 ด้านซอฟต์แวร์ 26
3.2 ขั้นตอนการออกแบบคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE 26
3.3 คู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE 27
3.3.1 Design Explorer 27
3.3.2 Design Database คืออะไร 37
3.3.3 การสร้าง Design Database 38
3.3.4 การกำหนด Password 39
3.3.5 การสร้าง Document ใน Design Database 41
3.3.6 การแก้ไข Document 42
3.3.7 การนำ Document ภายนอกเข้ามาใช้งานใน Design Database 43
3.3.8 การส่ง Document ออกจาก Design Database 44
3.3.9 การเชื่องโยงกับ Document ภายนอก 45
3.3.10 การใช้ข้อมูลร่วมกันภายใน Design Team 47
3.3.11 ทรัพยากร 51
3.3.12 การทำงานใน Schematic Editor 57
3.3.13 การกำหนด Schematic Workspace 58
3.3.14 Schematic Design Objects 63
3.3.15 Schematic Component and Library 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.16 Schematic Library Editor 68

3.3.17 Multi Sheet Design 69

3.3.18 PCB Layout 71

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 125

4.1 การทดลอง 125

4.1.1 การเปิดโปรแกรมใช้งาน 125

4.1.2 การสร้าง Design Database 125

4.1.3 การสร้าง Schematic Document 127

4.1.4 การสร้างไลบรารี 128

4.1.5 การเพิ่มและลบไลบรารี 129

4.1.6 การสร้างอุปกรณ์ 131

4.1.7 การวาง Part 137

4.1.8 การวาง Wire 139

4.1.9 การวาง Power Port 139

4.1.10 การสร้าง PCB Document 141

4.1.11 การนำวงจรเข้ามาใน PCB 142

4.1.12 การกำหนดบริเวณสำหรับ Routing และ Placement 144

4.1.13 การย้ายอุปกรณ์เข้ามายังบอร์ด 145

4.1.14 การเดินเส้น (Routing) 146

4.1.15 การมอง PCB ในรูป 3 มิติ 147

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา 149

5.1 บทสรุป 149

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 149

5.3 แนวทางในการพัฒนา 150

ภาคผนวก ก 151

ภาคผนวก ข 156

บรรณานุกรม 165

ประวัติผู้แต่ง 166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 PCB ที่ผ่านขบวนการ Copper Plating มาแล้ว	6
รูปที่ 2.2 แผ่น Dry-Film ที่ใช้สำหรับการขึ้นลายวงจรด้วยวิธีทางแสงและเคมี	6
รูปที่ 2.3 PCB ที่ได้หลังจากการล้างชั้น Dry Film ส่วนที่ไม่ถูกแสงอุลตร้าไวโอเลต	7
รูปที่ 2.4 PCB ที่ผ่านขั้นตอนการชุบดีบุกมาแล้ว	7
รูปที่ 2.5 PCB ที่ได้หลังจากผ่านการกัดลายทองแดงส่วนที่ไม่ต้องการออกไปแล้ว	8
รูปที่ 2.6 PCB ที่ได้หลังจากการล้าง Dry-Film ออกไป	8
รูปที่ 2.7 ภาพตัดขวางของเส้นลายวงจรก่อนและหลังการทำ Solder Reflow	8
รูปที่ 2.8 ลักษณะโครงสร้างของ Client Server	12
รูปที่ 2.9 การเพิ่มลูกทีมโดยใช้เมาส์ปุ่มขวาเรียกเมนู	13
รูปที่ 2.10 ลูกทีมแต่ละคนจะมีข้อจำกัดไม่เท่ากัน R=Read, W=Write, D=Delete, C=Create	13
รูปที่ 2.11 การออกแบบในลักษณะลำดับชั้น (Hierarchy)	14
รูปที่ 2.12 การค้นหาอุปกรณ์ในไลบรารี	15
รูปที่ 2.13 วงจรตัวอย่างสำหรับจำลองการทำงาน	16
รูปที่ 2.14 เมื่อ Compile จาก Schematic จะได้ CUPL source ดังรูปดรึ่งล่าง	17
รูปที่ 2.15 Rules Scope สำหรับ Clearance	19
รูปที่ 2.16 กำหนด Routing Mode จากเมนู Tools >> Preference	20
รูปที่ 2.17 บอร์ดที่เดินสำเร็จแล้วด้วย Auto Router	21
รูปที่ 2.18 การกำหนด Design Rule สำหรับ Signal Integrity	24
รูปที่ 2.19 การเลือก Net เพื่อทำการวิเคราะห์	24
รูปที่ 2.20 รูปคลื่นของ Net U10_4	25
รูปที่ 3.1 วินโดวส์ Design Explorer และส่วนประกอบต่างๆ	27
รูปที่ 3.2 การขยาย branch ที่อยู่ภายใน tree	28
รูปที่ 3.3 การซ่อน branch ที่อยู่ภายใน tree	28
รูปที่ 3.4 รายละเอียดของ folder ที่อยู่ภายใน tree ทั้งในส่วน Navigation Panel และส่วน Design Window	29
รูปที่ 3.5 การเปิด document เพื่อดูหรือแก้ไขข้อมูลที่อยู่ภายใน	30
รูปที่ 3.6 การเคลื่อนย้าย folder หรือ document ไปยัง folder อื่น	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.7 Folder view	31
รูปที่ 3.8 การเลือก document หรือ folder โดยการใช้ SHIFT+click	31
รูปที่ 3.9 การเลือก document หรือ folder โดยการใช้ CTRL+click	32
รูปที่ 3.10 การเคลื่อนย้าย document หรือ folder ไปยัง folder อื่น	32
รูปที่ 3.11 เมนูที่ใช้สำหรับ move, copy, สร้าง shortcut	33
รูปที่ 3.12 เมนูที่ใช้จัดการ document หรือ folder โดยการคลิกขวาที่ icon	33
รูปที่ 3.13 เมนูที่ใช้สร้าง document, นำ document ภายนอกเข้ามาใช้งาน, เชื่อมโยงกับ document ภายนอก	34
รูปที่ 3.14 Editor view	34
รูปที่ 3.15 การปิด document โดยคลิกขวาบน document tab แล้วเลือก Close	35
รูปที่ 3.16 การปิด document โดยเลือก File >> Close	35
รูปที่ 3.17 เมนูที่ใช้ในการแบ่งส่วน Design Window	36
รูปที่ 3.18 Design Window หลังจากที่ได้ทำการแบ่งส่วนแล้ว	36
รูปที่ 3.19 การทำ Design Window ที่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆ ให้กลายเป็นส่วนเดียวกัน	37
รูปที่ 3.20 การเลือก File >> New Design	38
รูปที่ 3.21 หน้าต่าง New Design Database	38
รูปที่ 3.22 Design Database ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ (MyDesign1.ddb)	39
รูปที่ 3.23 การกำหนด Password	39
รูปที่ 3.24 สมาชิกของ Members	40
รูปที่ 3.25 หน้าต่าง User Properties	40
รูปที่ 3.26 การเลือก New จากเมนูเพื่อทำการสร้าง document ตัวใหม่	41
รูปที่ 3.27 การเลือก New Document	41
รูปที่ 3.28 การเปลี่ยนชื่อ document โดยการเลือก Edit >> Rename	42
รูปที่ 3.29 การเลือก Import	43
รูปที่ 3.30 การเลือก Doc1	43
รูปที่ 3.31 Doc1 ถูกนำเข้ามาใน Design Database	44
รูปที่ 3.32 การเลือก Export จากเมนู	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.33 หน้าต่าง Export Document	45
รูปที่ 3.34 การเลือกเมนู Link	45
รูปที่ 3.35 การเลือก work.doc	46
รูปที่ 3.36 work.doc ถูกเชื่อมโยงเข้ามาใน MyDesign.ddb	46
รูปที่ 3.37 การเลือก Members	47
รูปที่ 3.38 การเลือก New Member	47
รูปที่ 3.39 หน้าต่าง User Properties	48
รูปที่ 3.40 การเลือก Permission	48
รูปที่ 3.41 การเลือก New Rule	49
รูปที่ 3.42 หน้าต่าง Permission Rule Properties	49
รูปที่ 3.43 การเลือก Session	50
รูปที่ 3.44 รายละเอียดที่อยู่ใน Sessions	50
รูปที่ 3.45 การ Lock document	51
รูปที่ 3.46 การ Unlock document	51
รูปที่ 3.47 ส่วนที่ใช้ในการแก้ไขเมนู	52
รูปที่ 3.48 หน้าต่าง Toolbar Properties	53
รูปที่ 3.49 การเลือก Client menu >> Customize	54
รูปที่ 3.50 หน้าต่าง Customize Resources	54
รูปที่ 3.51 การเลือก Edit	55
รูปที่ 3.52 การเลือก Process ที่ต้องการแก้ไข shortcut key	55
รูปที่ 3.53 หน้าต่าง Shortcut	56
รูปที่ 3.54 Schematic Workspace	58
รูปที่ 3.55 หน้าต่าง PolyLine	60
รูปที่ 3.56 Sheet Workspace ที่ทำการวาด Title Block แล้ว	60
รูปที่ 3.57 หน้าต่าง Annotation	61
รูปที่ 3.58 ข้อความและอักขระพิเศษที่กำหนดไว้ใน Title Block	62
รูปที่ 3.59 ข้อความที่เติมลงในส่วนต่างๆ ภายในแท็ป Organization	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.60 wire และ junction	63
รูปที่ 3.61 Port, Bus, Bus Entry และ Net Label	64
รูปที่ 3.62 Power Port และ Net	64
รูปที่ 3.63 Sheet Symbol และ Sheet Entry	64
รูปที่ 3.64 ออปเจ็กต์ต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์	65
รูปที่ 3.65 ส่วนประกอบใน Browse Sch Panel	66
รูปที่ 3.66 การ Add/Remove Library	67
รูปที่ 3.67 Browse SchLib Panel	68
รูปที่ 3.68 Schematic Library Editor	69
รูปที่ 3.69 ลักษณะของ Multi Sheet และ Single Sheet	70
รูปที่ 3.70 Master Sheet และ Sub-Sheet	70
รูปที่ 3.71 ส่วนประกอบต่างๆ ของ PCB Layout	71
รูปที่ 3.72 เครื่องมือใน Main Toolbar	72
รูปที่ 3.73 เครื่องมือใน Placement Tools	75
รูปที่ 3.74 เครื่องมือใน Component Placement	78
รูปที่ 3.75 การสร้าง PCB document ใหม่	80
รูปที่ 3.76 การเปลี่ยนชื่อเมื่อสร้างเอกสาร PCB ขึ้นใหม่	81
รูปที่ 3.77 การเปิดเอกสาร PCB เพื่อเข้าไปทำงาน	81
รูปที่ 3.78 การปิดเอกสาร PCB ที่กำลังเปิดอยู่	82
รูปที่ 3.79 โครงสร้างลำดับชั้นของเลเยอร์	83
รูปที่ 3.80 หน้าต่าง Drill Pairs	84
รูปที่ 3.81 ทางเลือกของเลเยอร์ที่ปรากฏบนจอภาพ	84
รูปที่ 3.82 การกำหนดขนาดของ Solder Mask	86
รูปที่ 3.83 การกำหนดขนาดของ Paste Mask	87
รูปที่ 3.84 หน้าต่างการกำหนดขนาดของกริดและหน่วยการวัด	88
รูปที่ 3.85 หน้าต่างของ Preference ใน PCB Editor	89
รูปที่ 3.86 หน้าต่างของแถบ Display ใน Preference	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.87 หน้าต่างของ Layer Drawing Order	93
รูปที่ 3.88 Preference สำหรับเปลี่ยนสีของแต่ละ layer	94
รูปที่ 3.89 สีที่มีให้เลือกจากทั้งหมด 224 ชุดสี	95
รูปที่ 3.90 Preference ของ Show/Hide เพื่อกำหนดให้แสดงหรือไม่แสดง Primitive	96
รูปที่ 3.91 Preference ของ Default เพื่อกำหนดค่าตั้งต้นให้แก่ Primitive ต่างๆ	96
รูปที่ 3.92 การเปลี่ยน Primitive ของ Via	97
รูปที่ 3.93 การกำหนดขอบเขตของบอร์ดใน Mechanical Layer	98
รูปที่ 3.94 การวาด Line ลงบน Keep Out Layer เพื่อกำหนดขอบเขต PCB	99
รูปที่ 3.95 การกด Tab เพื่อเปลี่ยนขนาดของ Line	99
รูปที่ 3.96 หน้าต่างของการสร้างเอกสารใหม่โดยใช้ Fill >> New	100
รูปที่ 3.97 การเริ่มต้น Wizard	100
รูปที่ 3.98 เลือกรูปร่างและประเภทของบอร์ด	101
รูปที่ 3.99 กำหนดขนาดของบอร์ดและองค์ประกอบอื่นๆ	101
รูปที่ 3.100 กำหนดขนาดความกว้างและความสูงของบอร์ด	102
รูปที่ 3.101 กำหนดขนาดของ Corner Cutoff	103
รูปที่ 3.102 กำหนดขนาดของ Inner Cutoff	103
รูปที่ 3.103 กำหนดข้อความสำหรับแสดงในกรอบข้อมูลบนบอร์ด	104
รูปที่ 3.104 เลือกจำนวนเลเยอร์และชนิดของการข้ามหน้า	104
รูปที่ 3.105 เลือกชนิดของ Via	105
รูปที่ 3.106 เลือกชนิดของอุปกรณ์และจำนวนเส้นระหว่างขาอุปกรณ์	105
รูปที่ 3.107 กำหนดขนาดเล็กสุดของ Track, Via, รูของ Via และระยะห่างระหว่าง Track	106
รูปที่ 3.108 บันทึกรูปแบบเพื่อนำไปใช้ในครั้งต่อไป	106
รูปที่ 3.109 เสร็จสิ้นกระบวนการทำบอร์ดด้วย Board Wizard	107
รูปที่ 3.110 รูปร่างของบอร์ดที่ได้จาก Wizard	107
รูปที่ 3.111 หน้าต่างของ Browse PCB	109
รูปที่ 3.112 หน้าต่าง Add/Remove Library	109
รูปที่ 3.113 การดูรูปร่างของอุปกรณ์ในไลบรารี	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.114 รูปร่างของอุปกรณ์แต่ละชนิดในไลบรารี	110
รูปที่ 3.115 การ Import ไลบรารีจากภายนอกเข้ามาในชิ้นงาน	111
รูปที่ 3.116 ไลบรารีที่เข้ามาในชิ้นงานแล้ว	111
รูปที่ 3.117 เอกสาร Mcs51.PCB ที่สร้างจาก Board Wizard	112
รูปที่ 3.118 เอกสาร Mcs51.SCH	112
รูปที่ 3.119 ไลบรารีของ Footprint ใน PCB Editor	113
รูปที่ 3.120 หน้าต่าง Update Design	114
รูปที่ 3.121 ความผิดพลาดระหว่าง Update PCB	114
รูปที่ 3.122 เมื่อนำวงจรเข้ามาใน PCB เรียบร้อยแล้ว	115
รูปที่ 3.123 การนำ Mcs51 มาวางบนบอร์ด	116
รูปที่ 3.124 วงจรที่วางอุปกรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว	116
รูปที่ 3.125 หน้าต่างของ Auto Place	117
รูปที่ 3.126 ระหว่างการทำ Auto Placer โดยเลือก Statistical Placer	118
รูปที่ 3.127 บอร์ดที่พร้อมจะทำ Auto Router	119
รูปที่ 3.128 ภายใน Auto Router	119
รูปที่ 3.129 ขณะทำ Auto Router	121
รูปที่ 3.130 เมื่อ Auto Router ทำงานเสร็จจะแสดงข้อมูล	121
รูปที่ 3.131 Auto Router เดินเส้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว	121
รูปที่ 3.132 หน้าต่างเมื่อใช้คำสั่ง Print Preview	123
รูปที่ 3.133 หน้าต่างเมื่อเลือก Create Final	123
รูปที่ 3.134 รูปภาพ 3 D ของบอร์ด Mcs51.PCB	124
รูปที่ 4.1 การเปิดโปรแกรม Protel 99 SE	125
รูปที่ 4.2 การสร้าง Design Database	126
รูปที่ 4.3 Sub-folder ภายใน Work.ddb	126
รูปที่ 4.4 การเลือก Schematic Document	127
รูปที่ 4.5 ไอคอน Mcs51.Sch	127
รูปที่ 4.6 การเลือก Schematic Library Document	128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.7 ไอคอน Mcs51.Lib และ Mcs51.Sch	128
รูปที่ 4.8 Schematic Sheet Editor ของ Mcs51.Sch	129
รูปที่ 4.9 การเลือกไลบรารี	130
รูปที่ 4.10 ไลบรารีที่ทำการเพิ่มเข้ามาใน Mcs51.sch	130
รูปที่ 4.11 Schematic Library Editor ของไลบรารี Mcs581.Lib	131
รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์เป็น LED	131
รูปที่ 4.13 การกำหนดคุณสมบัติ Pin ของอุปกรณ์ LED	132
รูปที่ 4.14 การวางตำแหน่ง Pin ของอุปกรณ์ LED	133
รูปที่ 4.15 การกำหนดคุณสมบัติ Polygon ของอุปกรณ์ LED	133
รูปที่ 4.16 การวางตำแหน่ง Polygon ของอุปกรณ์ LED	134
รูปที่ 4.17 การกำหนดคุณสมบัติ Rectangle ของอุปกรณ์ LED	134
รูปที่ 4.18 การวาง Rectangle ของอุปกรณ์ LED	135
รูปที่ 4.19 การกำหนดคุณสมบัติ Ellipse ของอุปกรณ์ LED	135
รูปที่ 4.20 การวางตำแหน่งออปเจ็กต์ทั้งหมดของอุปกรณ์ LED	136
รูปที่ 4.21 การกำหนด Description ของอุปกรณ์ LED	136
รูปที่ 4.22 การคลิกแท็ป Mcs51.sch	137
รูปที่ 4.23 การเลือก Part 8051	137
รูปที่ 4.24 การกำหนดคุณสมบัติ Part 8051	138
รูปที่ 4.25 การวาง Part 8051 และ R1	138
รูปที่ 4.26 การวาง Wire จากขา 39 ของ U1 ไปยังขา R1	139
รูปที่ 4.27 ทูลบาร์ Power Objects	139
รูปที่ 4.28 วงจรการเชื่อมต่อหน่วยความจำกับ MCS-51	140
รูปที่ 4.29 การเลือก PCB Document	141
รูปที่ 4.30 ไอคอน Mcs51.PCB	141
รูปที่ 4.31 การนำวงจรเข้ามาใน PCB โดยคำสั่ง UpDate PCB	142
รูปที่ 4.32 การตั้งค่าก่อน UpDate PCB	143
รูปที่ 4.33 หน้าต่างรายงานผลข้อผิดพลาด	143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.34 เมื่อ Footprint ของอุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกนำเข้ามาใน PCB เรียบร้อย	144
รูปที่ 4.35 กำหนดขนาดของบอร์ด	145
รูปที่ 4.36 อุปกรณ์ที่วางเสร็จเรียบร้อยแล้ว	146
รูปที่ 4.37 เมื่อทำการเดินเส้นลายทองแดงเสร็จเรียบร้อยแล้ว	146
รูปที่ 4.38 รูปภาพ 3D ของบอร์ด Mcs51.PCB	147
รูปที่ ก.1 หน้าต่างของเว็ปไซต์ Http://www.protel.com	152
รูปที่ ก.2 หน้าต่างของไลบรารี	153
รูปที่ ก.3 หน้าต่างของ QA Libraries	153
รูปที่ ก.4 หน้าต่าง File Download เลือก Save this file to disk	154
รูปที่ ก.5 หน้าต่าง Save As เลือกโฟล์เดอร์ที่ต้องการและเปลี่ยนชื่อไฟล์	154
รูปที่ ก.6 หน้าต่างระหว่างทำการ Download	155
รูปที่ ก.7 กดปุ่ม OK เพื่อเสร็จสิ้นการ Download	155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นด้านวิทยาศาสตร์ สถิติ อิเล็กทรอนิกส์ และอื่นๆ อีกมากมาย

ส่วนในด้านอิเล็กทรอนิกส์นี้ ได้มีโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการออกแบบทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เกิดขึ้นใหม่หลายโปรแกรมรวมทั้งโปรแกรม Protel 99 SE ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถออกแบบลายวงจร และจำลองการทำงานของวงจรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้ โปรแกรม Protel 99 SE เป็นโปรแกรมที่มีความสมบูรณ์สำหรับนักออกแบบทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ที่น่าศึกษาและน่าสนใจ โปรแกรม Protel 99 SE นี้ ยังไม่มีคู่มือการใช้งานที่เป็นภาษาไทยที่สามารถอธิบายการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของโปรแกรม ดังนั้น จึงได้เกิดความคิดที่จะศึกษาการใช้งานและทดลองฟังก์ชันต่างๆ ของโปรแกรม Protel 99 SE เพื่อจัดทำเป็นคู่มือการใช้งานที่สมบูรณ์ขึ้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. อธิบายและยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของ Schematic Capture
2. อธิบายและยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของ PLD Design
3. อธิบายและยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของ Simulation
4. อธิบายและยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของ PCB Layout
5. อธิบายและยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของ Auto Routing
6. อธิบายและยกตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของการ Edit Library ของโปรแกรม Protel 99 SE
7. มีใบงานให้ปฏิบัติทุกบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจในแต่ละบท จึงประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ กระบวนการสร้าง PCB รายละเอียดของโปรแกรม Protel 99 SE โดยรวม

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงคู่มือในส่วนต่างๆ เกี่ยวกับโปรแกรม Protel 99 SE ได้แก่ เนื้อหา, ตัวอย่างและแบบทดสอบ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ประกอบด้วย การทดลอง และผลการทดลอง การใช้คู่มือโปรแกรม Protel 99 SE ในส่วนของ เนื้อหา,ตัวอย่างและแบบทดสอบ

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และการพัฒนา เป็นขั้นสรุปผลงานในการทำโครงงานการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอน ปัญหา แนวทางแก้ไข และการพัฒนาต่อ

ภาคผนวก ก การ Download Library ของ Protel 99 SE

ภาคผนวก ข รายชื่ออุปกรณ์ในไลบรารีของฟุทปริ้นท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กระบวนการสร้าง PCB

2.1.1 ความหมายของ PCB

Printed Circuit Board (PCB) เป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะใช้เป็นทางเดินสัญญาณไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่อยู่ในวงจรอันจะทำให้วงจรนี้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ แผ่นวงจรพิมพ์จะประกอบไปด้วยแผ่นฐานหรือซับสเตรดที่ทำจากแผ่นฉนวนบางๆ อัดยึดรวมกันด้วยสารประเภทเทอร์โมเซ็ตติ้ง เพื่อรองรับแผ่นตัวนำที่ใช้เชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ (โดยทั่วๆไปใช้ทองแดง) ในครั้งแรกนั้นตัวนำที่ใช้เชื่อมต่อทำขึ้นจากการพิมพ์หมึกที่เป็นตัวนำลงไปบนแผ่นซับสเตรดจึงเป็นที่มาของคำว่า "Printed Circuit Board หรือ PCB แต่ในปัจจุบันนิยมใช้แผ่นทองแดงบางๆ ยึดเข้ากับผิวหน้าของซับสเตรดด้วยกาว เรียกว่า "Metal clad laminate" ส่วนวัสดุที่ใช้ทำซับสเตรดที่นิยมกันได้แก่ กระดาษชุบฟีนอลิกอัด อิพ็อกซี่-ไฟเบอร์กลาส เป็นต้น

2.1.2 หน้าที่ของ PCB

แผ่น PCB มีหน้าที่หลักในการยึดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน มีตัวนำซึ่งเป็นลายทองแดงทำหน้าที่เป็นทางเดินของสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์ตัวหนึ่งไปสู่อุปกรณ์ตัวอื่นๆ ตามวงจรที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีการบัดกรีตะกั่วที่บริเวณขาของอุปกรณ์ที่จุดบัดกรี (PAD) เพื่อเชื่อมต่อขาอุปกรณ์เหล่านี้เข้ากับลายทองแดงของวงจรและเพื่อใช้ยึดอุกกรณ์เข้ากับ PCB ไปในตัวด้วย

2.1.3 PCB ประเภทต่างๆ

1) Single-Sided Board แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดมีลายวงจรด้านเดียว ประกอบไปด้วยซับสเตรดและชั้นของแผ่นตัวนำเพียงด้านเดียว เป็นที่นิยมใช้กับวงจรทั่วไปที่มีความหนาแน่นของวงจรไม่มากนัก ที่ใช้กันอยู่จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ ฟีนอลิกและอิฟ็อกซี่ ซึ่งชนิดฟีนอลิกจะมีราคาถูกกว่าแต่มีข้อเสียคือเปราะมีความแข็งแรงต่ำและมีการต้านทานความชื้นต่ำทำให้สูญเสียความเป็นฉนวนง่าย จึงไม่เหมาะกับการใช้งานที่มีความถี่สูง ตัวอย่างงานที่ใช่วงจรพิมพ์ประเภทนี้ ได้แก่ แผนวงจรของเครื่องขยายเสียง, แผ่นวงจรในเครื่องรับวิทยุ-โทรทัศน์ เป็นต้น

2) Double-Sided Boards แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดมีลายวงจรสองด้าน ประกอบด้วยชั้นของแผ่นตัวนำสองด้านคือ ด้านบนและด้านล่างประกบกับชั้นของซับสเตรดอยู่ วัสดุที่นิยมนำมาทำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซับสเตรดคือ ไฟเบอร์กลาสอิพ็อกซี่ แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดนี้เหมาะกับงานที่มีความหนาแน่นของวงจรตั้งแต่ปานกลางจนถึงสูง รวมทั้งสามารถทำงานที่ความถี่สูงได้ดี เนื่องจากวัสดุที่นำมาทำเป็นซับสเตรดมีคุณสมบัติเพียงพอ แล้วยังสามารถใช้วิธีการ Plat Through Hole (PTH) เพื่อให้เส้นตัวนำทั้งสองตัวถึงกันได้ด้วย จึงช่วยลดเส้นทางเดินของลายวงจรและสามารถเพิ่มความหนาแน่นของวงจรได้มากขึ้นอีกทางหนึ่ง ตัวอย่างงานที่ใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดนี้ได้แก่ แผ่นวงจรไมโครคอนโทรเลอร์, แผ่นวงจรเครื่องส่งวิทยุ เป็นต้น

3) Multilayer Board แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดหลายชั้น แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดนี้จะประกอบไปด้วยชั้นของแผ่นตัวนำและซับสเตรดมากกว่าสองชั้น โดยการอัดชั้นต่างๆเข้าหากันด้วยความร้อนและเครื่องอัดแรงดันสูง เหมาะกับงานที่มีความหนาแน่นสูงจนถึงสูงมาก ตัวอย่างงานที่ใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดนี้ได้แก่ แผ่นวงจรหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์ แผ่นวงจรเครื่องมือวัด แผ่นวงจรทางการการสื่อสารโทรคมนาคมต่างๆเป็นต้น

4) Flexible Circuit PCB แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดอ่อน เป็นวงจรพิมพ์ที่ใช้กับงานที่ PCB ทั่วไปไม่สามารถติดตั้งได้อาจเพราะถูกจำกัดด้วยพื้นที่ในการติดตั้ง หรือการใช้งานจะต้องมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างของงานที่จำเป็นต้องใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดนี้ได้แก่ แผ่นวงจรพิมพ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างหัวอ่านดิสก์ไดร์ฟที่ต้องมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาหรือแผ่นวงจรพิมพ์ในกล้องถ่ายรูปที่ต้องมีการติดตั้งในพื้นที่ๆจำกัด เป็นต้น

2.1.4 กระบวนการของ PCB

1) การออกแบบ (PCB Design) เริ่มจากออกแบบลายวงจร ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นนี้คือ Artwork หรือรูปวาดของลายเส้นทองแดงในชั้นต่างๆของ PCB ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่นใช้ปิดเทปทึบแสงบนแผ่นใส ซึ่งอาจจะสร้างด้วยขนาด 2 เท่า แล้วมาถ่ายย่อให้เท่าขนาดจริง จึงนำไปทำ PCB การออกแบบด้วยวิธีนี้จะมีความยุ่งยากเป็นอย่างมาก หากต้องออกแบบวงจรที่มีความซับซ้อนมากๆ เพราะโอกาสผิดพลาดสูง แต่เหมาะสมสำหรับวงจรที่มีความซับซ้อนต่ำ และต้องการความเร็ว อีกวิธีคือใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ ซึ่งสามารถทำวงจรซับซ้อนมากๆได้ดี เช่นลายเส้นที่มีความละเอียดมากๆ รวมทั้งสามารถออกแบบ PCB หลายๆชั้นได้ดีอีกด้วย การแก้ไขสามารถทำได้สะดวก ทั้งนี้ เพราะซอฟต์แวร์สามารถตรวจสอบลายเส้นทองแดง มีความถูกต้องหรือไม่เมื่อเทียบกับวงจรต้นฉบับ

2) การสร้างชิ้นงาน (PCB Fabrication) หลังจากได้ Artwork แล้ว นำมาผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อนำส่วนของทองแดงที่ไม่ต้องการออกจาก แผ่นทองแดง เหลือเพียงลายเส้นเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เท่านั้นกระบวนการจะซับซ้อนมากขึ้นเมื่อต้องการทำลายเส้นขนาดเล็ก และมีจำนวนหลายชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ขั้นตอนการออกแบบ

จะขอกล่าวเฉพาะกระบวนการออกแบบด้วยซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบเท่านั้นโดยทั่วๆไป ขั้นตอนการใช้งานสำหรับซอฟต์แวร์ทั้งหลายเช่น OrCAD, Protel, PADS, PCAD จะมีลำดับขั้นดังนี้

1) Schematic Capture การนำวงจรใส่ด้วยซอฟต์แวร์ การใส่วงจรนี้จะใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์จริงตามรูปร่างมาตฐานและกำหนดการเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้าจากอุปกกรณ์หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ซอฟต์แวร์สามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการออกแบบเบื้องต้นได้เช่น ให้เอาท์พุทสองชุดต่อมาชนกัน หรือกำหนดชื่อสัญญาณผิด ทำให้ต่อกันไม่ถึง เป็นต้น

2) PCB Layout คือขั้นตอนการนำข้อมูลซึ่งอยู่ในรูป Netlist นำมาเชื่อมต่อกับ Footprint หรือรูปร่างที่แท้จริงของอุปกรณ์นำมาสร้างเป็นแผ่นวงจรจริงๆ มีขนาดความกว้างยาวถูกต้องตามสัดส่วน ซอฟต์แวร์ให้เครื่องมือสำหรับจัดการกับอุปกรณ์เช่น การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ลงมาวางในตำแหน่งบนบอร์ด ทั้งการออกแบบชนิดง่ายๆ และการออกแบบที่ซับซ้อน สามารถวางอุปกรณ์ได้ทั้งด้านบนและด้านล่าง จัดการกับการเดินเส้นทองแดงเพื่อเชื่อมต่อการทำงานวงจร กำหนดได้ว่าจะให้สัญญาณใดมีขนาดเส้นใหญ่กว่าเส้นอื่นๆเท่าใด การต่อเส้นทองแดงนี้สามารถทำได้ทั้งในรูปแบบอัตโนมัติและด้วยตนเอง

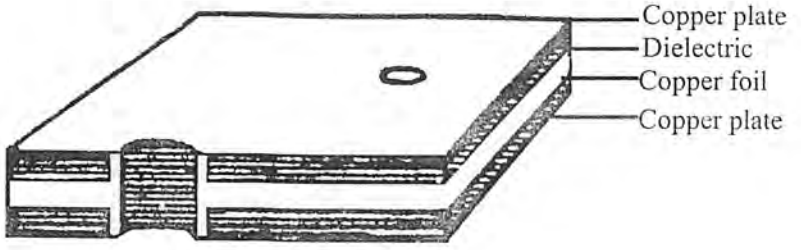
3) Artwork Generation หลังจาก Layout PCB Board เสร็จเรียบร้อย ผลลัพธ์ที่ต้องการจากซอฟต์แวร์คือ Artwork หรือแผ่นฟิล์มซึ่งจะมีลายทึบแสงในตำแหน่งลายเส้นทองแดง ซอฟต์แวร์สามารถสร้างไฟล์ Artwork ได้หลายรูปแบบเช่น Gerber Format, PostScript Format เป็นต้น นอกจากนั้นยังสร้างไฟล์สำหรับช่วยการผลิตอื่นๆ เช่น Drill File สำหรับเครื่องเจาะอัตโนมัติรู้ตำแหน่งรูเจาะตรงตามข้อมูลในขณะออกแบบ

2.1.6 ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน

ในปัจจุบันแผ่นวงจรพิมพ์ที่ผลิตและใช้งานกันมีอยู่มากมายหลายชนิด จะขอแนะนำให้ศึกษาวิธีและขั้นตอนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ชนิดสองหน้าเพลตทรูโฮล (PTH) เนื่องจากเห็นว่ามีการใช้งานกันอยู่มากในบ้านเรา การศึกษาทำความรู้จักกับแผ่นวงจรพิมพ์ชนิดนี้จะเป็นประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบต่อไปได้ วิธีการและวิธีการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ชนิดสองหน้าเพลตทรูโฮล มีขั้นตอนหลักที่สำคัญดังต่อไปนี้

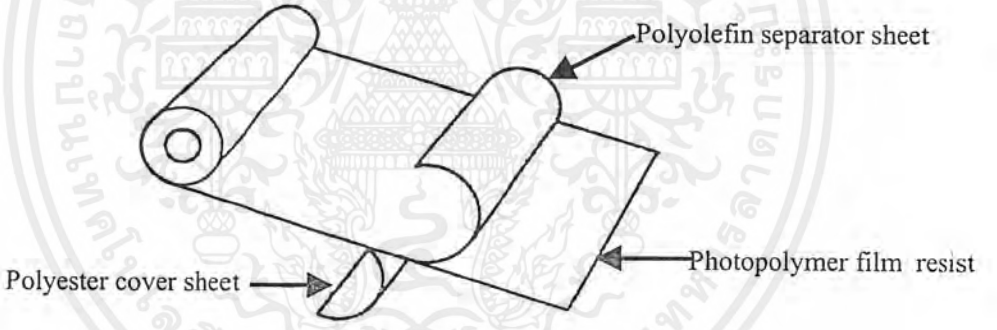
1) Artwork Generation ก่อนลงมือทำ PCB เริ่มแรกจะต้อง Artwork ก่อน ด้วยคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่า Electronic Computer Aided Design (ECAD) ผลลัพธ์ที่จะเป็นไฟล์ชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับการผลิต PCB ในขั้นตอนต่อไป เช่น Postscript files, Gerber files, NC-Drill files เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดง PCB ที่ผ่านขบวนการ Copper Plating มาแล้ว

2) Drilling หลังจากได้ Artwork master มาแล้ว นำแผ่น PCB เปล่าชนิดสองหน้ามาเจาะรูด้วยเครื่องเจาะอัตโนมัติ (Drilling Machines) จากไฟล์เจาะ (NC-Drill Files) ที่ได้จาก ECAD รูต่าง ๆ เหล่านี้ ได้แก่ PAD,VIA, รูสำหรับยึดอุปกรณ์, รูสำหรับยึดบอร์ด เป็นต้น



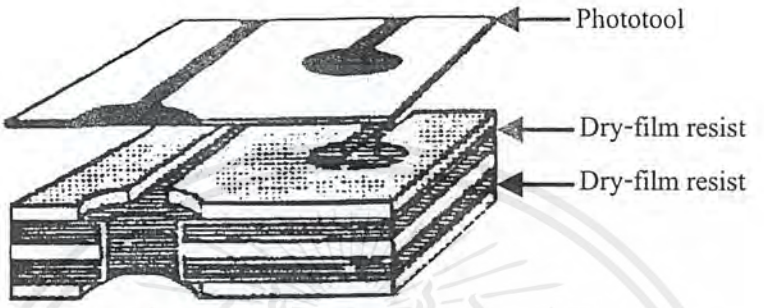
รูปที่ 2.2 รูปแสดงแผ่น Dry-Film ที่ใช้สำหรับการขึ้นลายวงจรด้วยวิธีทางแสงและเคมี

3) Copper Plating นำ PCB ที่ผ่านการเจาะและล้างทำความสะอาดแล้วมาชุบทองแดงด้วยเคมี (Electro-less Copper Plating) จะได้ชั้นทองแดงบาง ๆ เคลือบไว้ หลังจากนั้นนำมาชุบทองแดงด้วยไฟฟ้า (Copper Electroplating) อีกทีเพื่อความหนาของชั้นทองแดงที่เคลือบ

4) Laminate ทำความสะอาดแผ่น PCB แล้วรีดประกบด้วยแผ่นฟิล์มไวแสง (Dry-film) ทั้งสองด้านด้วยความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

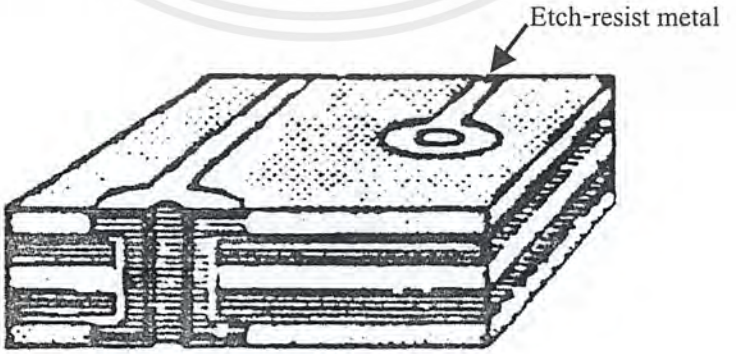
5) Exposure นำแผ่นฟิล์ม Artwork master (ชนิด Positive) มาประกบแผ่น PCB ทั้งสองด้านให้ตรงกับรูที่เจาะไว้ ถ่ายแสงด้วยแสงอัลตราไวโอเลตในระยะเวลาที่กำหนดด้วยเครื่อง Exposure



รูปที่ 2.3 แสดง PCB ที่ได้หลังจากการล้างชั้น Dry Film ส่วนที่ไม่ถูกแสงอุลตร้าไวโอเลตออก

6) Resist Stripper นำ PCB ที่ได้จากการอัดแสง มาผ่านกระบวนการ Developing ซึ่งจะใช้น้ำยาเคมีทำให้เนื้อฟิล์มส่วนที่ไม่ถูกแสงหลุดออกไป จะได้ PCB ที่มีฟิล์มที่ถูกขึ้นลายแต่ลายนี้จะกลับตรงข้ามกัน โดยด้านที่ไม่ต้องการจะถูกหุ้มไว้ด้วยฟิล์ม ส่วนด้านที่ต้องการจะไม่มีฟิล์มและเห็นเป็นทองแดงอย่างชัดเจน

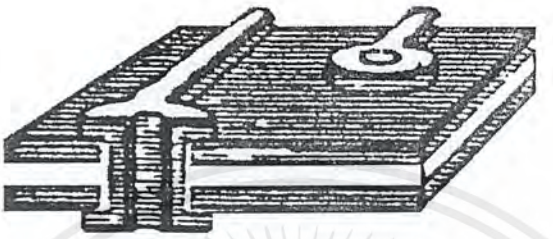
7) Tin/Lead Plating นำ PCB ที่มีลายของฟิล์มเคลือบอยู่มาชุบดีบุกด้วยไฟฟ้า ซึ่งดีบุกก็จะติดเข้ากับส่วนที่นำไฟฟ้าโดยจะติดด้านที่ไม่มีฟิล์มปิดอยู่ ส่วนด้านที่มีฟิล์มปิดอยู่ก็จะชุบดีบุกไม่ติด



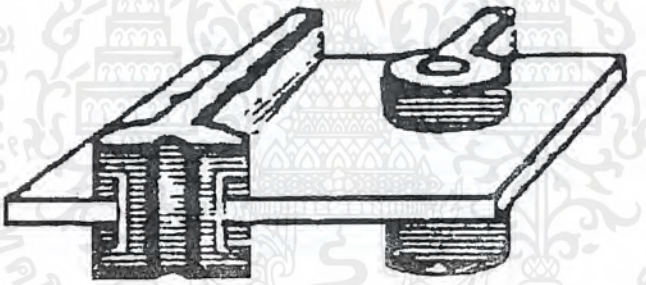
รูปที่ 2.4 แสดง PCB ที่ผ่านขั้นตอนการชุบดีบุกมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) Etching ล้างชั้นของลายเส้น Dry-Film ที่เคลือบ PCB อยู่ออก จะได้แผ่น PCB ที่มีลายเส้นดีบุกเคลือบอยู่ โดยเส้นที่ไม่ต้องการก็จะเป็นทองแดงเหมือนเดิม หลังจากนั้นทำการกัดทองแดงออกด้วยวิธีทางเคมีโดยไม่ทำให้ชั้นลายเส้นของดีบุกหลุดออกไปด้วย ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้ก็จะได้ PCB ที่มีเส้นลายวงจรเป็นดีบุก

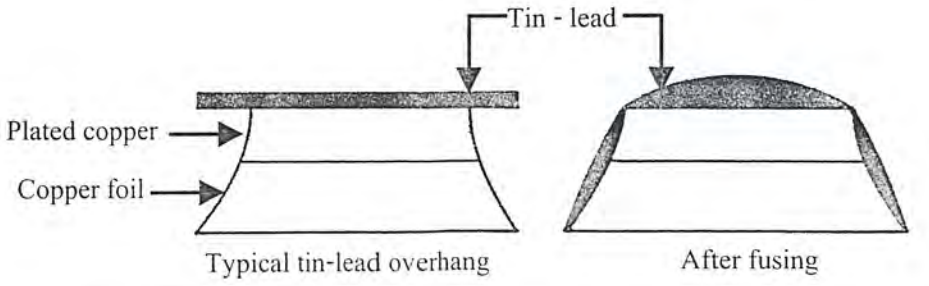


รูปที่ 2.5 แสดง PCB ที่ได้หลังจากผ่านขั้นตอนการกัดลายทองแดงส่วนที่ไม่ต้องการออกไปแล้ว



รูปที่ 2.6 แสดง PCB ที่ได้หลังจากการล้าง Dry-Film ออกไป

9) Solder Reflow อบแผ่น PCB ด้วยไอน้ำมันร้อน ทำให้ชั้นดีบุกที่เคลือบอยู่ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้ลายวงจรมีความสวยงาม



รูปที่ 2.7 แสดงภาพตัดขวางของเส้นลายวงจรก่อนและหลังการทำ Solder Reflow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) Solder Resist ทำการพิมพ์ซิลสกรีนแผ่นวงจรพิมพ์ที่ผ่านกระบวนการ Solder Reflow มาแล้วด้วยสีพิเศษที่มีคุณสมบัติทนความร้อน เพื่อใช้เป็นชั้นสำหรับป้องกันการช็อตกันของลายวงจรเนื่องจากปัญหาการเกิดตะกั่วไหลขณะทำการบัดกรี

11) Inspection ขั้นตอนสุดท้ายที่สำคัญ คือ การตรวจสอบความบกพร่องของ PCB ได้แก่ การขาดของลายเส้นวงจร, การช็อตกันระหว่างเส้นวงจร, ตรวจความผิดปรกติภายในรูทรูโฮล เป็นต้น

2.2 ส่วนประกอบโดยรวมของโปรแกรม Protel 99 SE

Protel 99 SE เป็นเวอร์ชันล่าสุดต่อจาก Protel 99 SE ที่ทาง Protel International ได้ปล่อยออกมาเมื่อต้นปีนี้เป็นซอฟต์แวร์ที่มีความสมบูรณ์สำหรับการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ เพราะนอกจากจะเด่นเรื่องการสร้างวงจรและการเดินลายเส้นทองแดงแล้ว Parotel99 SE ยังได้รวมเครื่องมือสำหรับออกแบบวงจรไม่ว่าจะเป็นแอนะลอกและดิจิตอล เช่น โปรแกรมจำลองการทำงาน, การออกแบบ PLD เป็นต้น ทำให้ต่อไปไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนไปที่โปรแกรมอื่นสามารถเสร็จสิ้นในโปรแกรมเดียวและไม่ต้องยุ่งยากในการบริหารไฟล์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้วยเพราะ Protel 99 SE นั้นเก็บทุกอย่างไว้ในไฟล์เดียวกันทั้งหมด ความสามารถเด่นของแต่ละส่วนโดยสรุปคือ

2.2.1 Schematic Capture

การใส่วงจรมีความสามารถที่น่าใช้งาน เช่น ทำวงจรเป็นลำดับชั้น(Hierarchy), ตรวจสอบวงจรทางไฟฟ้า (Electrical Rules Check), เชื่อมต่อกับ PCB Layout ได้เป็นอย่างดี ไม่ต้องกังวลเรื่องฐานข้อมูลไม่ตรงกัน

2.2.2 PLD Design

ใน Protel 99 SE ได้รวมความสามารถของ PLD (Programmable Logic Design) เช่น PAL, GAL, Xilinx, MACH, Altera เป็นต้น การใช้งานผู้ออกแบบสามารถเปลี่ยนวงจรใน Schematic Capture ไปเป็น CUPL (ภาษาสำหรับ PLD) และคอมไพล์ต่อเป็นมาตรฐาน JEDEC เพื่อนำไปโปรแกรมใส่ PLD หรือจะเขียนฟังก์ชันขึ้นมาด้วย CUPL แล้วคอมไพล์เพื่อไปโปรแกรมใส่ PLD ก็ได้เช่นกัน

2.2.3 Simulation

สามารถจำลองการทำงานวงจรได้ทั้งแอนะลอกและดิจิตอลพร้อมกันการจำลองทางแอนะลอกเป็น Spice3f5 สามารถใช้กับไลบรารีของอุปกรณ์จากผู้ผลิตต่าง ๆ ได้ทันที ส่วนการจำลองทางดิจิตอลใช้ SimCode ซึ่งเป็นการสร้างไลบรารีของอุปกรณ์ โดยใช้ภาษาคล้ายภาษา C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 PCB Layout

สามารถกำหนดกฎการออกแบบที่ซับซ้อนมากขึ้นได้, สะดวกสำหรับเดินเส้นด้วยมือเพราะทำ Shape Based Router มีความสามารถที่เรียกว่า Push and Shove หรือการสร้างช่องว่างสำหรับเส้นทองแดงเส้นใหม่โดยเบียดเส้นอื่นออกไปและสามารถเดินเส้นโค้งที่มุมได้

2.2.5 Auto Routing

เป็นเครื่องมือสำหรับเดินเส้นทองแดงให้อัตโนมัติสามารถจัดการกับบอร์ดที่มีความหนาแน่นสูงได้เป็นอย่างดี เป็น Gridless (การเดินเส้นโดยไม่วางบนกริด) และ Shape Based Router (การเดินเส้นโดยคำนึงถึงวัตถุที่อยู่รอบๆ) สามารถปรับปรุงวิธีการเดินเส้นโดยเรียนรู้จากแนวทางของบอร์ด

2.2.6 Signal Integrity

คือการจำลองสัญญาณทางไฟฟ้าที่จะปรากฏขึ้นหลังจากได้รวมผลของการเดินเส้นทองแดงเข้าไปแล้วเช่น Cross-talk (การรบกวนข้าม), Overshoot (การกระเพื่อมของสัญญาณใกล้บริเวณเปลี่ยนแปลงทางขาขึ้น), Undershoot (กระเพื่อมด้านขอบเปลี่ยนแปลงลง) เป็นต้น

2.2.7 ซอฟต์แวร์ของโปรแกรม Protel 99 SE

ซอฟต์แวร์ Protel 99 SE Trial เวอร์ชัน สามารถดาว์นโหลดได้ที่เว็บไซต์ของ Protel ที่ Http://www.protel.com ไฟล์มีขนาดประมาณ 54 เมกะไบต์จะใช้เวลาพอสมควรในการดาว์นโหลด ถึงแม้จะเป็นรุ่น Trial Version แต่ว่าสามารถใช้งานได้เต็มที่ไม่ว่าจะเป็น Schematic Capture ,PCB Layout, Auto Route และ Signal Integrity สามารถออกแบบชิ้นงานและเก็บไฟล์ได้เหมือนปกติ เพียงแต่ใช้ได้ 30 วันนับจากวันที่ได้ติดตั้งครั้งแรกเท่านั้น

2.2.8 เริ่มต้นใช้งาน Protel 99 SE

เมื่อติดตั้งโปรแกรมโปรแกรม Protel 99 SE เสร็จโปรแกรมจะเพิ่มไอคอนใน Desktop ให้เรียกใช้หรือจะเรียกจาก Start menu และเลือก Protel 99 SE Trial

2.2.9 การเก็บข้อมูลใน Protel 99 SE

ใน Protel 99 SE นั้นจะเก็บเอกสาร (Document) ทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นวงจร(Schematic Diagram), ลายวงจร(PCB Layout),รูปร่างของอุปกรณ์ (Footprint Library), ข้อมูล Simulation, ข้อมูล PLD ฯลฯ ไว้ในไฟล์เดียวกัน ดังนั้นเมื่อต้องการใช้งานก็เพียงแต่เปิด Design File ขึ้นมาเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ไฟล์จะมีนามสกุลเป็น DDB (Design Database) นอกจากข้อมูลเอกสารใน Design Database สามารถแบ่งย่อยเป็นโฟล์เดอร์หรือเปรียบเสมือนไดเร็กตอรีย่อยในฮาร์ดดิสก์ได้อีกด้วย ในแต่ละโฟลเดอร์สามารถเก็บเอกสาร (Document) ได้เช่นกัน ด้วยวิธีนี้ทำให้เราสามารถจัดเรียงข้อมูลได้เป็นระบบ ไม่ว่าจะมีเวอร์ชันต่างกันหรือประเภทชิ้นงานที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการกับ Design File นี้สามารถทำได้โดยใช้ Design Explorer สำหรับสร้างเอกสาร (Document) หรือสร้างโฟลเดอร์เช่นเมื่อต้องการสร้าง Schematic Document ก็ต้องสร้างเอกสารขึ้นมาในโฟลเดอร์ต้องการก่อนจึงจะนำไปใช้งานได้เอกสารแต่ละอย่างจะใช้โปรแกรมต่างกันในการจัดการเช่น วงจร จะต้องใช้ Schematic Editor ส่วนลายวงจรก็ต้องใช้ PCB Editor เป็นต้น Design Explorer จะเรียกโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับเอกสารขึ้นมาอย่างถูกต้อง (เพราะมีการ Register ให้ Windows รับรู้ไว้แล้ว) ผู้ใช้ไม่ต้องคำนึงถึงรายละเอียดเหล่านี้ สามารถนำเอกสารอื่นๆเข้ามาใน Design Database ได้เช่นกัน ใช้วิธี Import เมื่อนำเข้ามาแล้ว Design Explorer จะเรียกโปรแกรมที่เกี่ยวข้องเข้ามาใช้ได้อย่างถูกต้องเอง สิ่งที่ต้องเข้าใจให้ถูกต้องคือ ไม่ว่าจะนำเอกสารเข้ามาจากโปรแกรมใด เมื่อนำเข้ามาแล้วจะทำงานกับ Design Database ไฟล์เดียวเท่านั้น ไม่มีความเกี่ยวข้องกับไฟล์ต้นฉบับแต่อย่างใด เช่นเมื่อ Import เอกสารจาก Microsoft Word เข้ามา เมื่อคลิกที่ชื่อเอกสารใน Design Explorer จะเห็น Microsoft Word ปรากฏขึ้นเพื่อแก้ไขเอกสารที่เราต้องการ เมื่อแก้เอกสารเสร็จจะถูกบันทึกไว้ใน Design Database เท่านั้น

2.2.10 Design Explorer

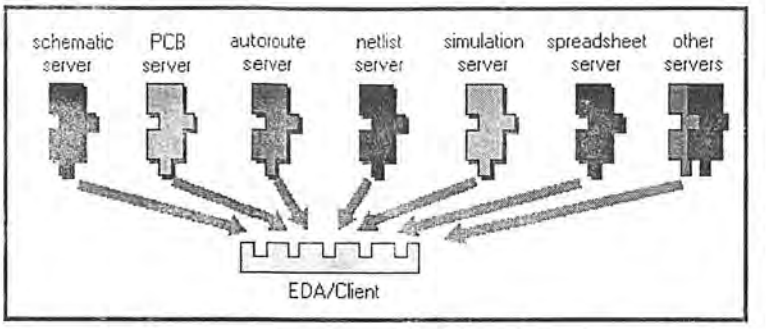
คือเครื่องมือสำหรับจัดการกับ Design File เช่นการสร้างเอกสาร (Document) สร้าง Folder หรือเคลื่อนย้ายเอกสารและทำซ้ำเอกสาร (Copy) เป็นต้น เปรียบเสมือนเราใช้ Windows Explorer สำหรับจัดการกับไฟล์และไดเร็กตอรีนั่นเอง

ในแต่ละโฟลเดอร์จะมีโฟลเดอร์ย่อยลงมาอีกรวมทั้งมีวงจร(Schematic Diagram),ลาย PCB (PCB Layout) ไลบรารีสำหรับอุปกรณ์ที่มีใช้เฉพาะในชิ้นงานนั้นรวมอยู่ใน Folder Library เนื่องจากตัวอย่างมีขนาดใหญ่ดังนั้นวงจรจึงมีหลายหน้าวงจรแต่ละหน้าจะมีชื่อลงท้ายด้วย SCH สำหรับที่ลงท้ายด้วย PRJ หมายความว่าเป็นที่รวม hierarchy sheet นั่นเอง สำหรับเอกสารลาย PCB จะมีชื่อลงท้ายด้วย PCB คำลงท้ายนี้ไม่เกี่ยวใดๆกับชื่อ Design Database เพียงแต่ใส่ไว้ให้ผู้ที่คุ้นเคยกับเวอร์ชันก่อนหน้านี้เข้าใจได้ง่ายขึ้นเท่านั้น

2.2.11 Client-Server

Protel 99 SE มีโครงสร้างเป็นลักษณะ Client-Server กล่าวคือเมื่อเราเรียกไอคอน Protel 99 SE ขึ้นมาใช้งาน จริงๆแล้วเราเพียงเรียก Client99 SE.exe ขึ้นมาเท่านั้น เราไม่ได้เรียก Schematic Editor, PCB Layout, Auto Router ขึ้นมาใช้งานเปรียบเสมือน Client99 SE.exe เป็นกรอบให้ Server คือ Schematic Editor, PCB Layout, Auto Router ฯลฯ เข้ามาใช้งานกับ Design Database อีกทอดหนึ่ง ผู้ใช้ไม่ต้องสนใจว่าเมื่อใดจะต้องสั่งให้ Server ทำงาน เพราะเมื่อใดก็ตามที่ผู้ใช้เลือกที่เอกสารประเภทต่างๆ โปรแกรมหรือ Server ที่เกี่ยวข้องกับเอกสารนั้นจะถูกเรียกมาใช้งานโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ลักษณะโครงสร้างของ Client-Server

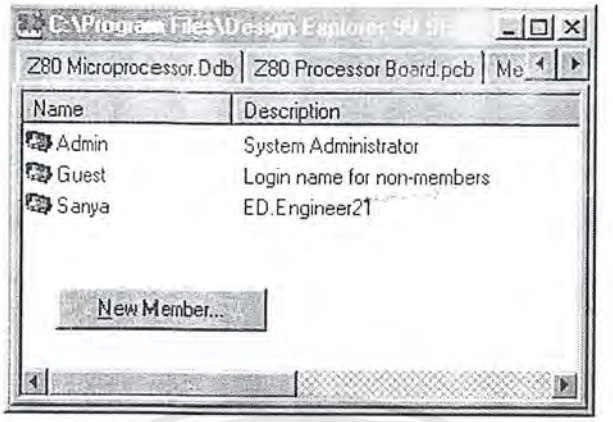
วิธีนี้มีข้อดี-ข้อเสียกล่าวคือข้อเสียในแง่ความช้าในการใช้งานและ Database มีขนาดใหญ่ ส่วนข้อดีคือสามารถเพิ่ม Server ได้ในอนาคต ทั้งนี้เพราะว่า Server เป็นโปรแกรมแยกต่างหากไม่ได้สร้างมาพร้อมกับกรอบหรือ client เพียงแต่มีกฎเกณฑ์ในการสื่อสารที่แน่นอนระหว่าง Client และ Server ได้โดยไม่กระทบกับที่ได้ติดตั้งไว้

2.2.12 การทำงานเป็นทีม

ใน Protel 99 SE นั้น นักออกแบบสามารถทำงานเป็นทีมประสานกันผ่านโครงข่ายซึ่งสนับสนุนโดย Windows95, Windows98 เช่น ระบบ LAN ใน Microsoft Network เป็นต้น การควบคุมจะเป็นไปโดยในทีมเอง ไม่ต้องอาศัย Administrator ของระบบ Network ภายใน Design Explorer จะยอมให้เพิ่มสมาชิกในทีม, จำกัดขอบเขต (Permission) ลูกทีมสามารถเข้ามาใช้ Design Database ได้พร้อมกันและรู้ได้ด้วยว่าใครกำลังใช้งานอยู่พร้อมทั้งล็อกระหว่างแก้ไขเพื่อไม่ให้ลูกทีมคนอื่นเขียนทับไปโดยไม่ตั้งใจ

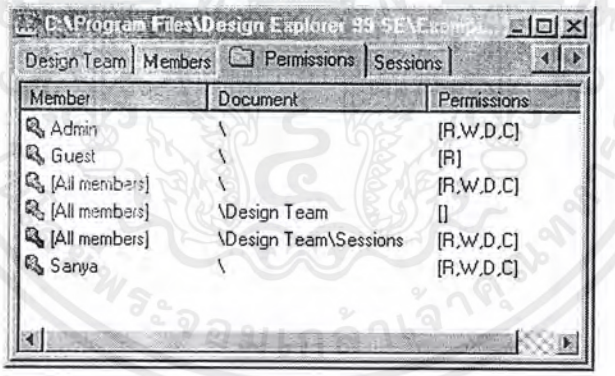
การเพิ่มลูกทีมสามารถทำได้โดยเข้าไปใน Member Folder ซึ่งอยู่ภายใต้ Design Team Folder จากนั้นใช้เมาส์คลิกปุ่มขวาเพื่อเรียกเมนู New member ใส่ชื่อลูกทีมและเพื่อเป็นการป้องกันควรใส่ Password ด้วยซึ่งจะทำให้ไม่มีใครเปิด Database ได้ถ้าไม่ Login ด้วยชื่อและ Password ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การเพิ่มลูกทีมใช้เมาส์ปุ่มขวาเรียกเมนู

การกำหนดข้อจำกัดทำได้ใน Permission Folder ซึ่งอยู่ภายใน Design Team Folder เช่นกัน ใช้เมาส์ปุ่มขวาเพื่อเรียกเมนู New Rules ใส่ชื่อผู้ที่ต้องการกำหนด Permission พร้อมทั้งกำหนดว่าจะให้มี Read, Write, Delete หรือ Create เป็นอย่างไร ใน Design Database นั่นๆ



รูปที่ 2.10 ลูกทีมแต่ละคนจะมีข้อจำกัดไม่เท่ากัน R=Read,W=Write,D=Delete,C=Create

2.2.13 Schematic 99 SE

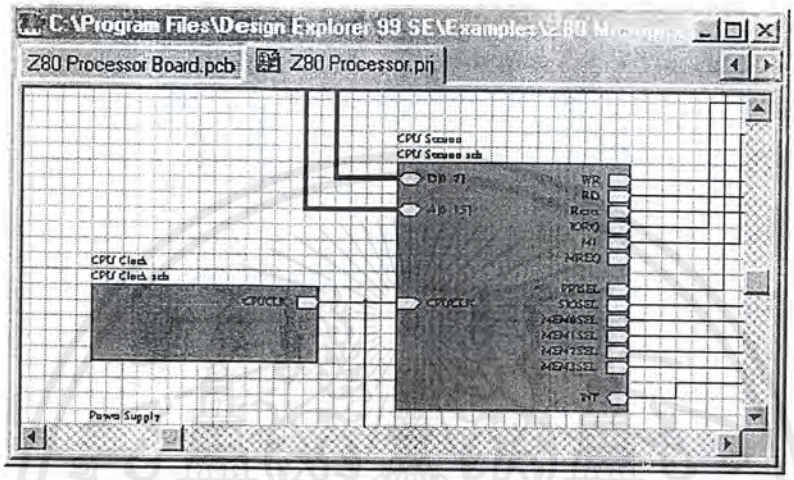
Schematic 99 SE เป็น Server ใช้สำหรับจัดการกับ Schematic Diagram หรือวงจรนั่นเองมีความสามารถเด่นๆ ดังนี้

1) สนับสนุนการออกแบบในลักษณะลำดับชั้น (Hierarchy)

ใน Protel 99 SE สามารถจัดการกับงานออกแบบขนาดใหญ่ได้เป็นอย่างดีวงจรที่มีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่มากๆ ใส่ไม่หมดในหน้าเดียวอาจจะแบ่งเป็นหน้าย่อย แล้วบรรจุภายใต้ Hierarchy ซึ่งสามารถมองเป็นการออกแบบชนิด Modular ก็ได้เช่นกัน คือออกแบบแต่ละส่วนย่อยมาก่อนจากนั้นนำมาประกอบเป็นชิ้นงานทั้งหมดเช่นในตัวอย่าง Z80 Processor จะประกอบไปด้วย Memory, Power Supply, Serial Interface, CPU Clock เป็นต้น



รูปที่ 2.11 แสดงการออกแบบในลักษณะลำดับชั้น (Hierarchy)

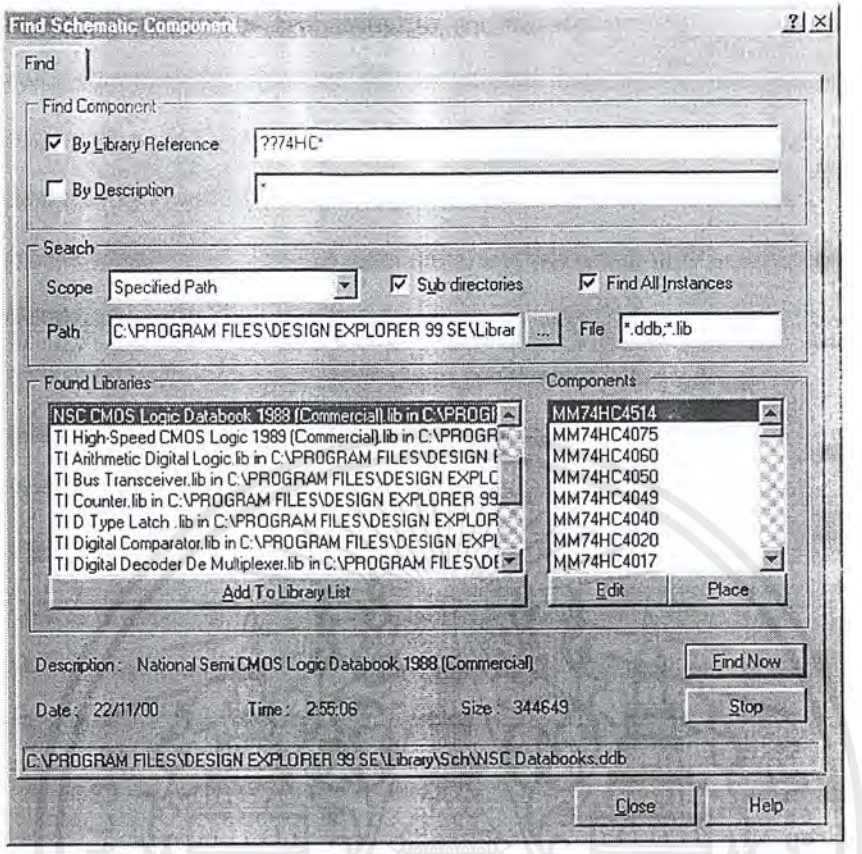
เมื่อต้องการเข้าไปดูส่วนต่างๆ ใน Project สามารถใช้คำสั่งในเมนู Tool >> Up/Down Hierarchy จากนั้นเลือกคลิกที่ block ที่ต้องการ เมื่อเข้าไปใน Sheet ที่อยู่ใต้ block นั้นสามารถคลิกที่สัญลักษณ์เชื่อมต่อระหว่าง Sheet (inter-sheet symbol) เพื่อไปยัง sheet อื่นๆ ที่เชื่อมไปได้โดยผู้ใช้ไม่ต้องเปิดไฟล์ของ Sheet นั้นขึ้นมาเอง

2) Online Library และเครื่องมือสำหรับจัดการกับไลบรารี

ภายใน Schematic 99 SE ได้ให้เครื่องมือสำหรับสร้าง Component ต่างๆขึ้นมาใหม่ รวมทั้งเครื่องมือในการจัดการกับไลบรารีนอกจากนั้นระหว่างสร้างเครื่องมือแก้ไขวงจรใน Sheet Editor ยังสามารถเลือก, ค้นหา Component ทั้งจากฮาร์ดดิสก์ในเครื่องเองหรือจากเน็ตเวิร์คก็ได้

หลังจากติดตั้งเสร็จแล้ว หากเข้าไปดูในไดเร็กตอรีไลบรารีจะเห็นชื่อต่างๆมาก รวมแล้วถึง 15,000 สัญลักษณ์ให้เลือกใช้สำหรับงานต่างๆ ในขณะเดียวกันทาง Protel เองมีหน่วยงานสำหรับสร้างสัญลักษณ์สำหรับอุปกรณ์ใหม่ๆอย่างสม่ำเสมอและผู้ใช้สามารถเข้าไปดาวน์โหลดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การค้นหาอุปกรณ์ในไลบรารี

3) Global Editing

วัตถุต่างๆที่ใส่เข้ามาใน Schematic Sheet เช่น Component, Wire, Bus, Text จะมีคุณสมบัติต่างๆเช่น ตำแหน่งการวาง, ค่าอุปกรณ์, สี, ขนาด ,สิ่งต่างๆเหล่านี้รวมเรียกว่า Property วัตถุแต่ละชนิดจะมี Property ไม่เท่ากัน และวัตถุชนิดเดียวกันจะมี Property เหมือนกัน ใน Schematic 99 SE มีเครื่องมือสำหรับแก้ไข Property ซึ่งขอบเขตการแก้ไขเลือกได้กว้างมาก เช่นแก้ไขเฉพาะ Sheet ปัจจุบันหรือแก้ไขทั้ง Project ก็ได้ ตัวอย่างเช่นต้องการแก้ไขค่า Resistor จาก 10K ทุกตัวเป็น 12K สามารถทำได้ในคำสั่งเดียว ไม่ต้องเปลี่ยนค่าทีละอุปกรณ์หรือต้องการกำหนด Net VCC มีสีแตกต่างจาก Net อื่นๆทั่วไปเป็นต้น

4) ความสอดคล้องระหว่าง Schematic และ PCB (Design Synchronization)

ในกระบวนการออกแบบ PCB เราจะเริ่มต้นจากสร้างวงจร (Schematic) ก่อนจากนั้นนำจึงนำไปทำ PCB Layout ในวงจรเราจะเห็นอุปกรณ์เป็นสัญลักษณ์ต่างๆเช่น Transistor, Resistor เป็นต้น ส่วนใน PCB เราจะเห็นอุปกรณ์คือ Footprint หรือรูปร่างที่แท้จริง ความสัมพันธ์ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schematic และ PCB Layout นั้นจะเชื่อมโยงด้วยชื่อ Net และชื่ออุปกรณ์เท่านั้น บางครั้งเมื่องานออกแบบทำไปได้กลางทางเช่นระหว่าง PCB Layout มีการแก้ไขวงจร ไม่ว่าจะเพิ่มอุปกรณ์หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ ปัญหาที่มักเกิดขึ้นคือข้อมูลระหว่าง Schematic และ PCB จะคลาดเคลื่อนจากกัน

5) การเดินเส้นเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์

ภายใน Schematic 99 SE มีคุณสมบัติทำให้การเดิน Wire หรือสายเชื่อมระหว่างอุปกรณ์เป็นไปได้อย่างง่ายดายทั้ง Snap เข้าหา Pin และการใส่ Junction ให้อัตโนมัติ

6) Undo และ Redo ชนิดหลายระดับ

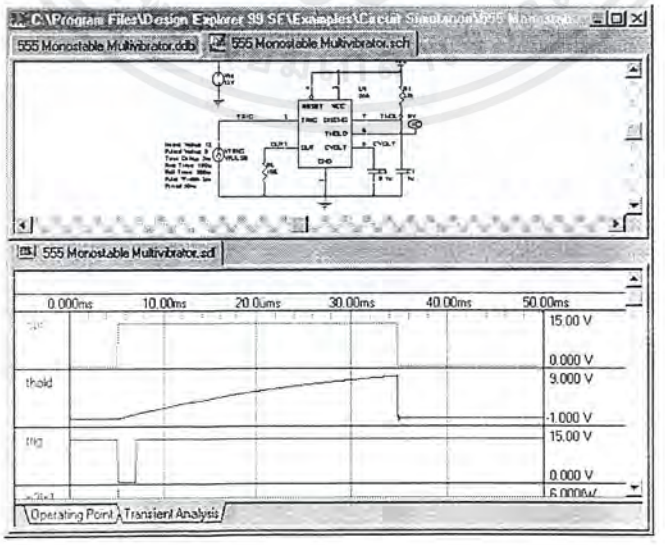
ใน Protel 99 SE ยอมให้กำหนด Undo และ Redo ได้หลายระดับขึ้นกับจำนวนหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป Protel 99 SE จะกำหนดไว้ 50 ครั้ง ซึ่งมากเพียงพอสำหรับการใช้งานทั่วไปดังนั้นไม่จำเป็นต้องกังวลกับการลบอุปกรณ์โดยไม่ได้ตั้งใจอีกต่อไป

7) ความสามารถอื่นๆของ Schematic 99 SE

สามารถเรียกคำสั่งเดิมมาใช้ได้เช่น E เรียกเมนู Edit, P เรียก Place เมนู เป็นต้น สำหรับเมาส์ยังทำหน้าที่ยกเลิกคำสั่งนั้น เช่นระหว่าง Place >> Wire หากกด ESC หรือเมาส์ปุ่มขวาจะเป็นการยกเลิก เพื่อไปรับคำสั่งอื่นต่อไป

2.2.14 การจำลองการทำงาน

Sim 99 SE เป็น Simulation Server สำหรับจำลองการทำงานวงจรซึ่งครอบคุมทั้งแอนะลอกและดิจิตอลในส่วนอนาลอกใช้อัลกอริธึม Spice 3f5 ทำให้สามารถใช้กับไลบรารีจากผู้ผลิตไอซีต่างๆได้ ส่วนการจำลองการทำงานดิจิตอลใช้ SimCode และสามารถใช้มาตรฐาน IEEE 1364 ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานสำหรับดิจิตอลทำให้ Sim 99 SE ใช้ไลบรารีสำหรับ Verilog-HDL ได้ด้วย



รูปที่ 2.13 วงจรตัวอย่างสำหรับจำลองการทำงาน

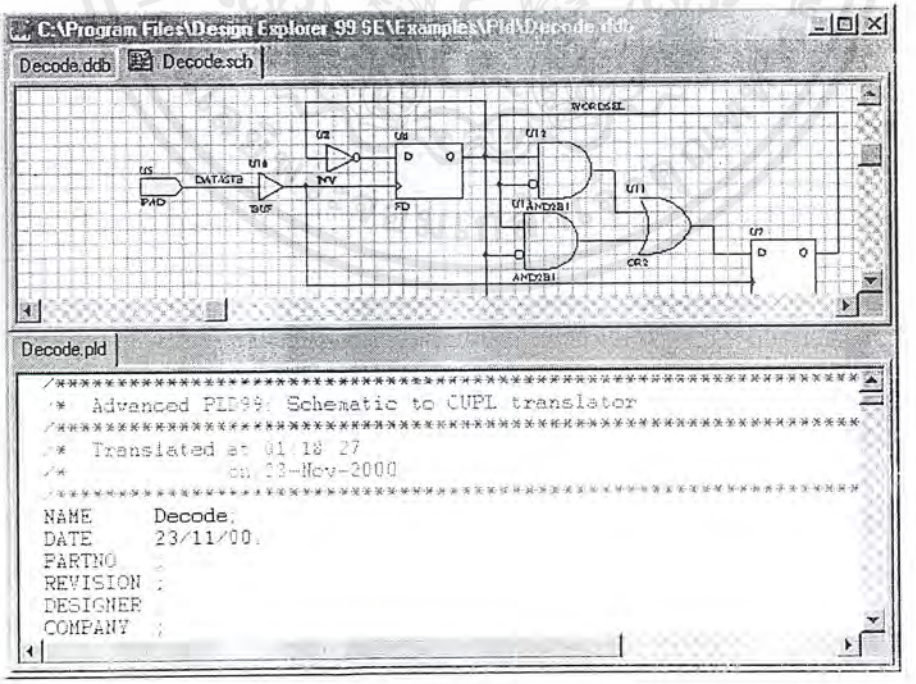
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เมื่อต้องการใช้ SIM 99 SE ขั้นตอนง่ายๆ คือ เลือกไลบรารีสำหรับจำลองการทำงานซึ่ง Protel 99 SE ได้ให้มาชื่อ SimulationModels.DDB ซึ่งภายในนั้นจะมีอุปกรณ์มากกว่า 5,800 ชนิด นำอุปกรณ์ที่ต้องการมาวาง เชื่อมสัญญาณเข้าหากันใส่ Voltage Source และเลือก Simulate สำหรับชนิดของการจำลองการทำงานที่สำคัญเช่น Transient (แสดงผลระหว่างแรงดันหรือกระแสกับเวลาเหมือนวัดสัญญาณด้วยออสซิลโลสโคป), Fourier (วิเคราะห์ Fourier Transform สำหรับสัญญาณคาบสุดท้ายจาก Transient Analysis), AC Small Signal (หาผลตอบสนองทางความถี่ของวงจร), DC Sweep (วิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงไบแอส), Noise (วิเคราะห์สัญญาณรบกวนจาก resistor และ IC), Monte Carlo Analysis (วิเคราะห์ผลการทำงานเมื่อค่าอุปกรณ์มีความผิดพลาดในช่วงเปอร์เซ็นต์ใดๆ), Temperature (วิเคราะห์การทำงานเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิ) เป็นต้น

2.2.15 การออกแบบ Programmable Logic Device

Programmable Logic Device หรืออุปกรณ์ซึ่งกำหนดการทำงานด้านลอจิกโดยโปรแกรมฟังก์ชั่นที่ต้องการในรูปของไฟล์ดาวน์โหลดเข้าไปเช่น PAL16L8 สำหรับทำ Decoder หรือที่ซับซ้อนขึ้นอีกเช่นออกแบบ Counter, DRAM Controller เป็นต้น Protel 99 SE ได้ให้เครื่องมือคือ PLD99SE สำหรับเชื่อมต่อระหว่าง Schematic ไปเป็น PLD หรือเขียนขึ้นในรูปของภาษาคือ CUPL ซึ่งพัฒนาเพิ่มเติมจาก Boolean Algebra จากนั้น Compile เป็นไฟล์มาตรฐาน JEDEC เพื่อนำไปโปรแกรมใส่ PLD ต่อไป



รูปที่ 2.14 เมื่อ Compile จาก Schematic จะได้ CUPL source ดังรูปครึ่งล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
40167

PLD 99 SE สนับสนุน PLD ต่างๆ มากมายจากผู้ผลิตชั้นนำเช่น Xilinx EPLD,Altera MAX, AMD MACH, Philips PML, Lattice, Atmel EPLD เป็นต้น การใช้งานเริ่มต้นจากนำอุปกรณ์จากไลบรารีสำหรับ PLD จากนั้นเลือกในเมนู PLD เพื่อกำหนด device ที่ต้องการ หากไม่ระบุชัดเจนในขั้นแรกเพียงต้องการทดลองความเป็นไปได้สามารถเลือก Virtual Device ก็ได้ จากนั้นเลือก Compile ซึ่ง PLD 99 SE จะเปลี่ยนจาก Schematic ให้เป็น CUPL ก่อนแล้วจึงผ่าน Filter ซึ่งจะ Compile CUPL ให้เป็น JEDEC เพื่อนำไปโปรแกรมใส่ PLD ต่อไป

การทดสอบการทำงาน PLD ทำได้โดยกำหนด Test Vector และให้ PLD 99 SE ทดลองจำลองดูว่า การทำงานของวงจรหรือสมการกำหนดลอจิกนั้นถูกต้องหรือไม่ เพื่อเป็นการประหยัดไม่ต้องทดลองโปรแกรมเข้าไปใน PLD ก่อนแล้ววัดผลลัพธ์จากบอร์ดจริงๆ สำหรับ Test Vector นั้นสามารถ downloads เข้าไปในเครื่องโปรแกรม PLD และให้เครื่องโปรแกรมทดสอบให้ก็ได้เช่นกัน

2.2.16 PCB 99 SE

เนื่องจากรายละเอียดการใช้งานใน PCB 99 SE มีมากไม่สามารถนำมาแสดงได้หมดจะขอเลือกเฉพาะที่เด่นๆ เท่านั้น

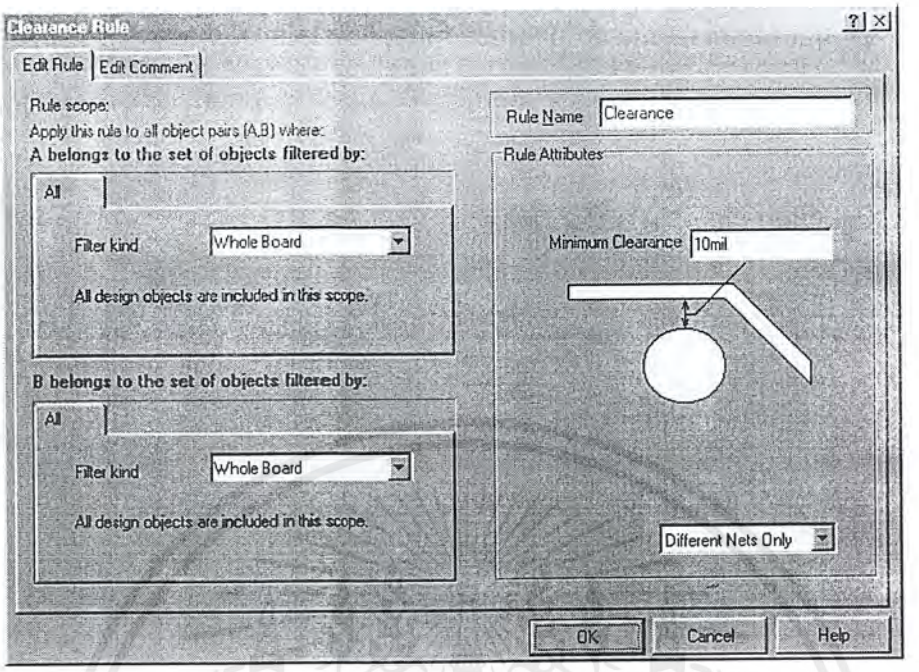
1) ใช้กฎการออกแบบเป็นเครื่องบังคับ (Rule Drive Design)

เนื่องจากการออกแบบวงจรสมัยใหม่เช่น วงจรดิจิตอลความเร็วสูง ขนาดและรูปร่างของไอซี ที่ซับซ้อนขึ้น ทำให้กฎการออกแบบ (Design Rule) ชนิดเดิม ซึ่งกำหนดเพียงระยะห่างระหว่างเส้นทองแดง (track), ขาอุปกรณ์ (pad) และ via ไม่เพียงพออีกต่อไป ดังนั้นกฎใหม่ๆ เช่น สามารถกำหนดขนาดและระยะห่างของ track ของเส้นใดเส้นหนึ่งให้แตกต่างจากเส้นอื่นๆ จะช่วยให้การออกแบบวงจรซับซ้อนเป็นไปได้ง่ายขึ้นภายใต้ PCB 99 SE สามารถกำหนด Design Rules ได้เช่น Clearance (ระยะห่าง), รูปร่างกายภาพของวัตถุ, Parallelism (ความขนานของเส้นทองแดง), อิมพีแดนซ์, Routing Priority (ลำดับความสำคัญของการเดิน Track), Routing Topology (รูปแบบการเดิน Track)

แต่ละ Design Rules จะมี Design Rule Scope (ขอบเขตของกฎการออกแบบ) ซึ่งจะครอบคลุมได้ตั้งแต่ Object (วัตถุใดเช่นบนบอร์ด), Net, Net Class (กลุ่มของ Net), Component, Component Class (กลุ่มของ Component), Layer (ด้านของบอร์ด), Regions (บริเวณใดๆ) หรือทั้งบอร์ดโดยเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย

Class หมายถึงกลุ่มของสิ่งที่เหมือนกันเช่น Net Class ของ Power จะกำหนดให้มีขนาดและระยะห่างมากกว่า Net อื่นๆ ในบอร์ดหรือ layer หมายความว่าต้องการให้ Net ใดเดินได้เฉพาะ Layer ที่ต้องการเท่านั้น ห้ามเดินข้ามหน้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 Rules Scope สำหรับ Clearance

2) การตรวจสอบ Design Rule แบบ Real Time

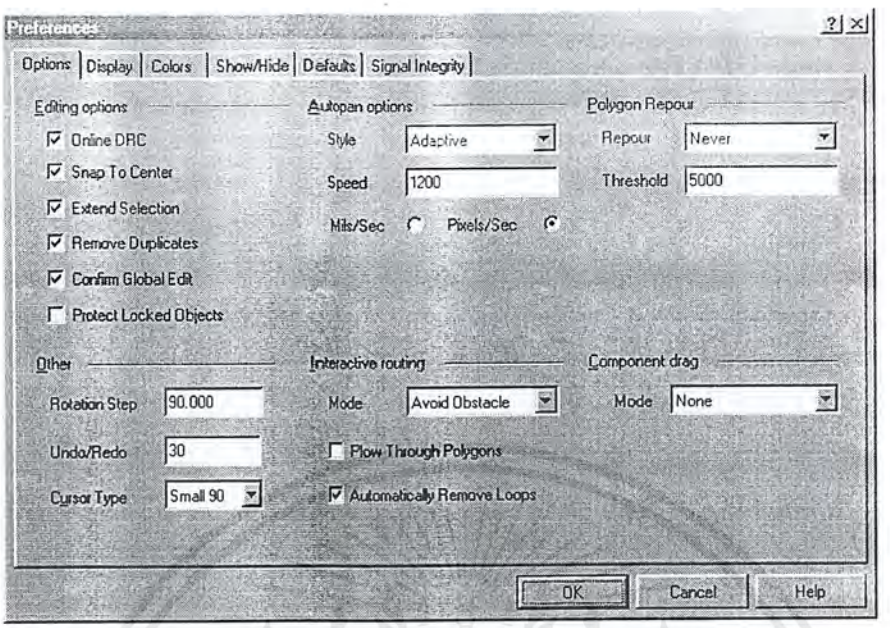
หลังจากได้กำหนด Design Rule เข้าไปแล้ว PCB 99 SE จะตรวจสอบความผิดพลาดอย่างทันทีทันใด ระหว่างที่กำลังใช้งานเช่น ระหว่าง Placement (การวางอุปกรณ์), Routing (การเดินเส้นเชื่อมต่อระหว่างขาอุปกรณ์) เป็นต้น ด้วยวิธีนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าเมื่อกำหนดกฎเรียบร้อยแล้ว ผู้ออกแบบสามารถมั่นใจได้ว่าไม่มีทางทำผิดกฎที่ต้องการได้เลย

3) เดินเส้นทองแดงด้วยมือ (Manual Routing)

ใน Protel 99 SE มีเครื่องมือสำหรับเดินเส้นทองแดงด้วยมือที่ดีมาก เรียกว่า Avoid Obstacle (การหลบวัตถุเพื่อไม่ให้ระยะห่างผิดพลาดจาก Design Rule) ซึ่งเมื่อรวมเข้ากับการวิ่งเข้าหากริด (Snap to grid) และ Online Design Rule ทำให้การเดินเส้นผ่านช่องแคบๆ เช่นระหว่างขาอุปกรณ์ SMD จะทำให้ PCB 99 SE เลื่อน Track ให้ไปอยู่ระหว่างขาเองอัตโนมัติ นอกจากนั้น PCB 99 SE ยังแนะนำแนวทางที่ควรจะเดินโดยแสดงเส้นเป็นเส้นโปร่งๆ หากต้องการเส้นที่แนะนำก็เพียงคลิกเมาส์เท่านั้น หากไม่ต้องการก็เลื่อนเมาส์ไปที่บริเวณอื่นแทน การแสดงแนะนำนั้นบางครั้งหากผิด Design Rule ก็ไม่แสดง

ความสามารถอีกอย่างคือ Push and Shove หรือการเบียดเส้นที่อยู่ก่อนหน้าเพื่อสร้างช่องว่างสำหรับเส้นใหม่ ทั้งนี้การเบียดเส้นจะต้องไม่ผิด Design Rule ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 กำหนด Routing Mode จากเมนู Tool>>Preference

4) การวางอุปกรณ์บนบอร์ด (Placement)

การวางอุปกรณ์บนบอร์ดหรือ Placement เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญมากในการออกแบบลาย PCB เพราะเกี่ยวกับความสามารถในการเดินเส้นทองแดง สำหรับบอร์ดที่มีความหนาแน่นน้อย การวางอุปกรณ์โดยย้ายที่ละตัวนั้นทำได้ไม่ยาก แต่ถ้าหากเป็นบอร์ดที่มีอุปกรณ์มาก ยิ่งถ้ามี discrete เช่น R, C มากๆ ด้วยจะใช้เวลามาก

ใน Protel 99 SE มีเครื่องมือทั้งกึ่งอัตโนมัติ (interactive placement) และอัตโนมัติ (auto placement) สำหรับช่วยวางอุปกรณ์ การทำงานของ interactive placement จะใช้ Auto Select และ Auto Align ในส่วน Auto Select จะเลือกอุปกรณ์ที่มี footprint คล้ายกันเข้ามาอยู่ในกลุ่มก่อน เมื่อย้ายกลุ่มนี้ไปบริเวณต่างๆ บนบอร์ด ก็จะเพิ่มหรือลดอุปกรณ์แล้ว แต่ว่ามีการคำนวณความยาว connection เปลี่ยนไป หลังจากเลือกตำแหน่งได้แล้ว Auto Align จะปรับละเอียดโดยการลดหรือเพิ่ม footprint เข้ามาอยู่ในกลุ่มเพื่อลดความยาว connection ให้ต่ำที่สุด

สำหรับ Auto Placement จะใช้วิธี Cluster Place หรือสร้างกลุ่มของอุปกรณ์โดยใช้การเชื่อมโยงเข้าหากันเป็นเกณฑ์ในการเลือกเข้า Cluster จากนั้นจึงนำ Cluster เหล่านี้ไปวางบนบอร์ด โดยพยายามลด connection ซึ่งข้ามไปมาระหว่าง cluster ให้น้อยที่สุด

5) ความสามารถอื่นๆ

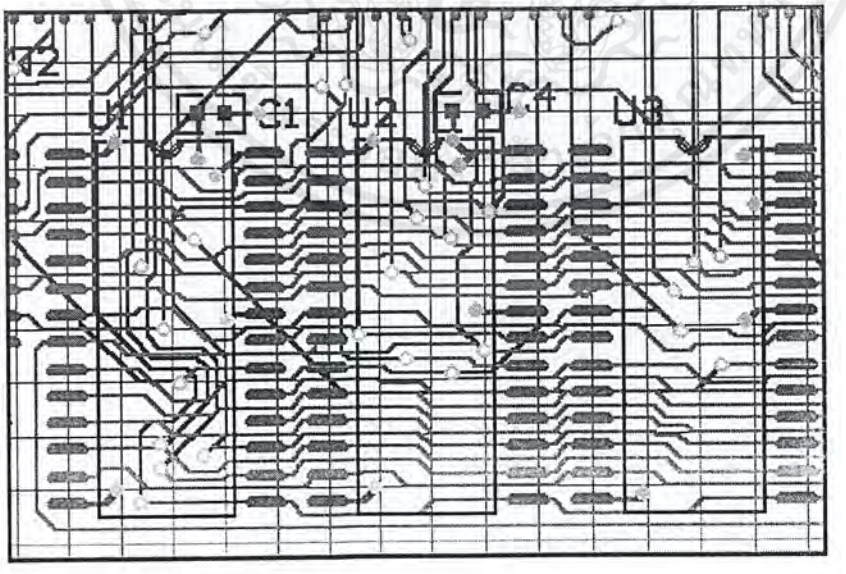
ใน PCB 99 SE ยังมีความสามารถอื่นๆ ที่ยังไม่ได้กล่าวถึง เช่น การสร้างรายงานต่างๆ เช่น BOM, Status การสร้าง Artwork เช่น Gerber File, Drill File และการ Synchronization ระหว่างฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลของ PCB และ Schematic ที่เรียกว่า Backward หรือ Forward Annotation ซึ่งได้รับการปรับปรุงให้ใช้งานได้ง่ายขึ้นมาก นอกนั้นผู้ที่คุ้นเคยกับ Protel98 หรือ Protel EDA คงเรียกคำสั่งเดิมมาใช้ได้ไม่ยาก

2.2.17 Auto Routing

ใน Protel 99 SE ได้ปรับปรุงความสามารถด้าน Auto Router (การเดินเส้นทองแดงอัตโนมัติ) ไปอย่างมาก Route99 SE มีความสามารถเด่นๆ เช่น Gridless และ Diagonal Shape Based คำว่า Gridless หมายความว่าไม่อ้างอิงบนกริด ซึ่งโดยปกติหากใช้ซอฟต์แวร์อื่นทั่วไปไม่ว่าจะวาง Component หรือ Track จำเป็นต้องวางบนกริดเสมอ หากความละเอียดของขา Component มีมาก หรือต้องการวาง Component ให้หนาแน่นมากๆ บางครั้งการบังคับให้วางบนกริดเสมอจะทำให้ไม่สามารถวางได้อย่างที่ต้องการ ดังนั้น Route99 SE จึงออกแบบมาเป็น Gridless สำหรับ Diagonal Shape Based หมายความว่า Router จะเดิน Track โดยคำนึงถึงรูปร่างที่แท้จริงของวัตถุไม่ว่าจะเป็น Component, Pad, Via หรือ Copper อื่นๆ และพยายามรักษาระยะห่างให้เป็นไปตาม Design Rule ด้วยวิธีนี้ทำให้ Router ประหยัดหน่วยความจำกว่า Grided Router นอกจากนั้น Route99 SE ยังสามารถเดินเส้นในแนว 45 องศาได้ด้วย ทั้งนี้จะทำให้จำนวน via สำหรับเดินเส้นข้ามหน้าน้อยกว่าการเดินเส้นในแนวนอนและแนวตั้ง เพราะเส้นเฉียงจะสั้นกว่าด้านนอนและตั้งรวมกันเสมอ ด้วยวิธีนี้จะทำให้สามารถ Route บอร์ดที่มีความหนาแน่นมากๆ ได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.17 บอร์ดที่เดินสำเร็จแล้วด้วย Auto Router

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ทดลองใช้ Auto Router

หลังจากติดตั้งโปรแกรม Protel 99 SE ได้มีตัวอย่างที่มีความซับซ้อนพอสมควรมาให้ทดลอง Auto Router ในไดเรกทอรีย่อย PCB Auto-Routing ทดลองเปิดขึ้นมา เปิด PCB ขึ้นมา จากนั้นเลือก Auto Route-→All แล้วดูผลลัพธ์ที่ได้

2) ความเร็วสูงและเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูง

นอกจากเรื่องความเร็วสำหรับใช้ตัดสินใจว่า Auto Router ใดจะดีกว่า ยังควรจะต้องคำนึงถึงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จหรือจำนวน Connection ที่เดินได้เทียบกับจำนวนที่มีทั้งหมดในบอร์ด สำหรับ Protel 99 SE แล้วหากใช้เครื่อง Pentium 200 ขึ้นไป สามารถเดินบอร์ดที่มีจำนวน 6-8 layer และมี Connection ประมาณ 4,000-5,000 ได้ใช้เวลา 5-15 ชั่วโมงเท่านั้น นับว่าเร็วกว่า Auto Router ในอดีตเป็นอย่างมากเพราะบอร์ดในขณะนี้มักจะต้องใช้เวลา 4-7 วันเลยทีเดียว ไม่ต้องคำนึงถึงบอร์ดขนาดเล็กซึ่งบางครั้ง Auto Route ได้เสร็จภายในเวลาไม่ถึงนาทีเลยทีเดียว

3) Neural Technology

เป็นแนวทางของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) Route99 SE สามารถวิเคราะห์บอร์ดและแนะนำแนวทางที่ควรจะเป็น เช่น ลำดับการเดินเส้น ความหนาแน่นเส้น จะเห็นได้ว่าในเมนู Auto Route >> Set up แทบไม่มีอะไรให้เลือก หากต้องการทดลอง Route บอร์ดตัวอย่างซึ่งมากับ Protel 99 SE สามารถเปิด Design file ขึ้นมาแล้วสั่ง Auto Route >> All ได้ทันที นอกจากวิเคราะห์บอร์ดก่อนเริ่มเดินเส้นแล้ว ระหว่างกำลังเดินเส้น Route99 SE ก็จะปรับกลวิธีเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปด้วย

นอกจากนี้ Route99 SE ยังสนับสนุนอัลกอริทึมต่างๆ อีกมาก เช่น Memory Array (การเดินเส้นลักษณะเป็น Memory มีลักษณะเหมือนกัน), Power/Ground (การเดินเส้น Power ทับ Ground), Pattern (การเดินเส้นในวงจรที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น Line Circuit ที่มีวงจรย่อยเหมือนกันทั้งหมด), SMT Fan out (การเดินเส้นออกมาเล็กน้อยจากขาของ SMT แล้วใส่ Via), Push and Shove (การสร้างช่องว่างสำหรับเส้นใหม่โดยเปลี่ยนเส้นเดิมออกไป) Rip-up (การยก Track ที่ขวางออกเพื่อเดิน Track ที่ต้องการ จากนั้นจึงกลับมาเดินเส้นที่ยกออกไปภายหลัง

4) เครื่องมือสำหรับ Interactive Routing

นอกจากจะสั่งให้ Route99 SE เดินเส้นให้ทั้งบอร์ดในคราวเดียวกัน สำหรับบอร์ดที่ผู้ออกแบบต้องการควบคุมด้วยตนเองก็สามารถใช้คำสั่ง Interactive สำหรับเดินเส้นบางส่วนก่อนเช่น

4.1) AutoRoute Connection ใช้สำหรับให้ Router เดินเส้นที่ต้องการครั้งละหนึ่งเส้น โดยเลือกเมนู AutoRoute >> Connection จากนั้นเลือก Connection ที่ต้องการ

4.2) AutoRoute Net เช่นเดียวกับ Connection เพียงแต่ Connection คือระหว่าง Pad กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pad แต่ Net หมายความว่า Route เส้นทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็น Connection ใดใน Net นั้นๆ เช่น Net VCC ประกอบด้วย Connection ระหว่างขา Power ของ IC ทุกตัว เป็นต้น

4.3) AutoRoute Component สั่งให้ Router เดินเส้นสำหรับ Connection ที่ต่อกับ Component นั้นเท่านั้น

4.4) AutoRoute Area กำหนดบริเวณที่ต้องการเดินเส้น โดยวางเคอร์เซอร์กึ่งกลางบริเวณที่ต้องการ กดเมาส์ค้างแล้วลากเพื่อสร้างกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบ จะทำให้ Auto Router เดินเส้นในบริเวณนั้นทันที

5) การสร้าง Test Point

Route99 SE สามารถใส่ Test Point ให้โดยอัตโนมัติ โดยสามารถใช้ Via Component Track ไม่ว่าจะเป็นด้านบนหรือล่าง หรือจะกำหนด Pad สำหรับ Test Point โดยเฉพาะ

6) ความสามารถอื่นๆ

ความสามารถอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง เช่น การสร้างรายงานต่างๆ เช่น สถิติของ Router, จำนวน Connection ที่ไม่ได้ Fan out, จำนวน Copper ต่อ layer เป็นต้น

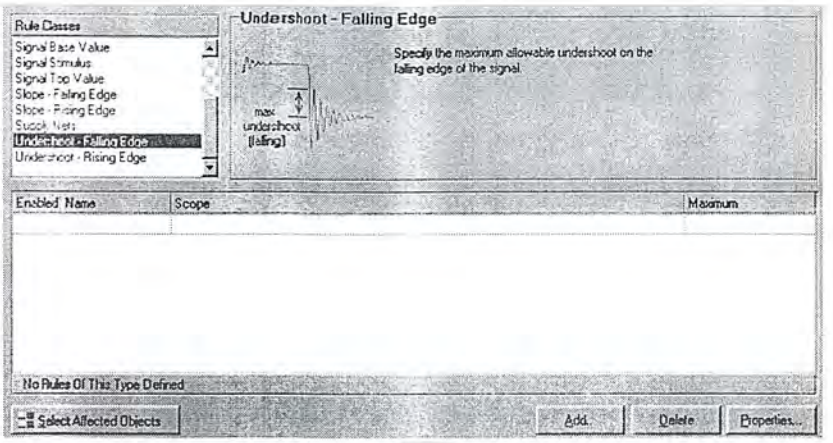
2.2.18 Signal Integrity Analysis

เป็นที่ทราบกันดีว่าเมื่อวงจรที่เราออกแบบมีความเร็วในการสวิทช์สูงขึ้น สัญญาณที่เดินทางผ่าน Track บน PCB จะมีลักษณะเปลี่ยนไปเนื่องจาก Track ทำตัวเหมือนเป็น Transmission line ทำให้เกิน Ringing ไม่ว่าจะเป็นด้าน Over shoot และ Under shoot รวมทั้งอาจจะเกิด Crosstalk ได้ด้วย ภายใน Protel 99 SE ได้เพิ่มเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์และแก้ไข PCB จริงๆ แล้วเกิดปัญหาขึ้นภายหลัง

1) การกำหนด Design Rule เพื่อครอบคลุม Signal Integrity

ในเมนู Design >> Rules ที่ Tab Signal Integrity ใช้สำหรับกำหนดขอบเขตของสัญญาณที่เราต้องการ สามารถกำหนดค่าต่างๆ ได้เช่น Impedance, Over shoot, Flight Time, Signal Based เป็นต้น ทำความเข้าใจความหมายได้ง่ายเพราะว่า Protel 99 SE อธิบายความหมายของแต่ละส่วนได้ด้วยดังแสดงในรูปที่ 2.18

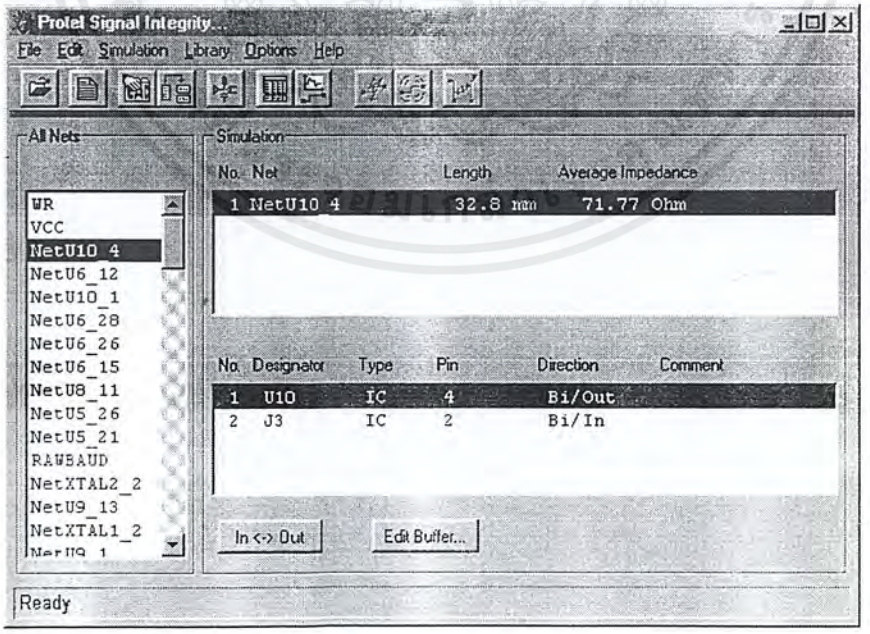
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การกำหนด Design Rule สำหรับ Signal Integrity

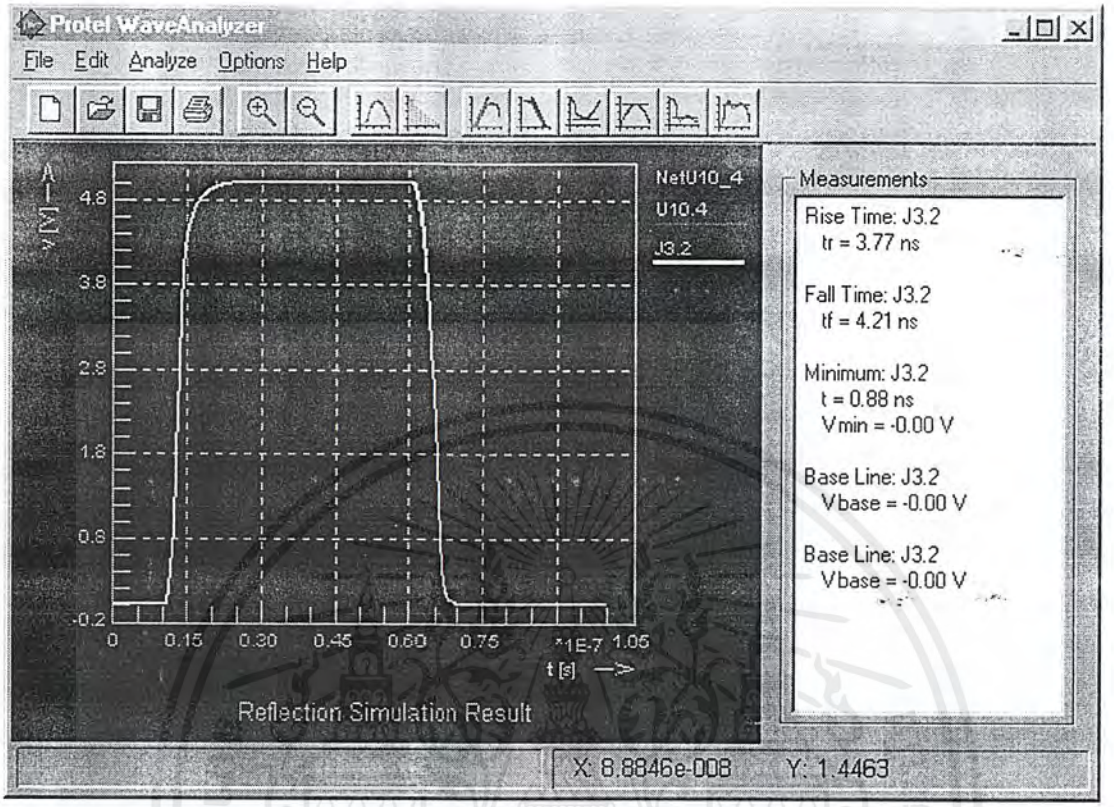
2) การวิเคราะห์ด้วยรูปคลื่น

บางครั้งหากเกิดความผิดพลาดขึ้น เราอยากจะดูรูปคลื่นที่เกิดขึ้นว่ามีหน้าตาอย่างไร สามารถทำได้โดยเข้าไปในเมนู Tools >> Signal Integrity นอกจากรูปคลื่นของ Deflection (การสะท้อนกลับของสัญญาณ) แล้วสามารถดู Crosstalk ระหว่าง Net ได้ด้วย และยังให้ Signal Integrity ช่วยแนะนำด้วยว่า ควรจะ terminate สัญญาณด้วย Impedance ลักษณะใดและค่าเท่าใด เพื่อให้ Deflection ต่ำที่สุด



รูปที่ 2.19 แสดงการเลือก Net เพื่อทำการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงรูปคลื่นของNet U10_4

สรุป

Protel 99 SE นับเป็นซอฟต์แวร์ตัวใหม่ล่าสุดที่ Protel International ได้ปล่อยออกมา จะเห็นได้ว่าใช้งานได้หลากหลายไม่จำกัดอยู่เพียงการออกแบบ PCB เท่านั้น ยังครอบคลุมการออกแบบวงจร, จำลองการทำงาน, สนับสนุนการออกแบบ PLD และปรับปรุง Auto Router ให้มีประสิทธิภาพมาก ช่วยให้งานสำเร็จได้ในเวลาอันรวดเร็วขึ้น และยังมี Signal Integrity สำหรับวิเคราะห์ PCB ก่อนที่จะนำไปทำต้นแบบจริงๆ นับว่าสมบูรณ์แบบตั้งแต่ต้นจนจบเลยทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

การศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE นี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีคู่มือประกอบการศึกษา ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้ก็จะกล่าวถึงการออกแบบ, การสร้าง และการใช้งานคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ซึ่งคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE นี้จะนำไปใช้ประกอบการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ต่อไป

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบคู่มือในการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE

3.1.1 ทางด้านฮาร์ดแวร์

1) เครื่องคอมพิวเตอร์ Pentium 100 ขึ้นไป
2) หน่วยความจำ (RAM) 32 Mbytes ขึ้นไป
3) ฮาร์ดดิสก์ (HARD DISK)
4) เมาส์ (MOUSE)
5) คีย์บอร์ด (KEYBOARD)
6) จอภาพ (MONITOR)
7) สแกนเนอร์ (SCANNER)

3.1.2 ด้านซอฟต์แวร์ (SOFT WARE)

1) โปรแกรม Protel 99 SE Trial Version
2) โปรแกรม Snalt 5.0
3) โปแกรม Adobe PhotoShop 5.5
4) โปรแกรม Paint

3.2 ขั้นตอนการออกแบบคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE

ขั้นตอนการออกแบบคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
2. เก็บรวบรวมข้อมูลของโปรแกรม Protel 99 SE
3. ออกแบบรูปเล่มคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE
4. จัดเรียงลำดับของเนื้อหาให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แปลเนื้อหาส่วนที่เป็นภาษาอังกฤษ
6. เรียบเรียงเนื้อหาที่แปลเสร็จแล้ว
7. ทดลองใช้งานโปรแกรมตามเนื้อหาที่ได้เรียบเรียงเสร็จเรียบร้อยแล้ว
8. แก้ไขปรับปรุงเนื้อหา
9. จัดทำวิทยานิพนธ์
10. ตรวจสอบความเรียบร้อยและส่งโครงงาน

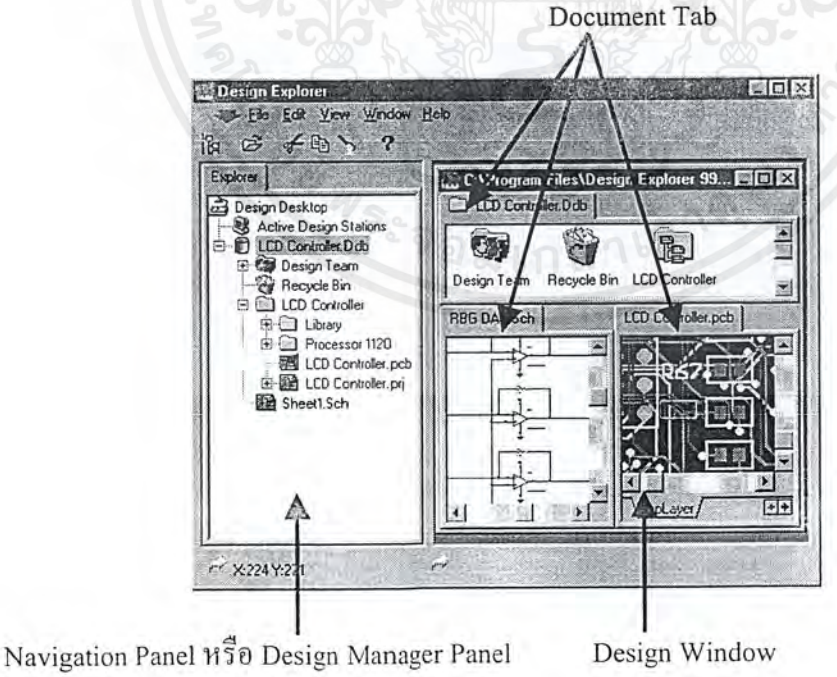
3.3 คู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ที่ได้ทำการออกแบบและรวบรวมเนื้อหาเสร็จเรียบร้อยแล้วมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

3.3.1 Design Explorer

เมื่อเปิดโปรแกรม Protel 99 SE จาก Start menu จะปรากฏวินโดวส์ Design Explorer ขึ้น ซึ่งวินโดวส์ Design Explorer นี้จะเป็นตัวเชื่อมระหว่างผู้ใช้กับ Document รวมไปถึงทรัพยากร เมนู และเครื่องมือต่างๆ ที่จะใช้ในการออกแบบ

1) ส่วนประกอบใน Design Explorer



รูปที่ 3.1 วินโดวส์ Design Explorer และส่วนประกอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1) Navigation Panel หรือ Design Manager Panel

เป็นส่วนที่ใช้ในการสืบค้น document เพื่อทำการดูหรือแก้ไขข้อมูล และจัดการต่างๆ เช่น copy, paste, move และ delete

1.2) Design Window

เป็นส่วนที่ใช้แสดงรายละเอียดของ document หรือ folder ที่ทำการเปิดขึ้นมา อาจจะเพื่อดูข้อมูลหรือทำการแก้ไขงานก็ได้ ในแต่ละ Design Database ก็จะมี Design Window ของตัวเอง และภายใน Design Window เดียวกัน เราสามารถเปิดได้หลาย document ทำให้สามารถจัดการ document ต่างๆ ได้ง่ายขึ้น

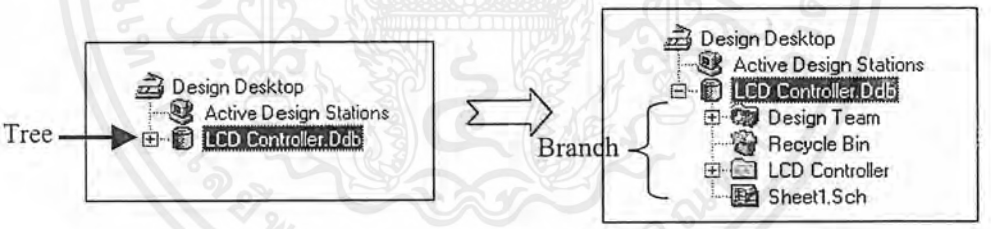
1.3) Document Tab

Document Tab (หรือเรียกสั้นๆว่า Tab) เป็นส่วนที่ใช้แสดงชื่อของ document หรือ folder ที่เปิดอยู่ใน Design Window เมื่อเราต้องการให้ Tab ใด active ก็ทำได้โดยการคลิกบน Tab นั้นๆ ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า Tab ที่ active อยู่จะมี icon เล็กๆ ปรากฏบน Tab ด้วย

2) การทำงานใน Design Explorer

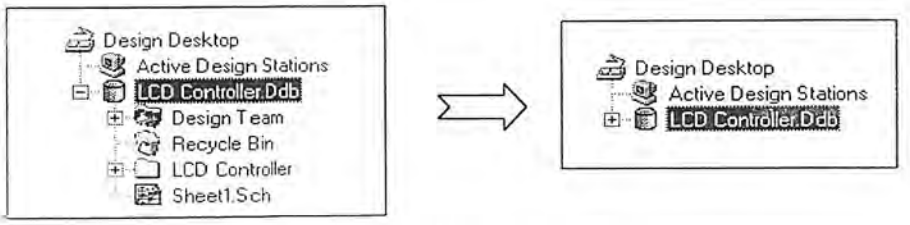
2.1) การทำงานในส่วน Navigation Panel

1) ขยาย branch ที่อยู่ภายใน tree ทำได้โดยการคลิกบนสัญลักษณ์ "+"



รูปที่ 3.2 การขยาย branch ที่อยู่ภายใน tree

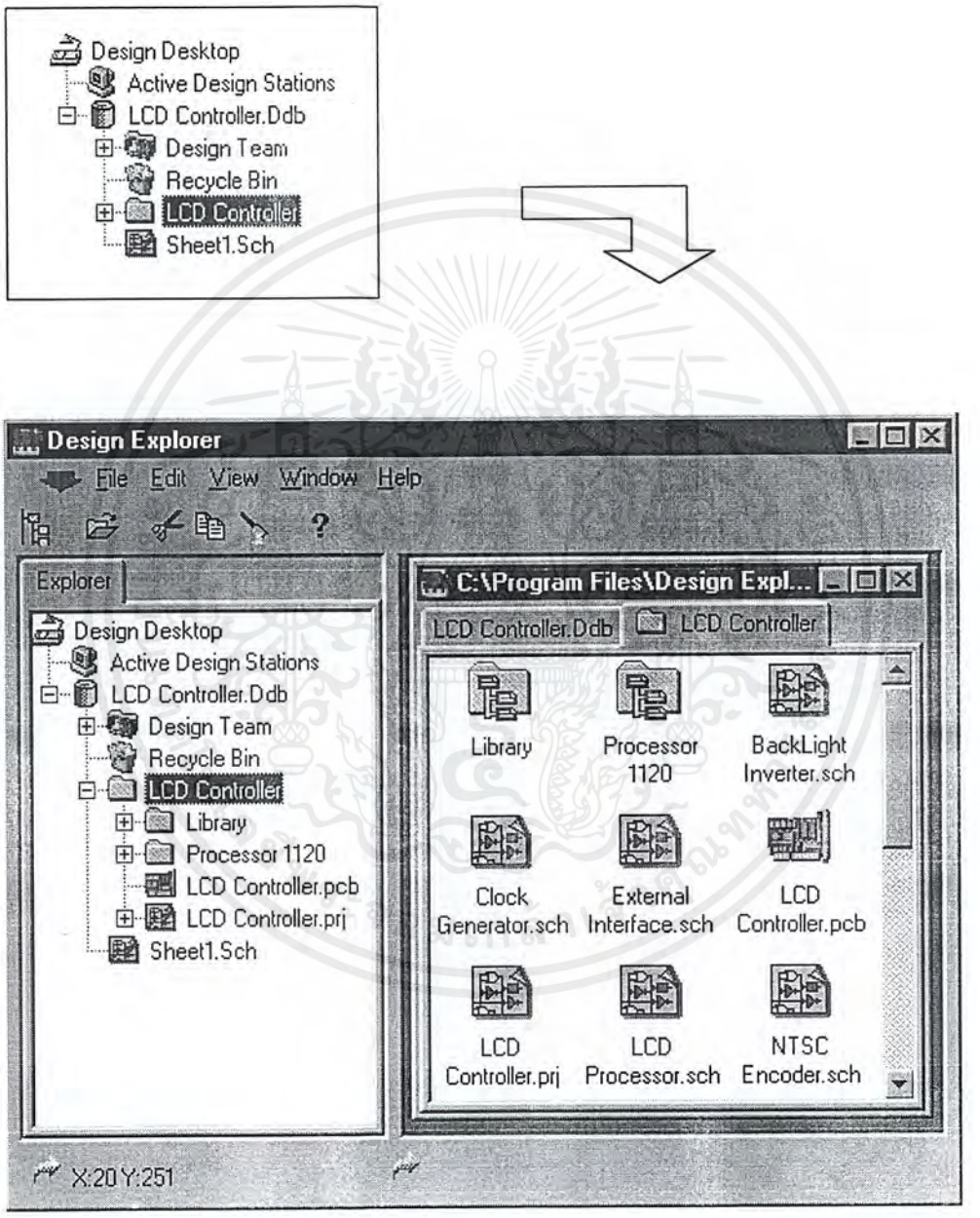
2) ซ่อน branch ที่อยู่ภายใน tree ทำได้โดยการคลิกบนสัญลักษณ์ "–"



รูปที่ 3.3 การซ่อน branch ที่อยู่ภายใน tree

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

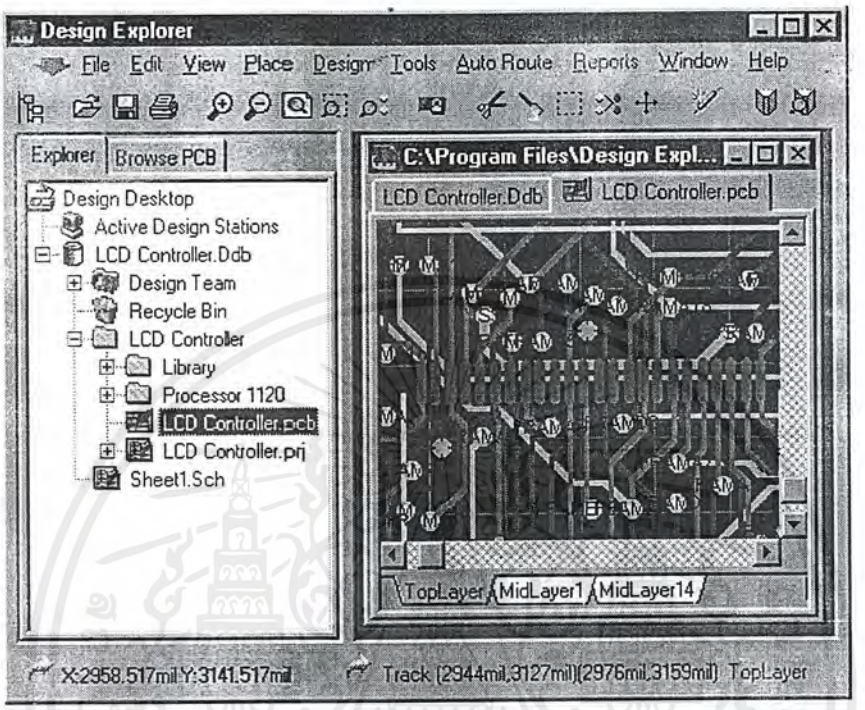
3) แสดงรายละเอียดของ folder ที่อยู่ภายใน tree ทั้งในส่วน Navigation Panel และส่วน Design Window ทำได้โดยการดับเบิ้ลคลิกบน folder ที่ต้องการ



รูปที่ 3.4 รายละเอียดของ folder ที่อยู่ภายใน tree ทั้งในส่วน Navigation Panel และ ส่วน Design Window

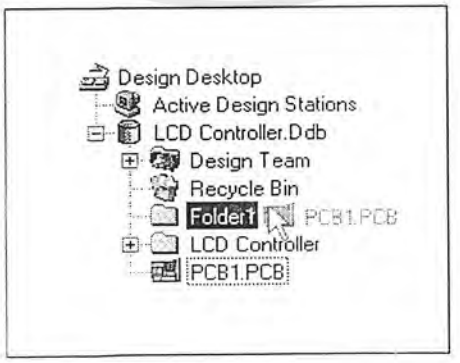
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เปิด document เพื่อดูหรือแก้ไขข้อมูลที่อยู่ภายใน สามารถทำได้โดยการดับเบิ้ลคลิกบน document ที่ต้องการ จากนั้นข้อมูลก็จะปรากฏอยู่ในส่วน Design Window



รูปที่ 3.5 การเปิด document เพื่อดูหรือแก้ไขข้อมูลที่อยู่ภายใน

5) การเคลื่อนย้าย (move) document หรือ folder ไปยัง folder อื่น สามารถทำได้โดยการคลิกค้างที่ document หรือ folder ที่ต้องการเคลื่อนย้าย จากนั้นลากไปวางบน folder ปลายทางที่ต้องการ (จากรูปเป็นการเคลื่อนย้าย PCB1.PCB ไปยัง Folder1)



รูปที่ 3.6 การเคลื่อนย้าย folder หรือ document ไปยัง folder อื่น

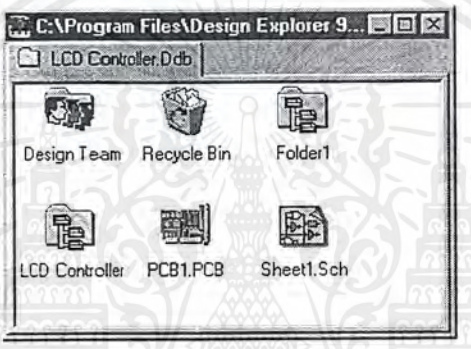
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) การทำงานใน Design Window

ภายใน Design Window จะมี view อยู่ 2 ประเภท คือ *Folder view* และ *Editor view* ในการใช้งาน document หรือ folder ต่างๆ เราสามารถเปิด view ได้หลายๆ view ในเวลาเดียวกัน ซึ่ง view ที่เปิดขึ้นเหล่านี้อาจเป็น view คนละประเภทก็ได้ โดยชื่อของ document หรือ folder แต่ละตัวที่เปิดใช้งานอยู่ปัจจุบัน จะปรากฏอยู่ที่ Tab ถ้าหากต้องการทำงานที่ document หรือ folder ใด ก็ให้คลิกที่ Tab ของ document หรือ folder นั้น

Folder view

ใช้สำหรับแสดง document และ sub-folder ที่อยู่ภายใน folder

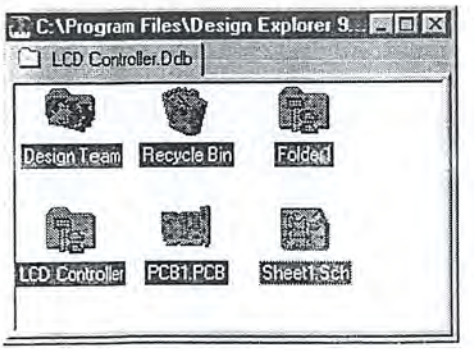


รูปที่ 3.7 Folder view

การทำงาน ใน Folder view มีดังนี้

1) ดับเบิ้ลคลิกบน icon เพื่อเปิด file หรือ folder

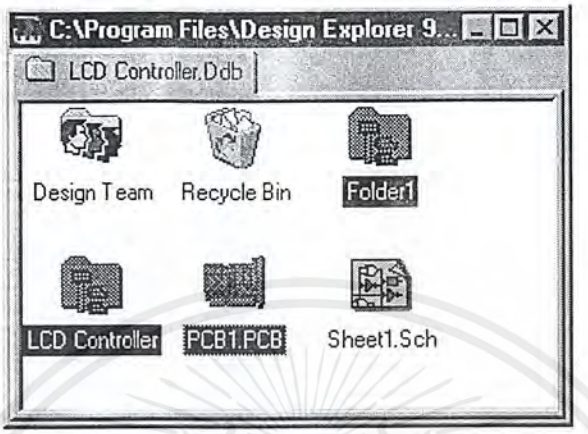
2) ใช้ SHIFT+click เพื่อเลือก document หรือ folder ทั้งหมด โดยการคลิกเพียงสองครั้งที่ document หรือ folder ตัวแรกและตัวสุดท้าย



รูปที่ 3.8 การเลือก document หรือ folder โดยการใช้ SHIFT+click

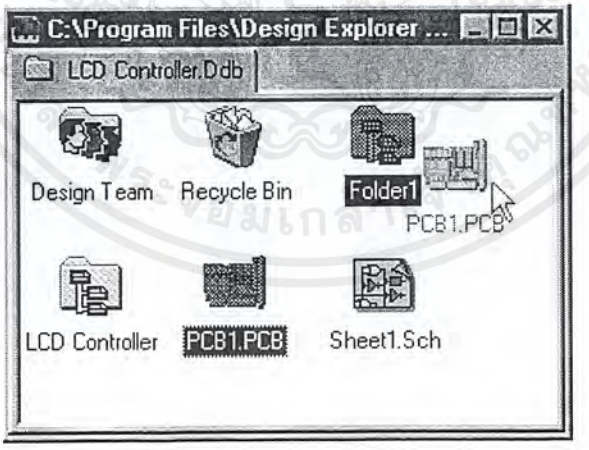
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ใช้ CTRL+click เพื่อเลือก document หรือ folder เฉพาะบางตัวที่ต้องการ (อาจเลือกทั้งหมดก็ได้)



รูปที่ 3.9 การเลือก document หรือ folder โดยการใช้ CTRL+click

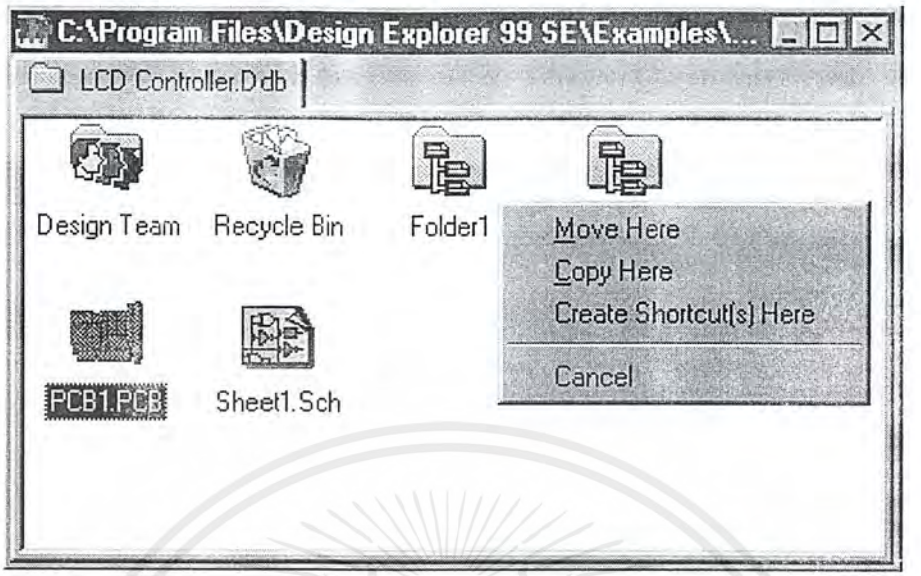
4) การเคลื่อนย้าย document หรือ folder ไปยัง folder อื่น ทำได้โดยการคลิกบน document หรือ folder ที่ต้องการเคลื่อนย้าย จากนั้นลากแล้วนำไปวางบน folder ปลายทางที่ต้องการ (จากรูปเป็นการเคลื่อนย้าย PCB1.PCB ไปยัง Folder1)



รูปที่ 3.10 การเคลื่อนย้าย document หรือ folder ไปยัง folder อื่น

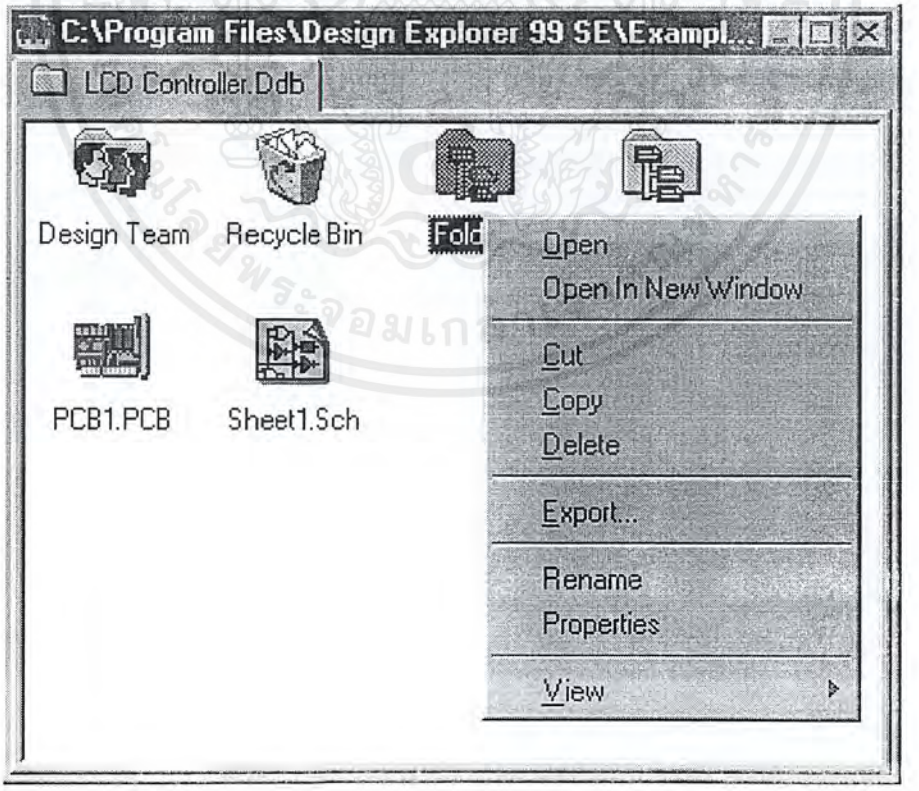
5) คลิกขวาบน document หรือ folder จากนั้นลากแล้วนำไปวางบน folder ปลายทางที่ต้องการ เมื่อทำการวาง จะมีเมนูเล็กๆ ปรากฏขึ้นเพื่อถามว่า ต้องการ Move, Copy หรือ สร้าง Shortcut หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 เมนูที่ใช้สำหรับ move, copy ,สร้าง shortcut

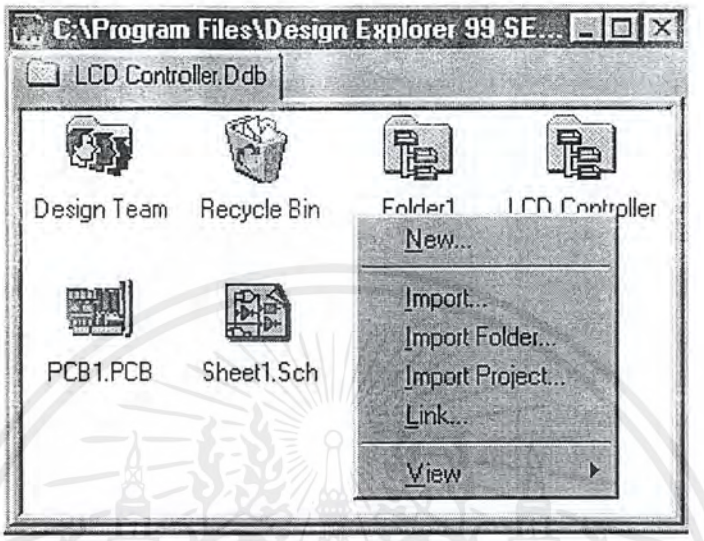
6) คลิกขวาบน icon เพื่อแสดงเมนูที่ใช้สำหรับจัดการ document หรือ folder นั้นๆ



รูปที่ 3.12 เมนูที่ใช้จัดการ document หรือ folder โดยการคลิกขวาที่ icon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

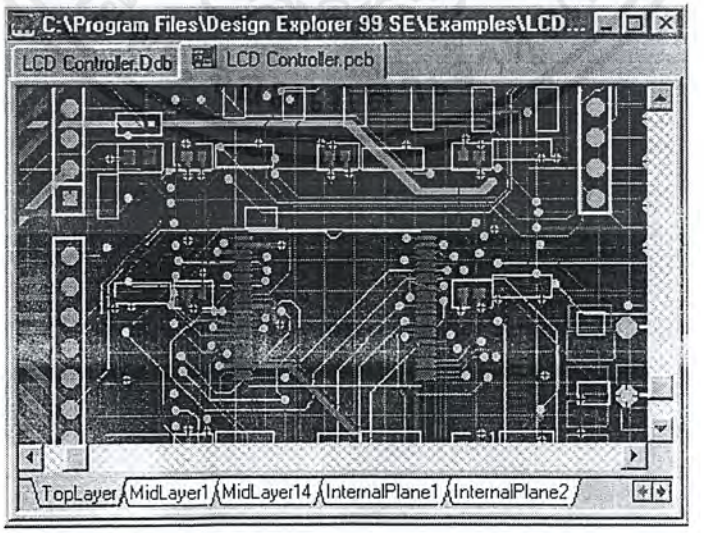
7) คลิกขวาบนที่ว่างใน Folder view จะปรากฏเมนูที่ใช้สร้าง document หรือ folder, การนำ document ภายนอกเข้ามาใช้งาน, การเชื่อมโยงกับ document ภายนอก ฯลฯ



รูปที่ 3.13 เมนูที่ใช้สร้าง document, นำ document ภายนอกเข้ามาใช้งาน, เชื่อมโยงกับ document ภายนอก

Editor view

เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงหรือแก้ไขข้อมูลภายใน document



รูปที่ 3.14 Editor view

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานโดยการเปิดหลายๆ Document พร้อมกัน

การใช้งาน Design Window มีความสะดวกอย่างมาก เพราะใน Design Window หนึ่งๆ จะมีการเชื่อม design document ที่เปิดอยู่ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปมาระหว่าง document ที่เปิดอยู่ได้ เมื่อต้องการเข้าไปที่ document ใดๆ สามารถทำได้ ดังนี้

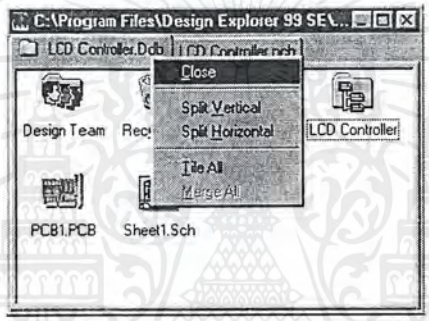
1) คลิกบน Tab ของ document ที่ต้องการ

2) ใช้ CTRL+TAB เพื่อเลื่อนไปยัง Tab ของ document ที่อยู่ทางด้านขวา

3) ใช้ CTRL+SHIFT+TAB เพื่อเลื่อนไปยัง Tab ของ document ที่อยู่ทางด้านซ้าย

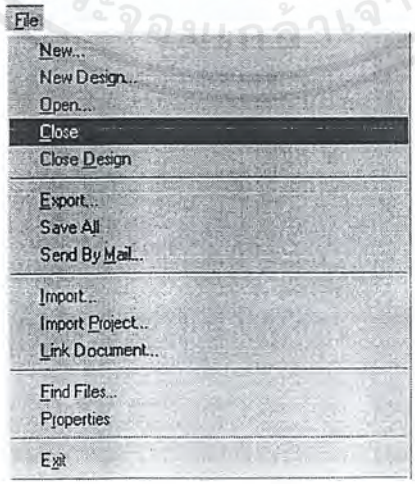
การปิด document

1) คลิกขวาบน document Tab แล้วเลือก Close จาก menu ที่ปรากฏขึ้น



รูปที่ 3.15 การปิด document โดยคลิกขวาบน document Tab แล้วเลือก Close

2) เลือก File >> Close จาก menu bar

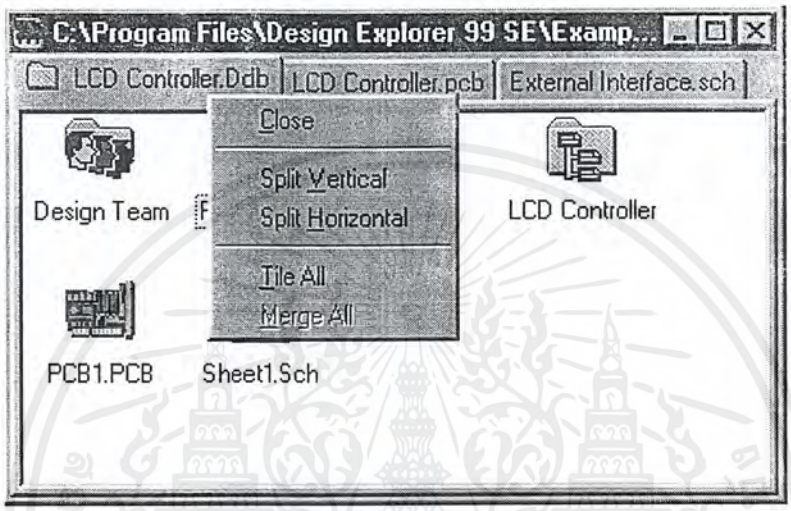


รูปที่ 3.16 การการปิด document โดยเลือก File >> Close

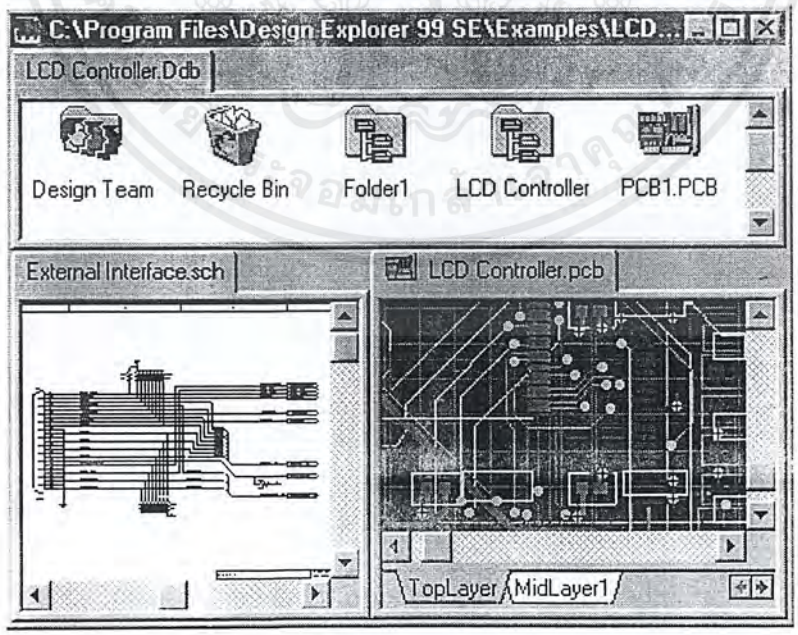
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งส่วน (Splitting) Design Window

เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องเปิด document มากกว่าหนึ่ง document ขึ้นไปในเวลาเดียวกัน เราสามารถที่จะแบ่ง Design Window ออกเป็นหลายๆ ส่วนได้โดยการ คลิกขวาบน Tab ที่ active อยู่ (Tab ที่ active อยู่จะมี icon เล็กๆ อยู่ทางด้านซ้าย) แล้วเลือก Split option จากเมนูที่ปรากฏขึ้น



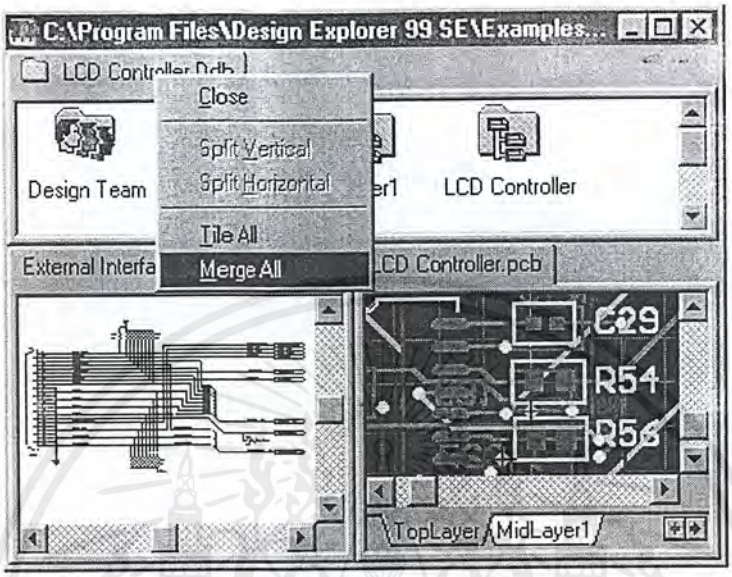
รูปที่ 3.17 เมนูที่ใช้ในการแบ่งส่วน Design Window



รูปที่ 3.18 Design Window หลังจากที่ได้ทำการแบ่งส่วนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำ Design Window ที่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆ ให้กลายเป็นส่วนเดียวกัน (single view) ทำได้โดยการคลิกขวาที่ Tab จากนั้นให้เลือก Merge All จากเมนูที่ปรากฏขึ้น



รูปที่ 3.19 การทำ Design Window ที่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆ ให้กลายเป็นส่วนเดียวกัน

3.3.2 Design Database คืออะไร

จากความหมายในพจนานุกรม Database (ฐานข้อมูล) หมายถึง "ที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นระเบียบ เพื่อสะดวกในการเข้าถึง"

ใน Protel 99 SE คำว่า Design Database หมายถึง Design document ที่มีการสร้างและเก็บบันทึกข้อมูลไว้ในฮาร์ดดิสก์ในรูปของไฟล์ๆ หนึ่ง เพื่อสะดวกในการจัดการและการเข้าถึงข้อมูล

document ทั้งหมดที่ถูกสร้างขึ้นมา เช่น Schematic sheet, PCB, BOM, DRC report, Gerber file และอื่นๆ จะถูกเก็บบันทึกไว้ใน Design Database ซึ่งในโปรแกรม Protel 99 SE นั้น Design Database คือไฟล์ที่มีนามสกุล .Ddb

เมื่อต้องการเปิด document ต่างๆที่อยู่ภายใน Design Database สามารถทำได้ง่าย โดยการคลิกบน document icon ที่อยู่ใน tree หรืออีกวิธีหนึ่งคือ ดับเบิ้ลคลิกบน document icon ที่แสดงอยู่ภายใน folder view ใน Design Window

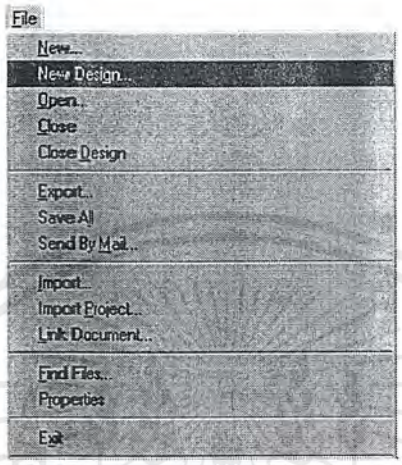
เมื่อต้องการเช็คดูว่ามี document ใดเปิดใช้งานอยู่บ้าง ให้สังเกตที่ Tab ซึ่งอยู่ในส่วนบนของ Design Window

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การสร้าง Design Database

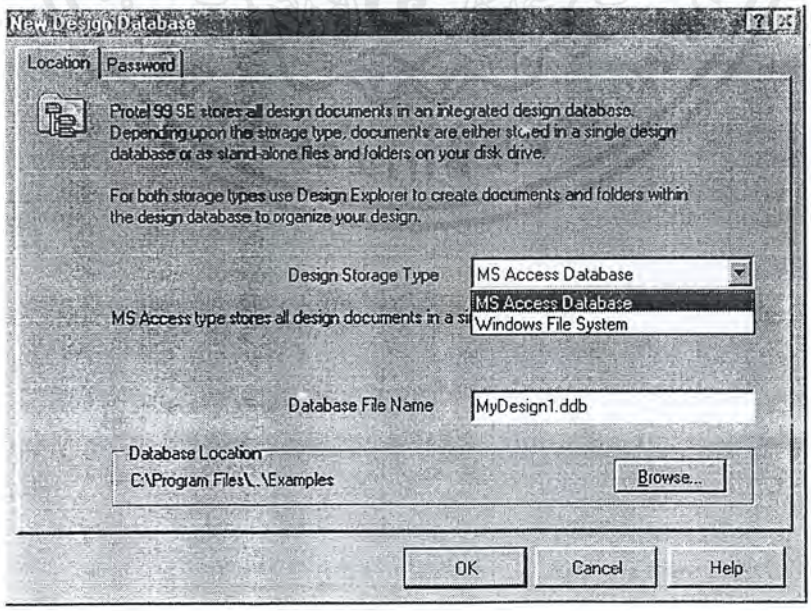
การสร้าง Design Database มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือก File >> New Design



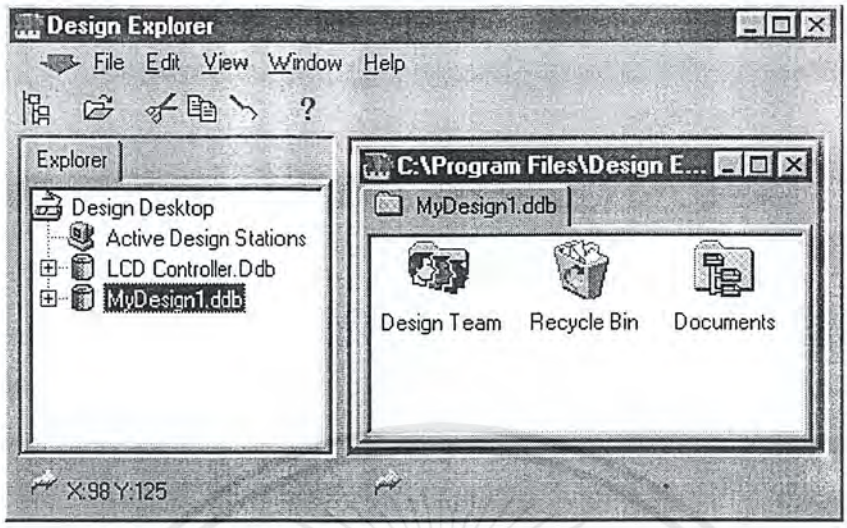
รูปที่ 3.20 การเลือก File >> New Design

2. จากหน้าจอ New Design Database ที่ปรากฏขึ้น ให้กำหนด: Storage Type, Database File name และ Database Location (สมมติว่าสร้าง Design Database ชื่อ MyDesign1.ddb)



รูปที่ 3.21 หน้าจอ New Design Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

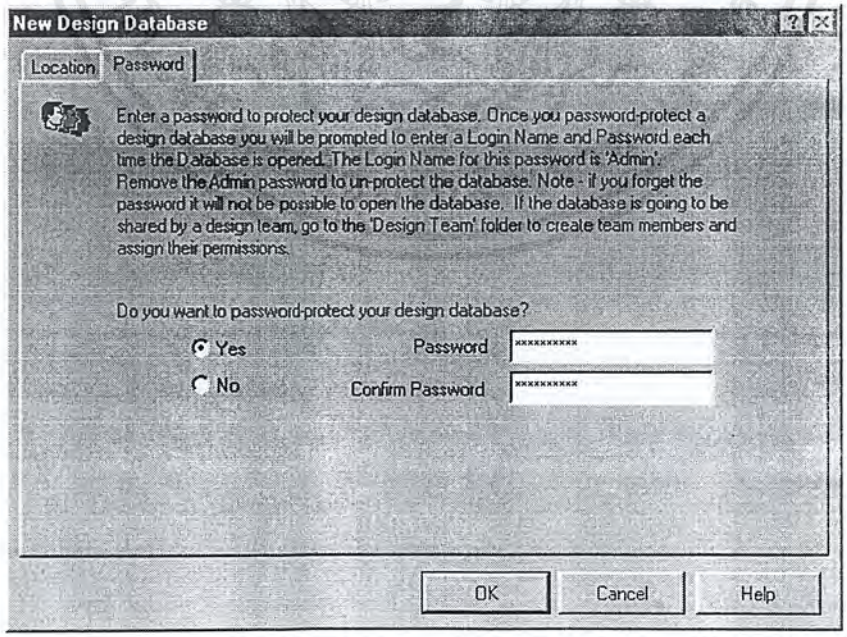


รูปที่ 3.22 Design Database ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ (MyDesign1.ddb)

3.3.4 การกำหนด Password

1) กำหนดในขณะที่ทำการสร้าง Design Database มีขั้นตอนดังนี้

1. จากรูปที่ 3.21 ให้คลิกที่ Password Tab
2. ทำการกำหนด Password และ Confirm Password ที่ได้กำหนดไว้

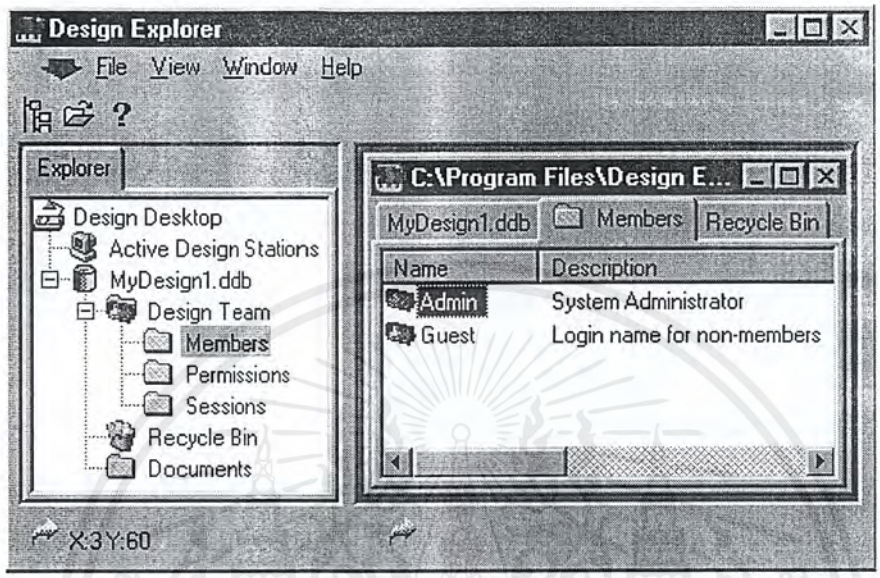


รูปที่ 3.23 การกำหนด Password

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

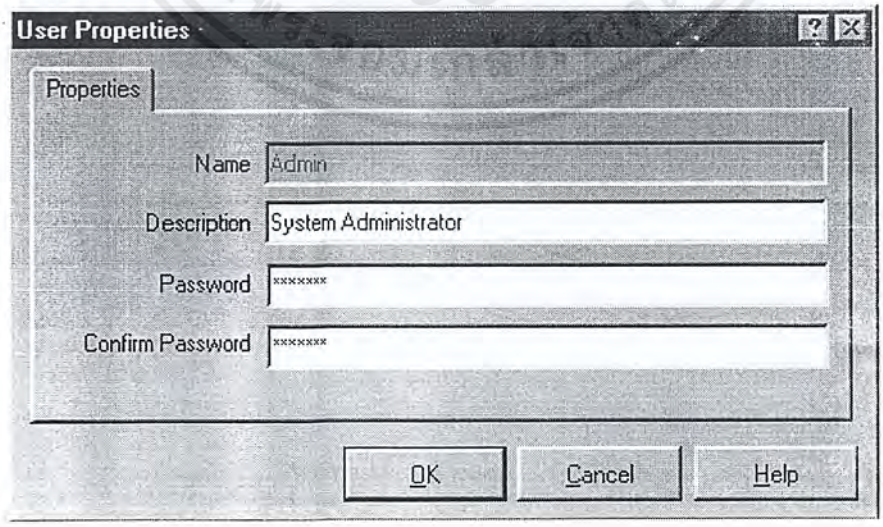
2) กำหนดภายหลังการสร้าง Design Database มีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าไปยัง folder ที่ชื่อ Members แล้วดับเบิ้ลคลิกที่ Admin



รูปที่ 3.24 สมาชิกของ Members

2. จากหน้าจอ User Properties ที่ปรากฏ ให้กำหนด Password และ Confirm Password ที่ได้ทำการกำหนดไว้



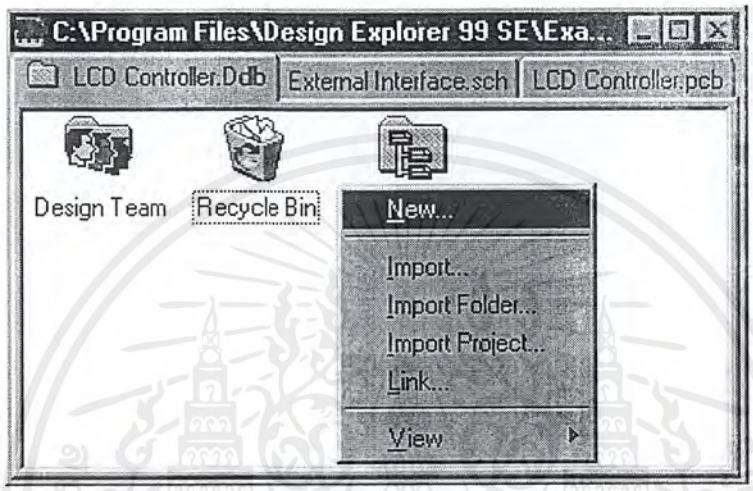
รูปที่ 3.25 หน้าต่าง User Properties

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การสร้าง Document ใน Design Database

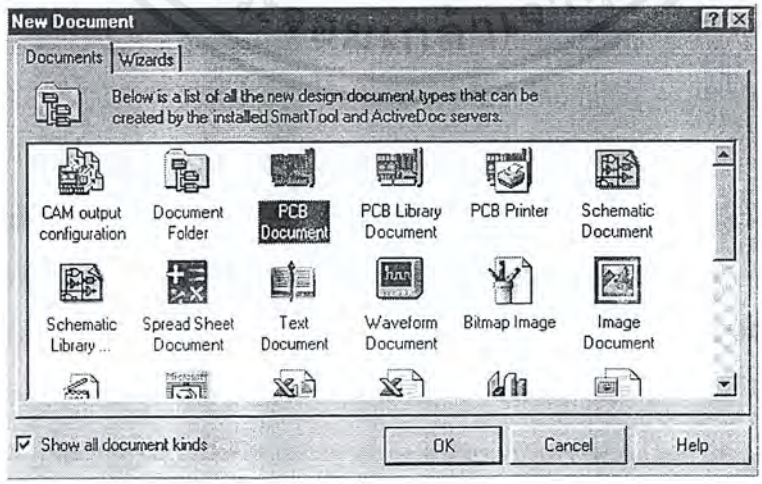
การสร้าง Document ใน Design Database มีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าไปยัง folder ที่จะใช้เก็บ document ที่สร้างขึ้นใหม่ จากนั้นคลิกขวาบริเวณที่ว่างใน folder view แล้วเลือก New จากเมนูที่ปรากฏขึ้น



รูปที่ 3.26 การเลือก New จากเมนูเพื่อทำการสร้าง document ตัวใหม่

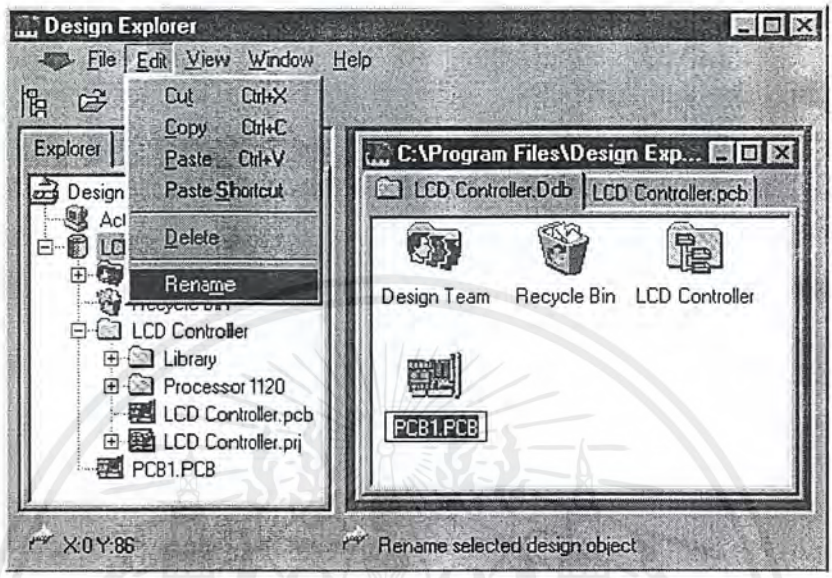
2. ภายในหน้าจอ New Document ที่ปรากฏขึ้น จะแสดงรายการประเภทของ document เอาไว้ ให้เลือกประเภทของ document ที่ต้องการ จากนั้นคลิก OK



รูปที่ 3.27 การเลือก New Document

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไอคอนของ document ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จะปรากฏอยู่ใน Design Window หากต้องการเปลี่ยนชื่อ document ให้คลิกบนไอคอน document แล้วเลือก Edit >> Rename จากเมนู



รูปที่ 3.28 การเปลี่ยนชื่อ document โดยการเลือก Edit >> Rename

3.3.6 การแก้ไข Document

1) วิธีการเปิด document เพื่อทำการแก้ไข

1. ใช้ Navigation Panel หาที่ตั้งของ document ใน Design Database เมื่อพบ documentที่ต้องการแล้ว ก็ให้คลิกบนไอคอน ของ document นั้นๆ เพื่อทำการเปิด ข้อดีของวิธีนี้คือ เราสามารถค้นหาที่ตั้งและเปิด document ได้เลย โดยที่ไม่ต้องเปิด folder ที่เก็บ document นั้นๆ ทำให้ไม่เสียเวลา

2. ดับเบิ้ลคลิกบนไอคอนของ sub-folder ที่อยู่ใน folder view ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบ document ที่ต้องการ จากนั้นให้ดับเบิ้ลคลิกบน document เพื่อทำการเปิด ข้อเสียของวิธีนี้คือ เราต้องทราบว่า document ที่เราต้องการนั้นเก็บอยู่ใน folder ใด จากนั้นเราก็ต้องเปิด folder ตัวนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบ document ที่ต้องการ ซึ่งทำให้เสียเวลากว่าวิธีที่ 1

2) การแก้ไข non-Protel document

เราสามารถแก้ไข non-Protel document (document ที่ถูกสร้างโดย OLE Server เช่น Word document และ Excel document) ใน Design Explorer ได้โดยตรง ยกตัวอย่างเช่น หากเราต้องการแก้ไข Word document ก็สามารถทำได้โดยการคลิกบน Word document ที่ต้องการแก้ไข จากนั้น

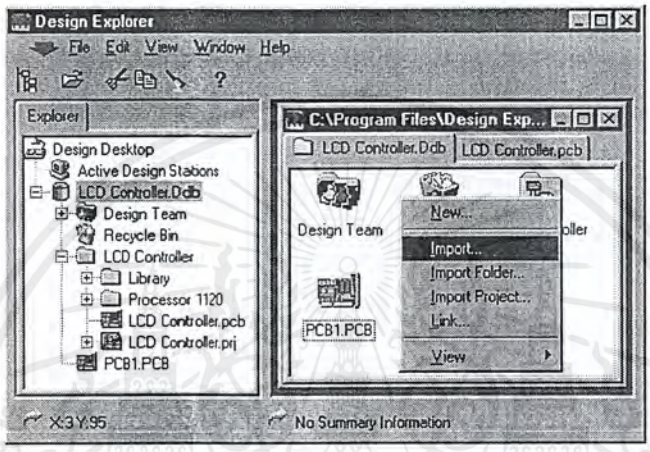
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Microsoft Word ก็จะถูกเปิดขึ้นมา เมื่อทำการแก้ไขและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่ได้กระทำใน Word document แล้ว document ตัวนี้ก็จะถูกบันทึกกลับไปไว้ใน Design Database

3.3.7 การนำ Document ภายนอกเข้ามาใช้งานใน Design Database

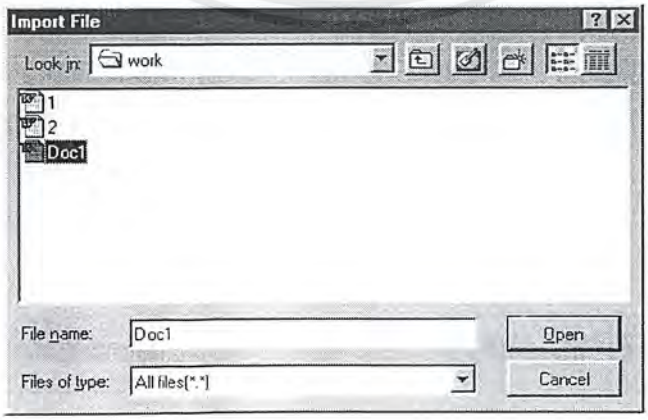
1) วิธีที่ 1 ใช้เมนูที่อยู่ใน Design Window มีขั้นตอนดังนี้

1. คลิกขวาบนที่ว่างใน folder view แล้วเลือก Import จากเมนูที่ปรากฏขึ้น



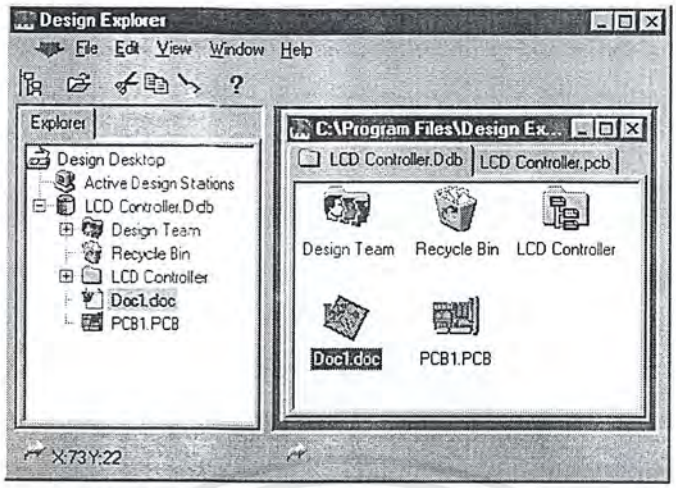
รูปที่ 3.29 การเลือก Import

2. จากหน้าจอ Import File ที่ปรากฏขึ้น ให้เลือก document ที่ต้องการ จากนั้นคลิกที่ Open document ที่นำเข้ามาจะถูกบันทึกไว้ใน Design Database และไอคอนของ document นี้ก็จะถูกใส่เพิ่มเข้าไปใน folder view ด้วย (ในตัวอย่างนี้ document ที่นำเข้ามาคือ Doc1 ดูรูปที่ 3.30 และ 3.31 ประกอบ)



รูปที่ 3.30 การเลือก Doc1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 Doc 1 ถูกนำเข้ามาใน Design Database

2) วิธีที่ 2 ใช้โปรแกรม Windows Explorer มีขั้นตอนดังนี้

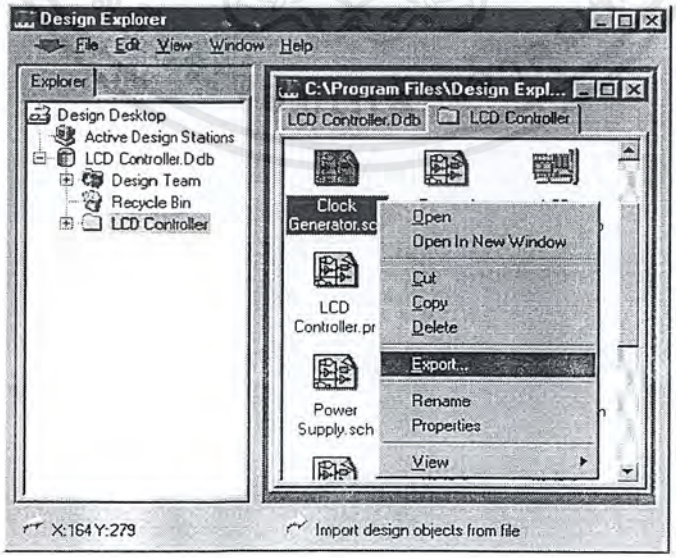
1. เปิดโปรแกรม Windows Explorer จาก Start menu

2. คลิกบน document ที่ต้องการนำเข้ามา จากนั้นลากแล้วนำไปวางบน Design Explorer ข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ภายใน document ที่นำเข้ามาจะถูกสร้างขึ้นใน Design Explorer โดยอัตโนมัติ

3.3.8 การส่ง Document ออกจาก Design Database

การส่ง document ออกจาก Design Database มีขั้นตอนดังนี้

1. คลิกขวาบน document ที่ต้องการส่งออกไป จากนั้นให้เลือก Export จากเมนูที่ปรากฏ

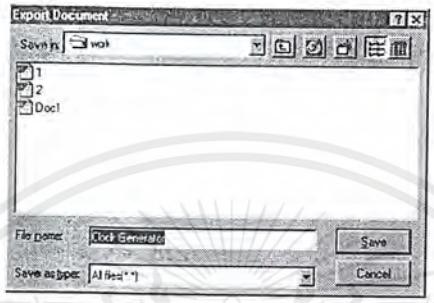


รูปที่ 3.32 การเลือก Export จากเมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากหน้าจอ Export Document ที่ปรากฏ ให้เข้าไปยัง folder ที่จะใช้เก็บ document ที่ส่งออกไป จากนั้นคลิกที่ Save

3. จากหน้าจอ Permissions Rule Properties ที่ปรากฏขึ้น ให้กระทำดังนี้ : เลือกสมาชิกที่ต้องการกำหนด Permissions ใน User Scope dialog box จากนั้นกำหนด Document Scope และ Permissions



รูปที่ 3.33 หน้าจอ Export Document

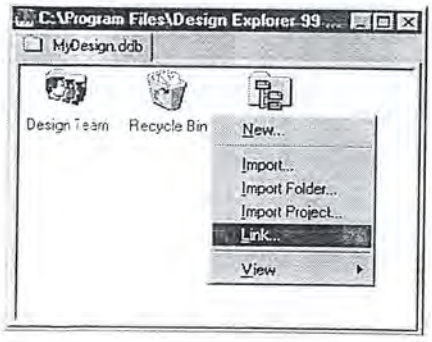
3.3.9 การเชื่อมโยงกับ Document ภายนอก

เราสามารถเชื่อมโยงหรือ Link กับ document ภายนอกได้ แต่จะไม่มีการบันทึก document ภายนอกตัวนี้ไว้ใน Design database ซึ่งการจัดการ document ภายนอกที่ถูกเชื่อมโยงเข้ามาก็จะเหมือนกับ document ตัวอื่นๆ ที่อยู่ภายใน Design Database อยู่ก่อนแล้ว

ข้อเสียของการเชื่อมโยง document ภายนอก คือ เราไม่สามารถทำการ Lock document ภายนอกในขณะที่เรากำลังใช้งานตัวมันอยู่ได้ ดังนั้นเราจึงไม่สามารถที่จะป้องกันข้อมูลในกรณีที่มีผู้ใช้สองคนเชื่อมโยงไปยัง document ภายนอกตัวเดียวกัน

การเชื่อมโยงกับ document ภายนอกมีขั้นตอนดังนี้

1. คลิกขวาใน folder view จากนั้นเลือกเมนู Link

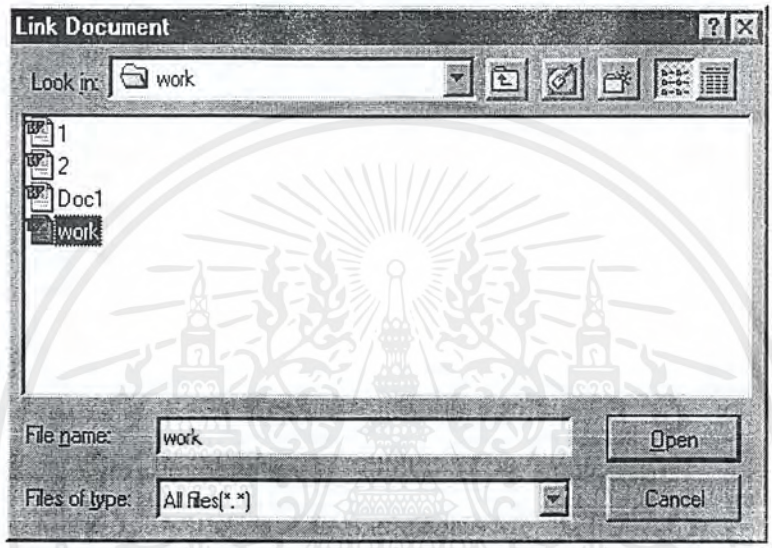


รูปที่ 3.34 การเลือกเมนู Link

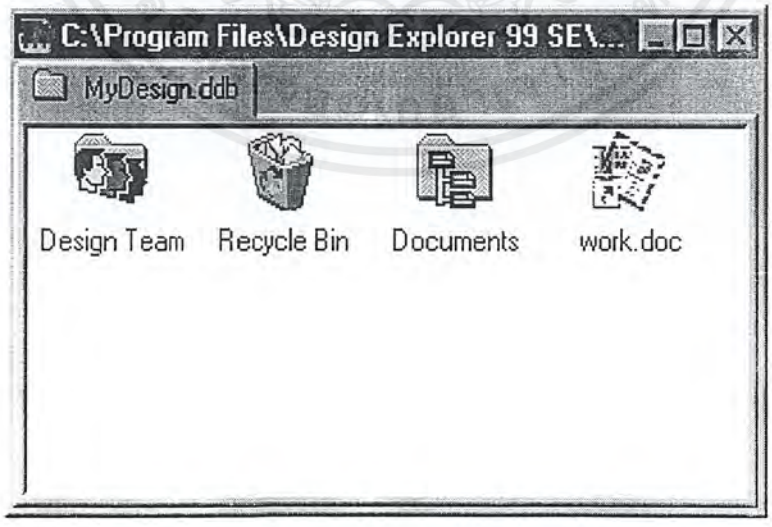
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากหน้าจอ Link Document ที่ปรากฏขึ้น ให้เลือก document ที่ต้องการ แล้วคลิกที่ Open ในตัวอย่างนี้เลือก work.doc

ไอคอนของ document ภายนอกที่ถูกเชื่อมโยงเข้ามาใน Design Database จะปรากฏอยู่ใน folder view ซึ่งที่มุมล่างซ้ายของไอคอนจะมีสัญลักษณ์ลูกศรปรากฏอยู่ เพื่อเป็นการแสดงว่า document ตัวนี้เป็น document ที่ถูกเชื่อมโยงเข้ามา



รูปที่ 3.35 การเลือก work.doc



รูปที่ 3.36 work.doc ถูกเชื่อมโยงเข้ามาใน MyDesign.ddb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

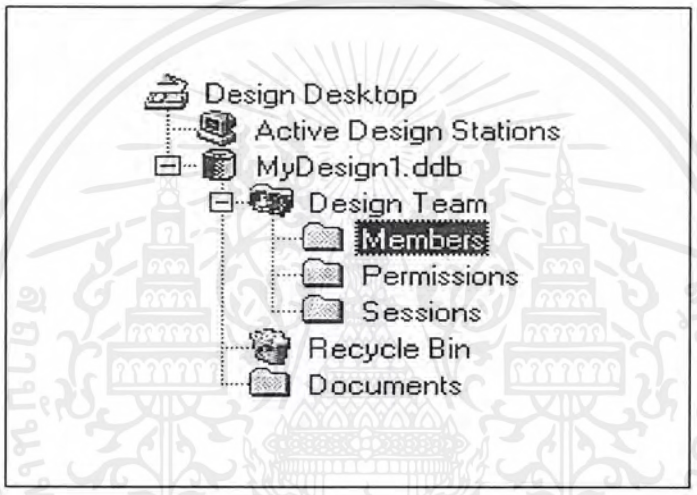
3.3.10 การใช้ข้อมูลร่วมกันภายใน Design Team

1) การสร้างสมาชิก (Team Member)

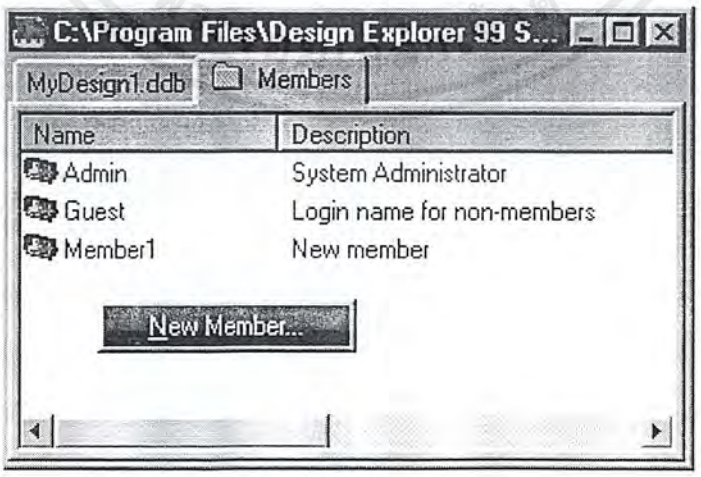
เมื่อทำการสร้าง Design Database ขึ้นมาใหม่ จะมีสมาชิกอยู่ 2 ตัวที่ถูกกำหนดมาให้แล้ว นั่นก็คือ Admin และ Guest

หากต้องการสร้างสมาชิกใหม่ ให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. คลิกบน Members ดังรูปที่ 3.37
2. คลิกขวาบนที่ว่างใน folder view แล้วเลือก New Member จากเมนูที่ปรากฏดังรูปที่ 3.38



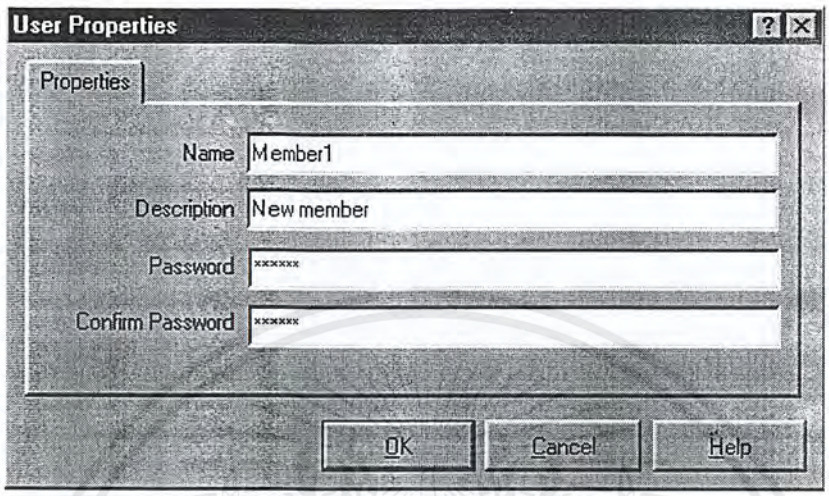
รูปที่ 3.37 การเลือก Members



รูปที่ 3.38 การเลือก New Member

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากหน้าจอ User Properties ที่ปรากฏขึ้น ให้ทำการกำหนด : Name, Description และ login Password จากนั้นคลิกที่ OK



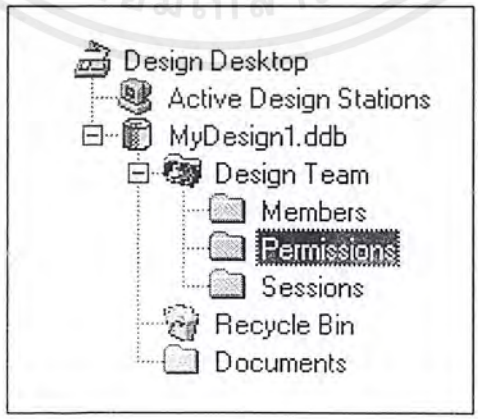
รูปที่ 3.39 หน้าต่าง User Properties

2) การกำหนด Permissions ให้กับ Team Members

เป็นการกำหนดรูปแบบการเข้าถึง document ให้กับ Team Members ซึ่งการเข้าถึงที่ว่านี้ได้แก่ Read(R), Write(W), Delete(D) และ Create(C)

การกำหนด Permissions มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

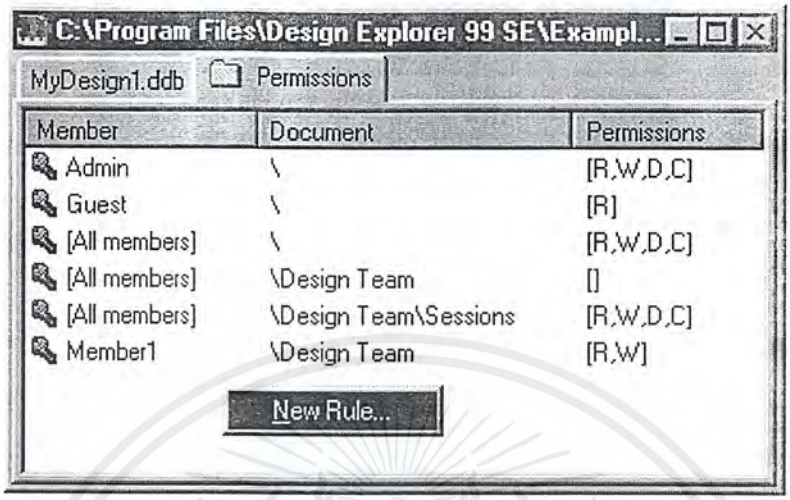
1. คลิกบน Permissions



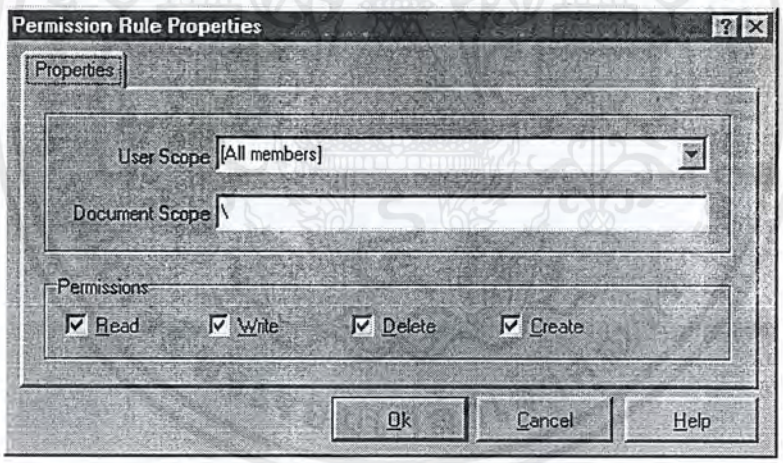
รูปที่ 3.40 การเลือก Permission

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คลิกขวาบนที่ว่างใน folder view แล้วเลือก New Rule จากเมนูที่ปรากฏ



รูปที่ 3.41 การเลือก New Rule



รูปที่ 3.42 หน้าต่าง Permission Rule Properties

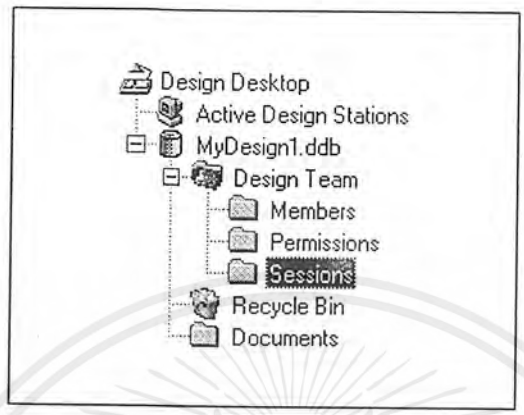
3) การตรวจสอบ document ที่เปิดใช้งานอยู่ โดยใช้ Sessions folder

การตรวจดูว่ามี document ใดบ้างที่เปิดใช้งานอยู่ โดยการเข้าไปที่ Sessions มีข้อดีกว่าการดูจาก Tab คือ นอกจากจะทำให้เราทราบชื่อของ document ที่เปิดอยู่แล้ว ยังทำให้เราทราบรายละเอียดอื่นๆ อีก เช่น location ของ document , Team Members ที่เปิด document นั้นๆ อยู่, ชื่อของเครื่อง PC ที่เปิด document และ สถานะของ document นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

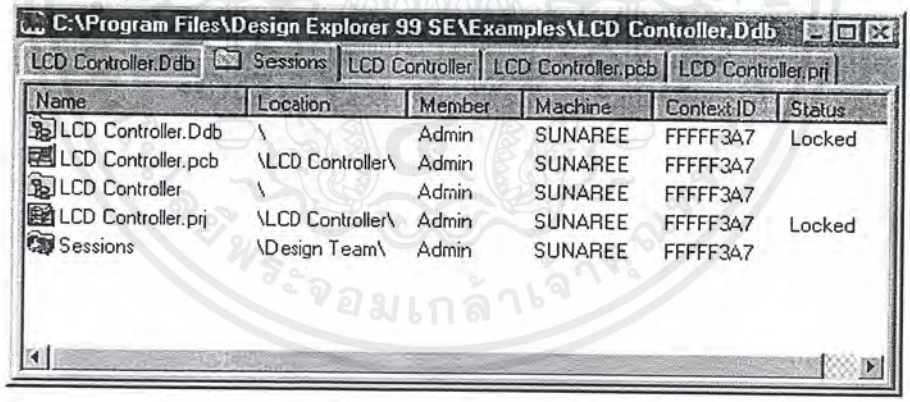
การตรวจสอบ document ที่เปิดใช้งานอยู่ โดยใช้ Sessions folder มีขั้นตอนดังนี้

1. คลิกบน Sessions



รูปที่ 3.43 การเลือก Sessions

2. ดูรายละเอียดต่างๆ ของ document ที่ต้องการได้ใน folder view



รูปที่ 3.44 รายละเอียดที่อยู่ใน Sessions

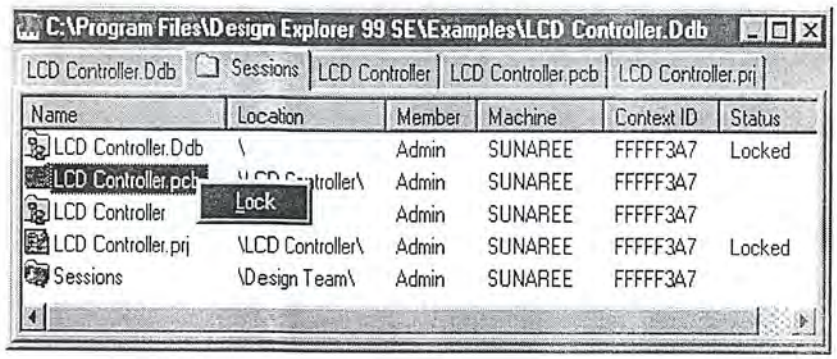
4) การ Lock Document

การ Lock Document มีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าไปที่ Sessions

2. คลิกขวาบน document ที่ต้องการ แล้วเลือก Lock จากเมนูที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

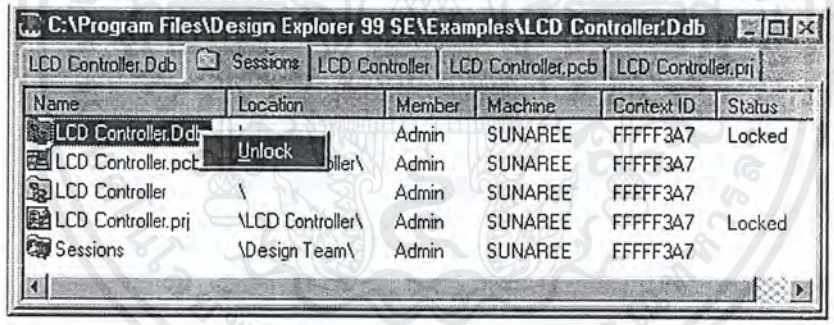


รูปที่ 3.45 การ Lock document

5) การ Unlock document

การ Unlocd document มีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าไปที่ Sessions
2. คลิกขวาบน document ที่ต้องการ แล้วเลือก UnLock จากเมนูที่ปรากฏ



รูปที่ 3.46 การ Unlock document

การ Unlock document ไม่เพียงจะกระทำได้โดยการเลือกจากเมนูเท่านั้น แต่เมื่อสมาชิกที่ทำการ Lock document ได้ปิด document แล้ว document ตัวนี้ก็จะถูก Unlock ให้โดยอัตโนมัติ

3.3.11 ทรัพยากร

1) เมนู (Menu)

เมนูทั้งหมดได้ถูกจัดรวมเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ มีการจัดวางตำแหน่งของเมนูที่เป็นมาตรฐาน ยกตัวอย่างเช่น การเปิดและบันทึกไฟล์, การพิมพ์, หรือการแก้ไขต่างๆ เช่น การตัด, การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาง จะมีรูปแบบเหมือนกันในทุก Editor นั่นหมายถึง เราสามารถกระทำปฏิบัติการต่างๆ เหล่านี้ได้เหมือนๆกัน ใน Editor ที่แตกต่างกัน

1.1) Pop-up Menu

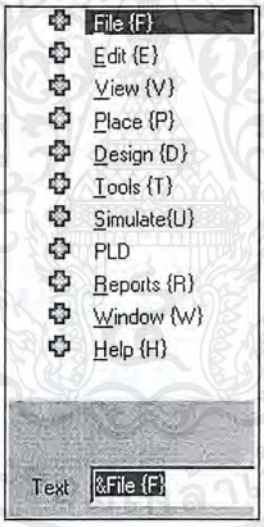
Design Explorer สนับสนุนการกำหนด special shortcut key สำหรับเข้าถึงเมนูใน editor ยกตัวอย่างเช่น กด F ใน Schematic Editor ก็จะปรากฏ File menu, กด T ก็จะปรากฏ Tools menu นี่เป็นอีกหนทางหนึ่งที่อำนวยความสะดวกในการเข้าถึงเมนูโดยตรงผ่านทางคีย์บอร์ด

1.2) การแก้ไขเมนู

มีขั้นตอนดังนี้

1. ดับเบิ้ลคลิกบนเมนูบาร์ จากนั้นจะปรากฏหน้าจอ Menu Properties

2. shortcut key จะถูกกำหนดอยู่ในรูปตัวอักษรซึ่งอยู่ในเครื่องหมาย {} หากต้องการแก้ไขก็ให้กระทำในText โดยการเปลี่ยนตัวอักษรที่อยู่ใน {}



รูปที่ 3.47 ส่วนที่ใช้ในการแก้ไขเมนู

1.3) Menu Shortcut ได้แก่

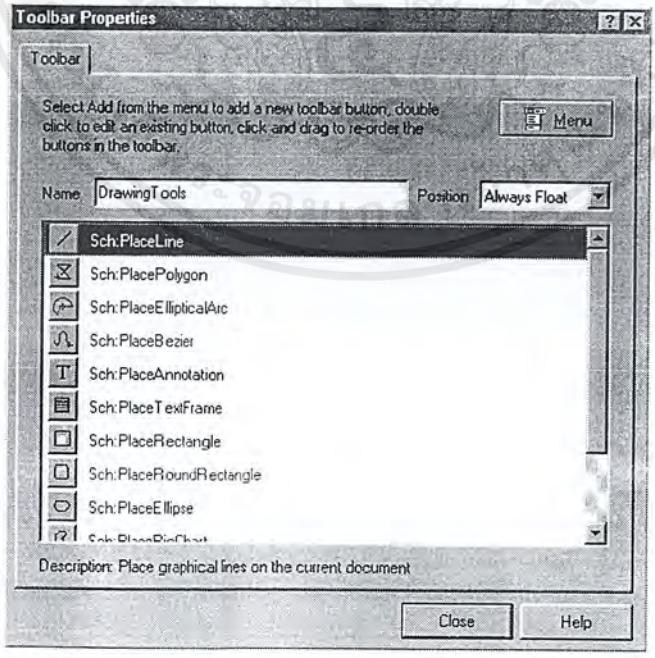
A	เท่ากับ	Edit >> Align
B	เท่ากับ	View >> Toolbars
E	เท่ากับ	Edit
F	เท่ากับ	File
H	เท่ากับ	Help

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

J	เท่ากับ	Edit >> Jump
L	เท่ากับ	Edit >> Set Location Marks
M	เท่ากับ	Edit >> Move
D	เท่ากับ	Design
P	เท่ากับ	Place
R	เท่ากับ	Reports
S	เท่ากับ	Edit >> Select
T	เท่ากับ	Tools
V	เท่ากับ	View
W	เท่ากับ	Window
X	เท่ากับ	Edit >> DeSelect
Z	เท่ากับ	Zoom

2) ทูลบาร์ (Toolbar)

ใน Design Explorer เราสามารถกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนของทูลบาร์ไว้ ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง หรือปล่อยให้ลอย (floating) เพื่อเคลื่อนย้ายตำแหน่งไปมาได้ การแก้ไขทำได้โดยการดับเบิ้ลคลิกบน Title ของทูลบาร์ จากนั้นจึงเข้าไปแก้ไขใน Toolbar Properties



รูปที่ 3.48 หน้าต่าง Toolbar Properties

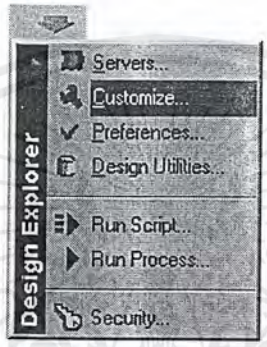
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Shortcut Key

ในแต่ละ Editor จะมี shortcut key table อย่างน้อยหนึ่ง table ซึ่งเราสามารถแก้ไขและสร้าง shortcut key table ขึ้นใหม่ได้ โดยที่ shortcut key อาจจะมีเพียงคีย์เดียวหรือผสมคีย์ CTRL, SHIFT และ ALT เข้าไว้ด้วยกันก็ได้

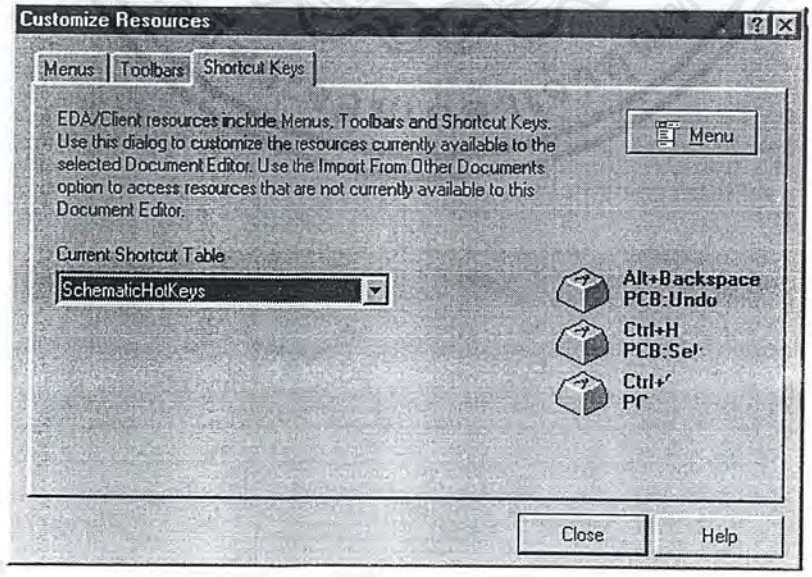
3.1) การแก้ไข shortcut key table มีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าไปที่ Client menu >> Customize



รูปที่ 3.49 การเลือก Client menu >> Customize

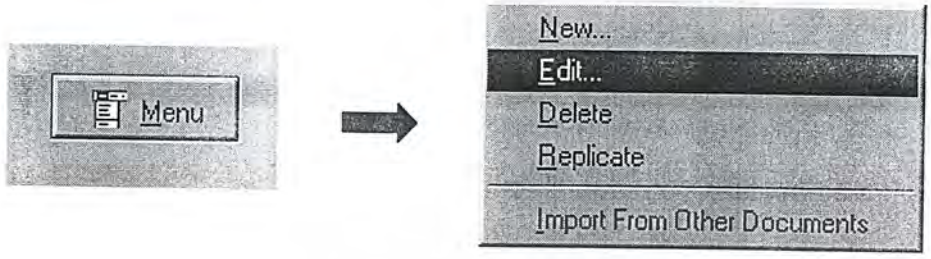
2. เลือก shortcut key table ที่ต้องการแก้ไขจากหน้าจอ Customize Resources ที่ปรากฏขึ้น



รูปที่ 3.50 หน้าต่าง Customize Resources

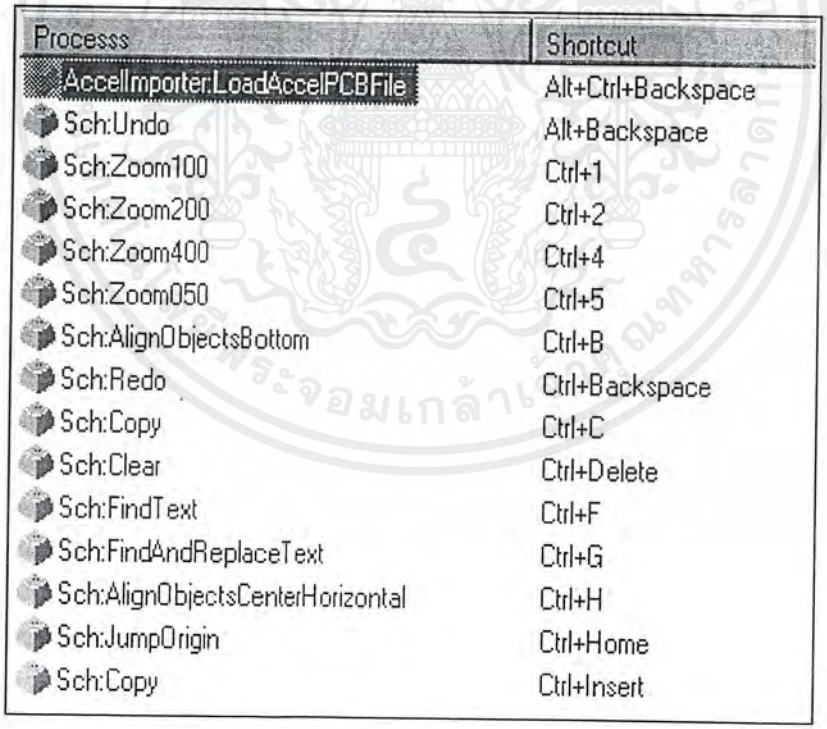
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากรูปที่ 3.50 ให้คลิกที่ Menu จากนั้นเลือก Edit



รูปที่ 3.51 การเลือก Edit

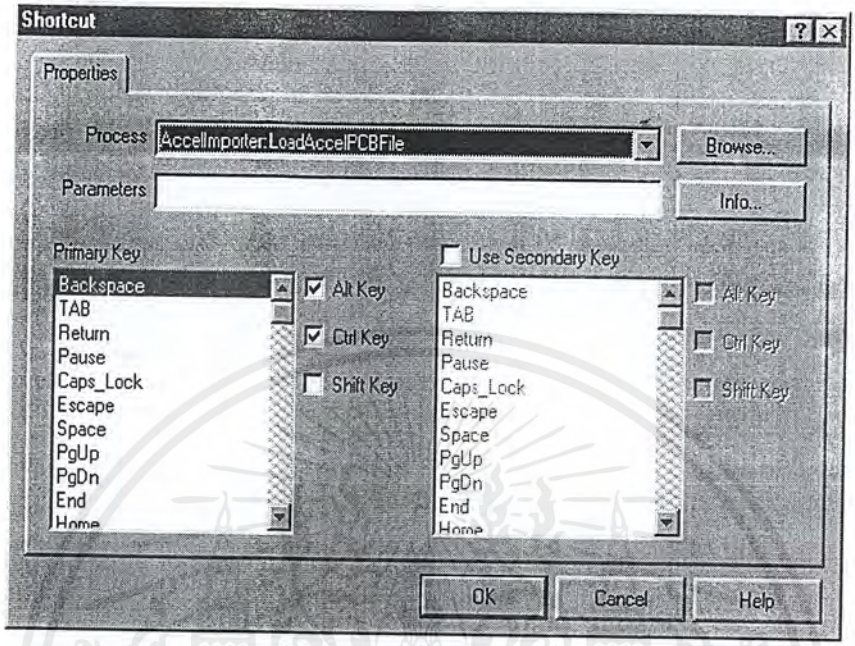
4. จากหน้าจอ Shortcut Table ที่ปรากฏ ให้ดับเบิ้ลคลิกบน Process ที่ต้องการแก้ไข shortcut key



รูปที่ 3.52 การเลือก Process ที่ต้องการแก้ไข shortcut key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการแก้ไข shortcut key จากหน้าจอ Shortcut ที่ปรากฏขึ้น



รูปที่ 3.53 หน้าต่าง Shortcut

3.2) Keyboard Shortcut ได้แก่

Ctrl+Backspace	เท่ากับ	Redo
Alt+Backspace	เท่ากับ	Undo
PageUp	เท่ากับ	Zoom in
PageDown	เท่ากับ	Zoom out
Ctrl+PageDown	เท่ากับ	Zoom down
End	เท่ากับ	Redraw
Home	เท่ากับ	Pan
Ctrl+Home	เท่ากับ	Jump to Origin
Up Arrow	เท่ากับ	เลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้นครั้งละ 1 grid
Shitf+ Up Arrow	เท่ากับ	เลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้นครั้งละ 10 grid
Down Arrow	เท่ากับ	เลื่อนเคอร์เซอร์ลงครั้งละ 1 grid
Shift+Down Arrow	เท่ากับ	เลื่อนเคอร์เซอร์ลงครั้งละ 10 grid
Left Arrow	เท่ากับ	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้ายครั้งละ 1 grid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shift+Left Arrow	เท่ากับ	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้ายครั้งละ 10 grid
Right Arrow	เท่ากับ	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวาครั้งละ 1 grid
Shift+ Right Arrow	เท่ากับ	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวาครั้งละ 10 grid
Shift+Insert	เท่ากับ	Paste
Ctrt+Insert	เท่ากับ	Copy
Shift+Delete	เท่ากับ	Cut
Ctrl+Delete	เท่ากับ	Clear
Delete	เท่ากับ	ลบออปเจ็กต์ครั้งละ 1 ตัว
Ctlr	เท่ากับ	เลิกใช้ snap grid ชั่วคราว
Ctlr+1	เท่ากับ	Zoom 100%
Ctlr+2	เท่ากับ	Zoom 200%
Ctlr+4	เท่ากับ	Zoom 400%
Ctlr+5	เท่ากับ	Zoom 50%
Ctlr+F	เท่ากับ	เปิดหน้าต่าง Find Text
Ctlr+G	เท่ากับ	เปิดหน้าต่าง Find And Replace Text
Ctlr+V	เท่ากับ	เรียงออปเจกต์ในแนวตั้งจากตรงกลาง
Ctlr+L	เท่ากับ	เรียงออปเจกต์ในแนวตั้งไปทางด้านซ้าย
Ctlr+R	เท่ากับ	เรียงออปเจกต์ในแนวตั้งไปทางด้านขวา
Ctlr+H	เท่ากับ	เรียงออปเจกต์ในแนวนอนจากตรงกลาง
Ctlr+T	เท่ากับ	เรียงออปเจกต์ในแนวนอนไปทางด้านบน
Ctrl+B	เท่ากับ	เรียงออปเจกต์ในแนวนอนไปทางด้านล่าง
Shift+F4	เท่ากับ	Tile
Shift+F5	เท่ากับ	Cascade

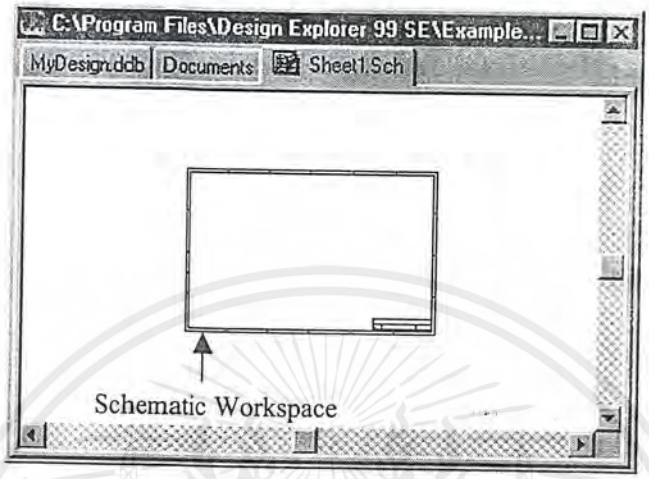
3.3.12 การทำงานใน Schematic Editor

Schematic Server ของ Protel 99 SE ประกอบด้วย Document Editor สองตัวคือ Schematic Sheet Editor และ Schematic Library Editor ซึ่งการทำงานในแต่ละ editor ก็มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันก็ตรงที่ Schematic Sheet Editor ใช้สำหรับการสร้างและแก้ไข Schematic ส่วน Schematic Library Editor ใช้สำหรับการสร้างและแก้ไขอุปกรณ์และไลบรารีของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.13 การกำหนด Schematic Workspace

Schematic Workspace คือ พื้นที่หรือขอบเขตที่ใช้ในการสร้างแบบวงจร



รูปที่ 3.54 Schematic Workspace

1) อักขระพิเศษ

อักขระพิเศษ เป็นข้อความที่ Schematic จะทำการแปลเมื่อsheetถูกปริ้นท์ออกมา อักขระพิเศษแต่ละตัวต่างก็เชื่อมโยงไปยังฟิลด์ที่อยู่ภายในแท็ป Organization ซึ่งอยู่ในหน้าต่าง Document Option อักขระพิเศษ ได้แก่ .TITLE, .DATE, .TIME, .ORGANIZATION เป็นต้น เราสามารถวางอักขระพิเศษไว้บน Sheet Template หรือวางไว้บน Schematic Sheet โดยตรงก็ได้

ในการวางอักขระพิเศษบน Sheet Template ให้เข้าไปที่หน้าต่าง Document Option ของsheetนั้นๆ เพื่อใส่ข้อความลงในฟิลด์ต่างๆ เมื่อsheetถูกปริ้นท์ออกมา อักขระพิเศษแต่ละตัวจะถูกแทนที่ด้วยข้อความที่ได้ใส่ไว้ในฟิลด์ โดยที่ข้อความนี้เป็นข้อความที่สอดคล้องกันกับอักขระพิเศษตัวนั้นๆ ถ้าเราต้องการตรวจสอบข้อความต่างๆ บนหน้าจอ ก่อนที่จะทำการปริ้นท์sheetออกมา ให้เลือกเมนู Tool >> Preferences จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Preferences ขึ้นมา ให้คลิกที่แท็ป Graphical Edit แล้วทำเครื่องหมายเช็คหน้าออปชั่น Convert Special Strings

อักขระพิเศษที่เชื่อมโยงกับหน้าต่าง Document Option มีดังนี้

.ORGANIZATION	แสดงข้อความที่อยู่ใน Organization field
.ADDRSS1	แสดงข้อความที่อยู่ในบรรทัดแรกของ Address field
.ADDRSS2	แสดงข้อความที่อยู่ในบรรทัดที่สองของ Address field
.ADDRSS3	แสดงข้อความที่อยู่ในบรรทัดที่สามของ Address field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.ADDRSS4	แสดงข้อความที่อยู่ในบรรทัดที่สี่ของ Address field
.SHEETNUMBER	แสดงข้อความที่อยู่ใน Sheet No. field
.SHEETTOTAL	แสดงข้อความที่อยู่ใน Sheet Title field
.TITLE	แสดงข้อความที่อยู่ใน Document Title field
.DOCUMENTNUMBER	แสดงข้อความที่อยู่ใน Document No. field
.REVISION	แสดงข้อความที่อยู่ใน Document Revision field

อักขระพิเศษต่อไปนี้จะถูกแทนที่ด้วยข้อมูลปัจจุบันเมื่อมีการปริ้นท์sheet

.DOC_FILE_NAME	แสดงชื่อไฟล์ของ Schematic sheet
.DOC_FILE_NAME_NO_PATH	แสดงชื่อไฟล์ของ Schematic sheet โดยไม่บอก path
.TIME	แสดงเวลาปัจจุบัน
.DATE	แสดงวันที่ปัจจุบัน

2) Sheet Template

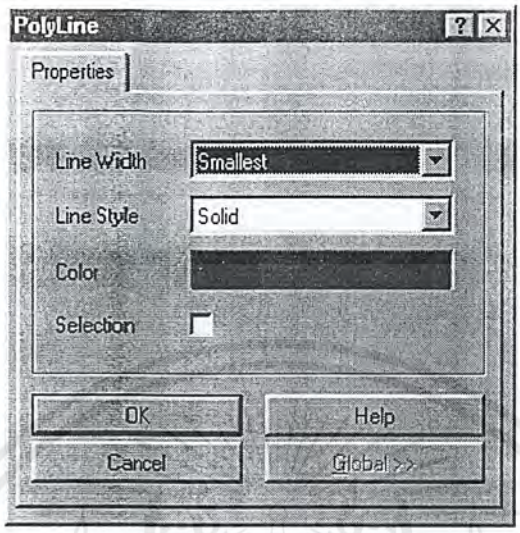
Sheet Template คือ sheetแม่แบบที่ออกแบบไว้แล้ว เพื่อนำไปใช้ในการสร้างsheetอื่นๆ ใน Schematic Editor ได้จัดเตรียม Sheet Template ไว้จำนวนหนึ่งแล้ว แต่เราสามารถสร้างหรือออกแบบ Sheet Template ขึ้นใหม่ได้ ซึ่งวิธีการสร้างก็เหมือนกับการสร้าง Schematic Sheet ทั่วๆ ไป แต่หลังจากที่ใส่ออปเจ็กต์ต่างๆ ลงบนsheetเรียบร้อยแล้ว ให้เลือกเมนู *File >> Save Copy As* เพื่อทำการบันทึกsheetที่เราออกแบบไว้ให้เป็น Sheet Template ไฟล์ (Sheet Template ไฟล์ คือไฟล์ที่มีนามสกุล .DOT)

ขั้นตอนการสร้าง Sheet Template มีดังนี้

1. หลังจากเปิด folder ที่จะใช้เก็บ Sheet Template แล้ว ให้เลือกเมนู *File >> New*
2. จากหน้าต่าง New Document ที่ปรากฏ ให้เลือก Schematic Document แล้วคลิกที่ OK
3. ดับเบิ้ลคลิกบนไอคอน เพื่อทำการเปิดsheet จากนั้นเลือกเมนู *Design >> Options*
4. จากหน้าต่าง Document Options ที่ปรากฏ ให้คลิกที่แท็ป Sheet Options แล้วทำการกำหนดขนาดของsheetใน Standard Styles และ Un-check ที่ Title Block
5. สร้าง Title Block ขึ้นใหม่โดยคลิกที่ graphical line จากทูลบาร์ Drawing Tools หรือเลือกเมนู Place >> Drawing Tools >> Line จากนั้นจะมี cross-hair ปรากฏขึ้น
6. ก่อนที่จะเริ่มใช้ line ให้กดคีย์ Tab จากนั้นจึงกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของ line จากหน้าต่าง PolyLine ที่ปรากฏขึ้น
7. คลิกที่ Color box เพื่อเปิดหน้าต่าง Choose Color ให้เลือกสีหมายเลข 3 (สีดำ) จากนั้นคลิกที่ OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กำหนดออปชั่น Line Width เท่ากับ Smallest จากนั้นคลิกที่ OK



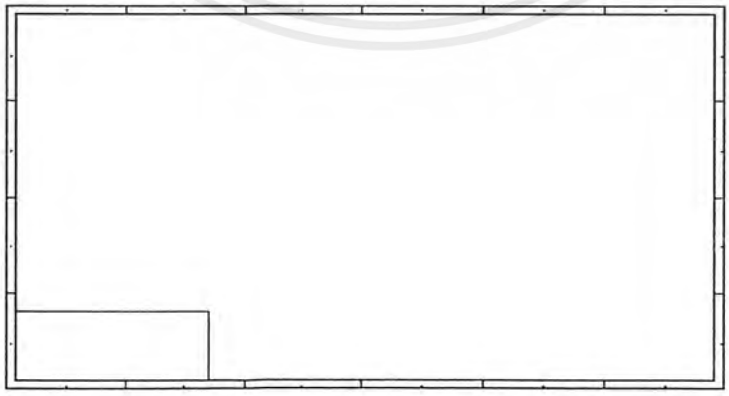
รูปที่ 3.55 หน้าต่าง PolyLine

9. กำหนดตำแหน่งเคอร์เซอร์บน Sheet Workspace แล้วคลิก OK เพื่อให้เป็นจุดเริ่มต้นขอบแรกของ Title Block

10. เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังจุดที่ต้องการให้เป็นจุดปลายของขอบ แล้วคลิก OK ตอนนี้เราก็จะได้ขอบมาแล้วหนึ่งด้าน ทำในลักษณะเช่นนี้จนได้ขอบครบทุกด้าน

11. คลิกขวาหรือกดคีย์ ESC หนึ่งครั้ง เพื่อสิ้นสุดการวาด Title Block

12. คลิกขวาหรือกดคีย์ ESC สองครั้ง เพื่อออกจากคำสั่ง Place Line



รูปที่ 3.56 Sheet Workspace ที่ทำการวาด Title Block แล้ว

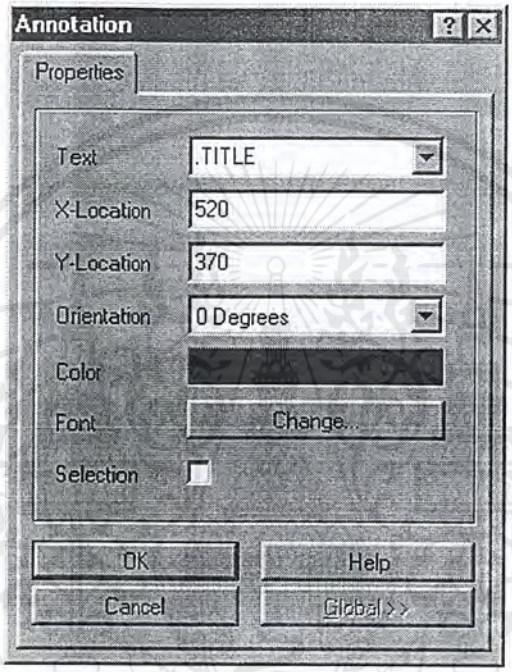
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ทำการวางข้อความลงใน Title Block โดยเลือกเมนู Place >> Annotation

14. ก่อนที่จะวางข้อความให้กดคีย์ Tab เพื่อกำหนดคุณสมบัติของข้อความจากหน้าต่าง Annotation ที่ปรากฏขึ้น

15. คลิกที่ Change แล้วกำหนดขนาดตัวอักษรเท่ากับ 18 จากนั้นคลิก OK

16. ในส่วน Text field ให้เลือกอักขระพิเศษ .TITLE จากนั้นคลิก OK



รูปที่ 3.57 หน้าต่าง Annotation

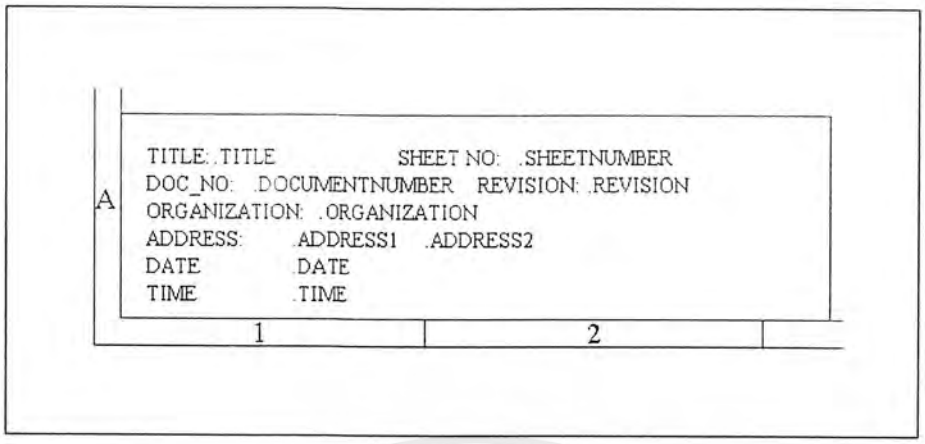
17. เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งที่เหมาะสมใน Title Block แล้วคลิกหนึ่งครั้งเพื่อทำการวางข้อความ

18. กดคีย์ Tab อีกครั้งหนึ่ง แล้วเลือก .SHEETNUMBER จาก Text field จากนั้นจึงนำไปวางใน Title Block

19. ทำการวางอักขระพิเศษตัวอื่นๆ ได้แก่ .ORGANIZATION, .DATE, .TIME, .ADDRESS1, .ADDRESS2 ลงใน Title Block จากนั้นคลิกขวาหรือกดคีย์ ESC หนึ่งครั้งเพื่อจบคำสั่ง Place Annotation

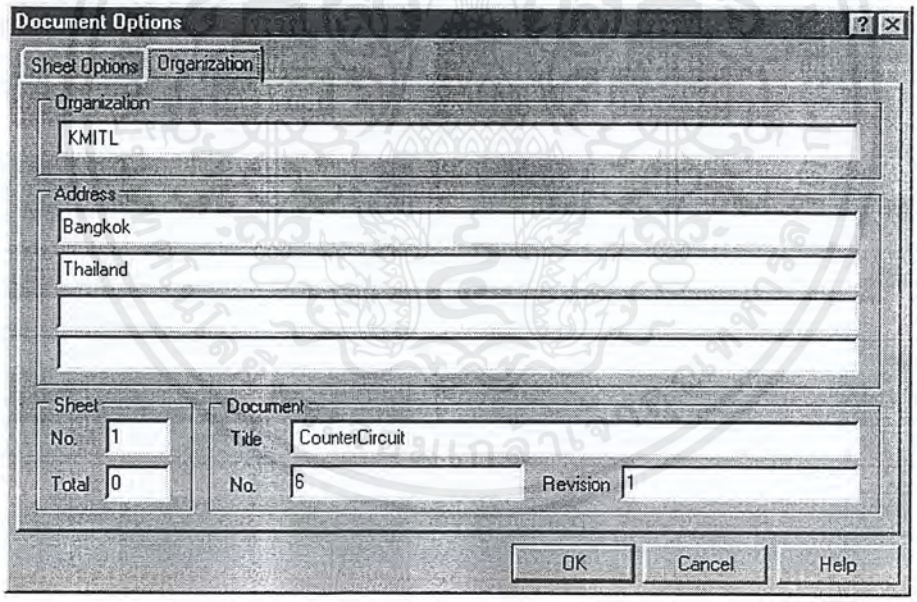
20. วางข้อความอื่นๆ และจัดการวางข้อความทั้งหมดดังรูปที่ 3.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.58 ข้อความและอักขระพิเศษที่กำหนดไว้ใน Title Block

21. เลือกเมนู Design >> Options แล้วคลิกที่แท็ป Organization จากนั้นเติมข้อความดังรูป



รูปที่ 3.59 ข้อความที่เติมลงในส่วนต่างๆ ภายในแท็ป Organization

22. ทำการบันทึกข้อมูล โดยเลือกเมนู File >> Save As

23. พิมพ์ชื่อ Sheet Template ที่ต้องการบันทึก และกำหนดรูปแบบการบันทึกเป็น Advanced Schematic template binary(*.dot) จากนั้นคลิก OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การกำหนด Default Template

เมื่อทำการสร้างsheetขึ้นใหม่นั้น เราสามารถเรียกใช้ Sheet Template ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งการกำหนดให้ Sheet Template ใดๆ ถูกเรียกใช้โดยอัตโนมัติ หรือเป็น Default Template มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกเมนู Tools >> Preferences

2. จากหน้าต่าง Preferences ที่ปรากฏ ให้คลิกที่แท็ป Schematic

3. คลิกที่ Browse เพื่อแสดงหน้าต่าง Select

4. เลือก database ที่เก็บ Sheet Template ที่เราต้องการให้เป็น Template อัตโนมัติจาก drop-down list box จากนั้นจึงเลือก Template ที่ต้องการ

5. เมื่อเราคลิก OK แล้วกลับมายังหน้าต่าง Preferences ชื่อของ Template ที่เราเลือกไว้จะปรากฏอยู่ในส่วน Defalt Template File จากนั้นคลิก OK เพื่อปิดหน้าต่าง Preferences

3.3.14 Schematic Design Objects

Wire ใช้สร้างการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่างจุดต่างๆ ใน schematic

Bus ใช้ในการเชื่อมต่อ wire หลายๆ เส้นเข้าด้วยกัน

Bus Entry ใช้ในการเชื่อมต่อ bus เข้ากับ wire

Net Label ใช้ในการกำหนดชื่อให้กับ net ต่างๆ

Power Port ใช้ในการกำหนด power net หรือ ground net

Part ใช้ในการวาง part ต่างๆ ลงบน sheet workspace

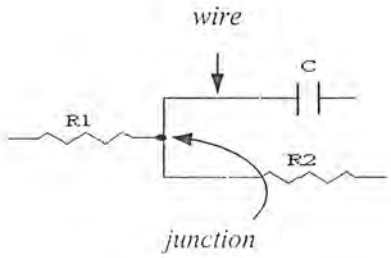
Sheet ใช้แทน sub-sheet เพื่อนำไปเชื่อมโยงกับ sheet อื่นๆ

Sheet Entry ใช้เชื่อมต่อ Sheet Symbol เข้ากับ sheet ที่เรียกใช้ sheet entry นี้

Port ใช้เชื่อม net ที่ต่อถึงกัน

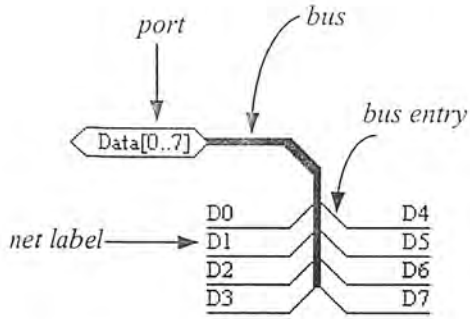
Junction ใช้กำหนดจุดต่อของ wire เมื่อมีการลากทับกันตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป

No Arc Directive ใช้นำไปวางบน nodeใดๆ ที่ไม่ต้องการใช้ ERC

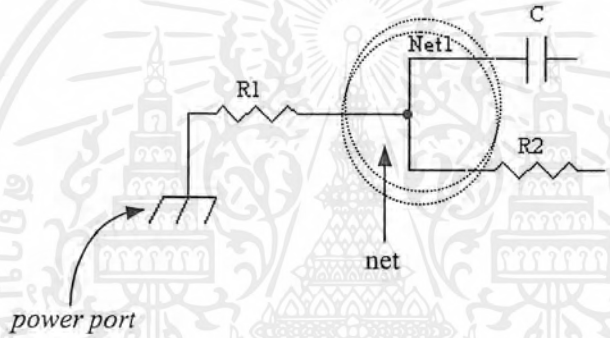


รูปที่ 3.60 แสดง wire และ junction

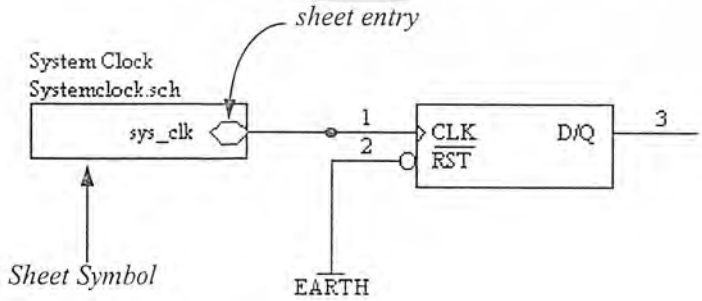
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.61 Port, Bus, Bus Entry และ Net Label



รูปที่ 3.62 Power port และ Net



รูปที่ 3.63 Sheet Symbol และ Sheet entry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line ใช้วาดเส้นตรง

Polygon ใช้วาดรูปหลายเหลี่ยม

Elliptical Arcs ใช้วาดเส้นโค้งลักษณะเป็นรูปวงรี

Bezier ใช้วาดเส้นโค้งซึ่งสามารถกำหนดความโค้งได้

Annotation ใช้สำหรับพิมพ์ข้อความบรรทัดเดียว

Text Frame ใช้สำหรับพิมพ์ข้อความหลายบรรทัด

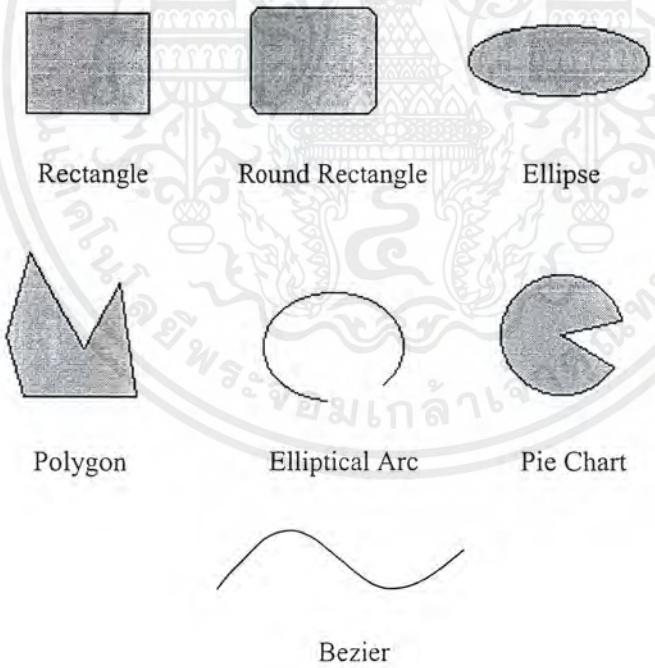
Rectangle ใช้วาดรูปสี่เหลี่ยม

Round Rectangle ใช้วาดรูปสี่เหลี่ยมมุมมน

Ellipse ใช้วาดรูปวงรีหรือวงกลม

Pie Chart ใช้วาดกราฟวงกลมโดยสามารถกำหนดสัดส่วนได้

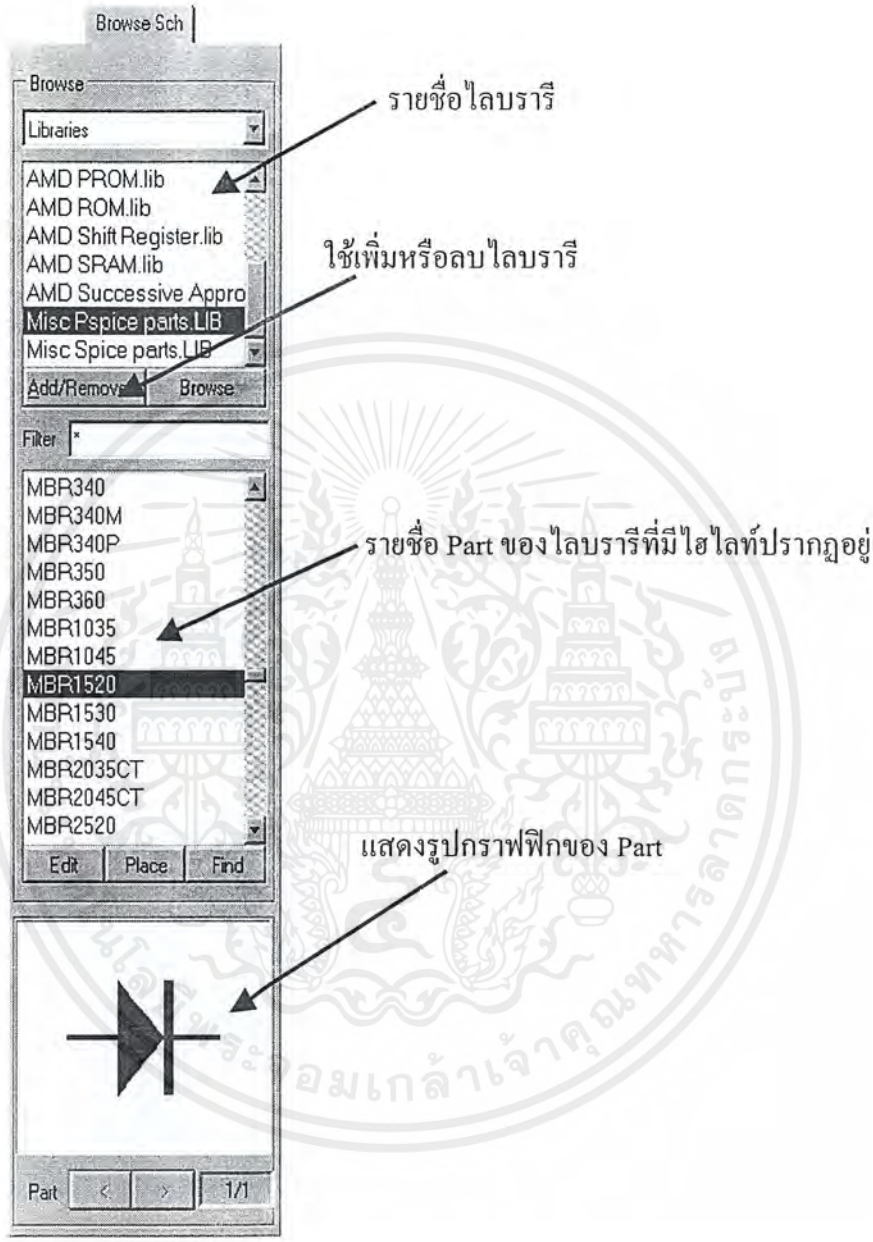
Graphic Image ใช้สำหรับนำไฟล์รูปภาพมาวางบนเอกสาร



รูปที่ 3.64 ออปเจ็กต์ต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.15 Schematic Component and Library



รูปที่ 3.65 ส่วนประกอบใน Browse Sch panel

1) ไลบรารี (Library)

ไลบรารีเป็นที่ซึ่งใช้รวบรวมสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ (Part) ต่างๆ มากมายไว้ด้วยกัน เราสามารถจัดการข้อมูลของ library ต่างๆ ได้ใน Schematic Library Editor การจัดการ library ได้แก่ การสร้าง library, การสร้างComponent, การคัดลอกและการเคลื่อนย้าย component ระหว่าง library

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Component และ Part

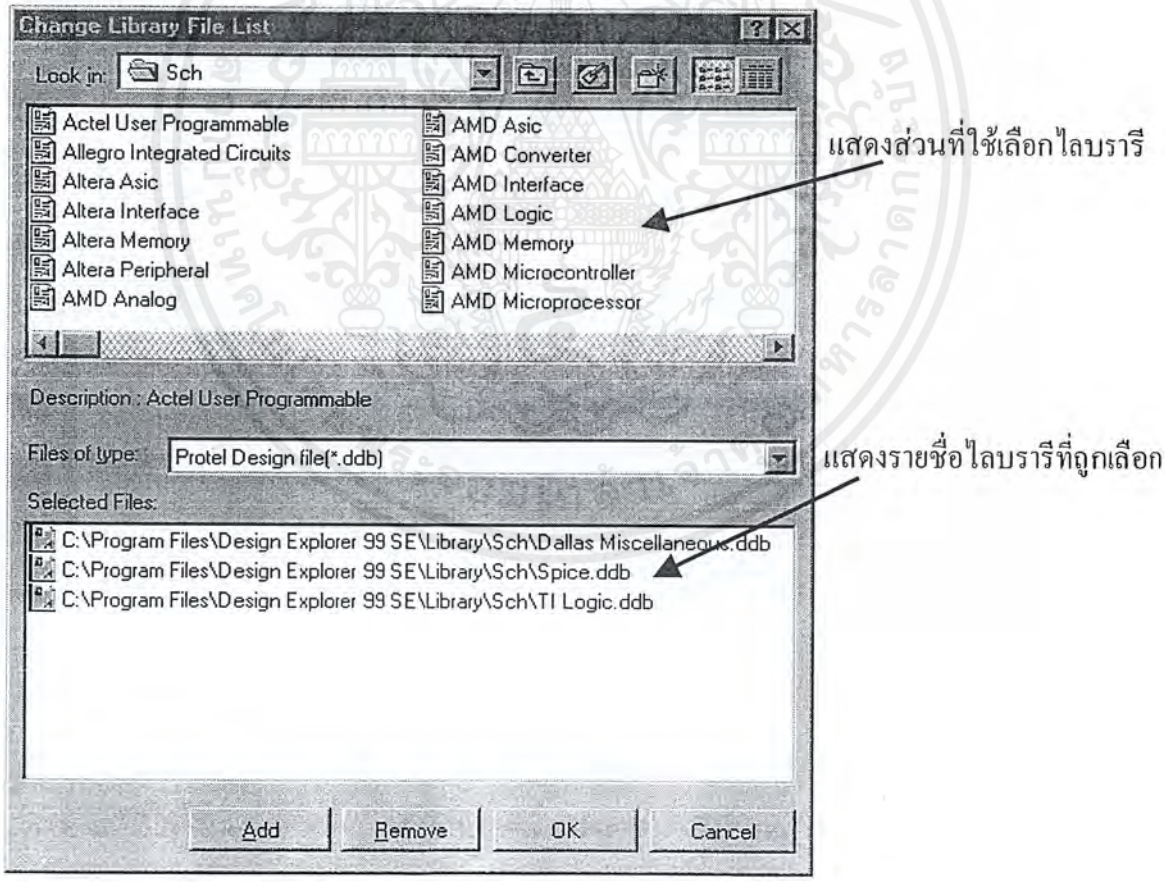
เมื่อพูดถึง component เรามักจะนึกถึงตัวอุปกรณ์ที่ถูกวางอยู่บนแผ่นพิมพ์ลายวงจร เช่น รีซิสเตอร์, ทรานซิสเตอร์, ไอซี หรือคอนเนคเตอร์ เป็นต้น แต่ part จะเป็นตัวแทนของอุปกรณ์ที่นำมาวางใน Schematic Editor หรือจะเรียกว่าเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ก็ได้

ภายใน component หนึ่งตัวอาจประกอบด้วยหนึ่ง part หรือหลายๆ part ก็ได้ ซึ่ง part แต่ละ part ก็จะมี schematic library editor เป็นของตัวเอง ไม่เกี่ยวข้องกับ editor ของ part อื่นๆ

3) การเพิ่มและลบไลบรารี (Add/Remove Library) มี 2 วิธี ดังนี้

1. คลิกที่ Add/Remove ใน Browse panel
2. เลือกเมนู Design>>Add/Remove Library

หลังจากเลือกกระทำวิธีใดวิธีหนึ่งข้างต้นแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Change Library File List ซึ่งใช้ในการ Add/Remove Library



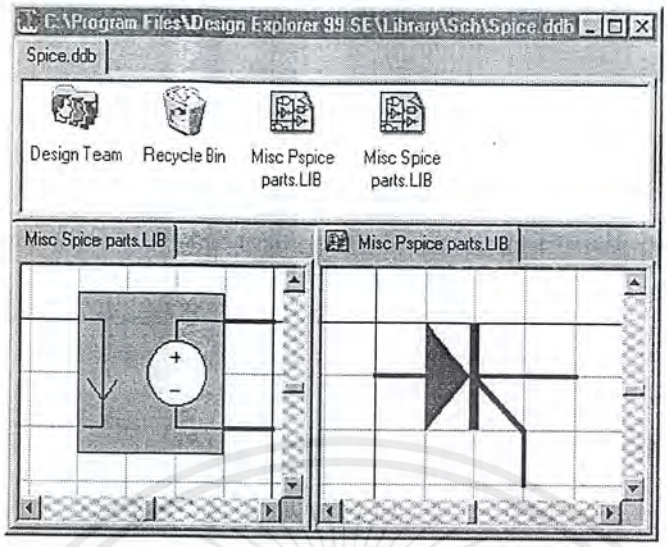
รูปที่ 3.66 การ Add/Remove Library

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.16 Schematic Library Editor

รูปที่ 3.67 Browse SchLib Panel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.68 Schematic Library Editor

3.3.17 Multi Sheet Design

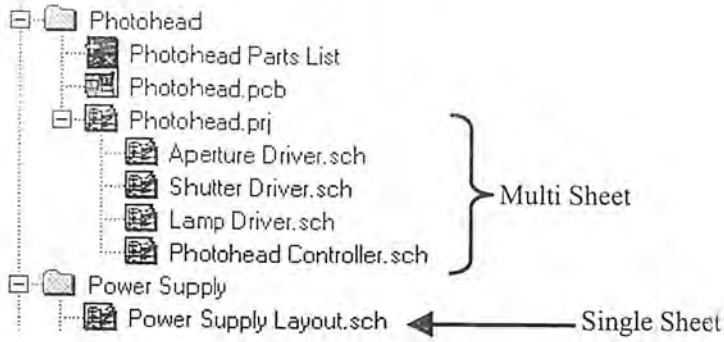
Schematic sheet หนึ่งๆ จะถูกบันทึกเป็น document ที่แยกออกจากกัน ซึ่งการเปิดหรือการแก้ไขข้อมูลต่างๆ จะกระทำได้อย่างอิสระไม่ขึ้นอยู่กับ sheet อื่นๆ

การออกแบบ Schematic Sheet หนึ่งๆ อาจประกอบด้วย sheet เดียว (Single sheet) หรือหลายsheet (Multi sheet) ก็ได้

Multi Sheet Design มีประโยชน์สำหรับการออกแบบวงจรที่มีความซับซ้อนเป็นพิเศษจนไม่สามารถออกแบบวงจรทั้งหมดภายในsheetเพียงsheetเดียวได้ ดังนั้นจึงมีการแบ่งวงจรที่มีความซับซ้อนนี้ออกเป็นวงจรย่อย จากนั้นจึงนำวงจรย่อยๆ เหล่านี้ไปออกแบบวงจรลงบน sheet โดยที่ sheet หนึ่งๆ จะมีเพียงหนึ่งวงจรเท่านั้น การทำแบบนี้ทำให้เราสามารถตรวจสอบแก้ไขข้อมูลในภายหลังได้ง่ายกว่าการรวบรวมวงจรทั้งหมดไว้ใน sheet เพียงแผ่นเดียว

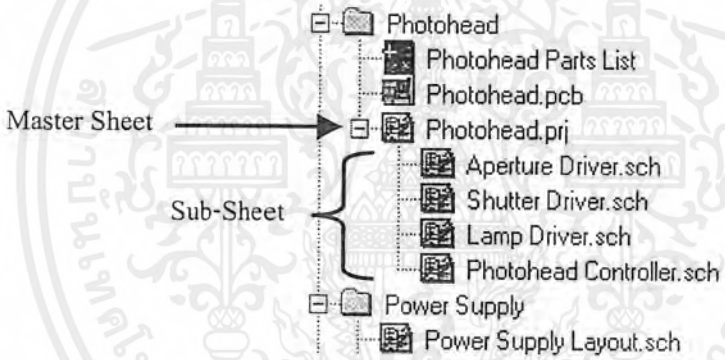
นอกจาก Multi Sheet Design จะมีประโยชน์สำหรับการออกแบบวงจรที่มีความซับซ้อนแล้ว ยังมีประโยชน์ในด้านการพิมพ์ลายวงจรผ่านทางเครื่องพิมพ์ขนาดเล็กกล่าวคือ ถ้าหากเรามีเครื่องพิมพ์ที่สามารถพิมพ์เอกสารขนาดเล็กๆ เท่านั้นเช่นขนาด A4 แต่เราต้องการพิมพ์ลายวงจรซึ่งมีขนาดใหญ่มากลงบนกระดาษ A4 ดังนั้นเมื่อทำการพิมพ์ออกมาแล้วก็จะทำให้ได้รายละเอียดของวงจรที่ไม่ชัดเจน เนื่องจากเราต้องพิมพ์ลายวงจรขนาดใหญ่ลงบนกระดาษที่มีเนื้อที่น้อย แต่ถ้าหากเราใช้การออกแบบแบบ Multi Sheet เมื่อทำการพิมพ์ลายวงจรออกมาแล้วเราก็จะได้รูปวงจรที่มีความชัดเจนมากกว่าการพิมพ์วงจรทั้งหมดลงบนกระดาษ A4 เพียงแผ่นเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.69 ลักษณะของ Multi Sheet และ Single Sheet

1) โครงสร้างของ Multi Sheet Schematic



รูปที่ 3.70 Master Sheet และ Sub-Sheet

2) Master Sheet และ Sub-Sheet

การออกแบบ Multi-Sheet Design มีสัญลักษณ์พิเศษอยู่ตัวหนึ่งที่จำเป็นต้องใช้อยู่เสมอนั่นคือ "Sheet Symbol" ซึ่ง Sheet Symbol นี้จะแสดงอยู่ในรูปของภาพกราฟฟิก ทำหน้าที่เป็นตัวแทนของ sheet ที่ตัวมันอ้างถึง ซึ่งในที่นี้หมายถึง Sub-Sheet นั่นเอง

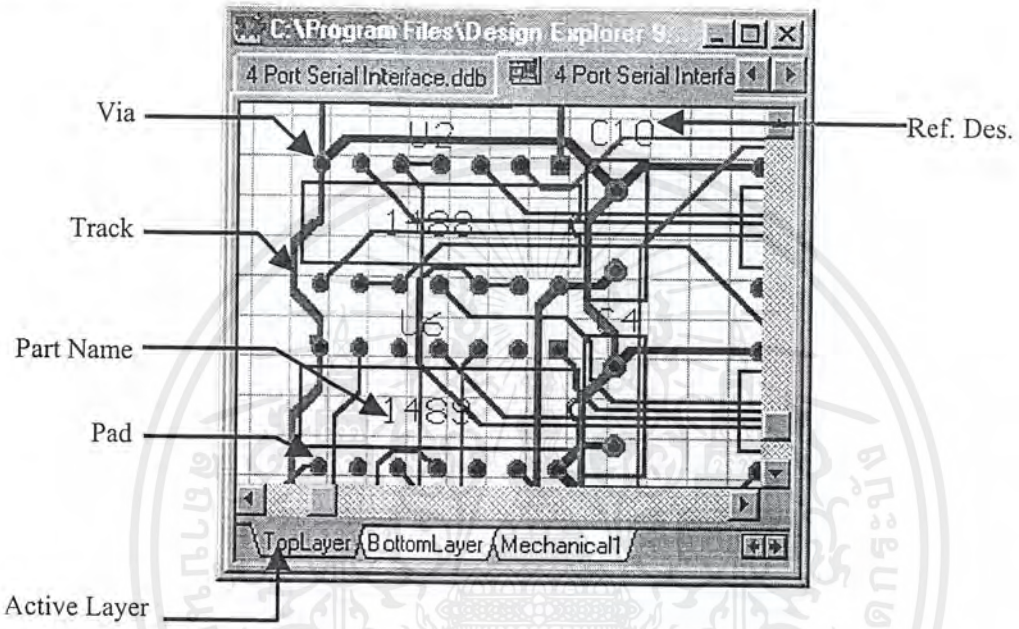
ในการใช้งาน Sheet Symbol นอกจากจะต้องกำหนดคุณสมบัติต่างๆ เช่น สี (color), ขนาด (size), ตำแหน่ง (location) หรืออื่นๆ แล้ว ยังมีอีก 2 field ที่เราจะต้องกำหนดนั้นก็คือ Name field และ Filename field ซึ่ง Name field คือ ส่วนที่ใช้ในการกำหนดชื่อให้กับ Sheet Symbol เพื่อให้รู้ว่า Sheet Symbol อ้างถึง Sub-Sheet ใด ส่วน Filename field เป็นส่วนที่เราจะต้องกำหนด sheet file ที่ Sheet Symbol เป็นตัวแทนอยู่เพื่อสร้างการเชื่อมโยงระหว่าง Master Sheet กับ Sub-Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.18 PCB Layout

1) คำจำกัดความและส่วนประกอบต่างๆของ PCB

ก่อนเริ่มใช้งานเครื่องมือต่างๆเราควรจะทำความเข้าใจสิ่งที่ปรากฏบนหน้าจอให้เห็นเมื่อ PCB Editor ขึ้นมา ซึ่งส่วนประกอบต่างๆเหล่านี้มีหน้าที่การใช้งานที่แตกต่างกัน ความหมายแต่ละส่วนมีดังนี้คือ



รูปที่ 3.71 แสดงส่วนประกอบต่างๆของ PCB Layout

Active Layer คือส่วนที่แสดงให้เห็นถึง Layer ที่กำลังทำงานอยู่

Part Name คือชื่อของอุปกรณ์ที่ปรากฏในไลบรารี

Pad คือตำแหน่งของขาอุปกรณ์ Pad มีรูปร่างได้หลายอย่างเช่น วงกลม, สี่เหลี่ยม อาจมีรูเจาะทะลุสำหรับอุปกรณ์ชนิดมีขาหรือไม่ทะลุสำหรับอุปกรณ์ประเภท SMD โดยทั่วไปการกำหนด Pad ในแต่ละเลเยอร์อาจมีขนาดและรูปร่างที่ไม่เหมือนกัน Pad ซึ่งซ้อนกันอยู่ในระหว่างชั้นต่างๆ เรียกว่า Padstack

Track คือเส้นทองแดงที่เชื่อมระหว่าง Pad ของอุปกรณ์ การเดินแทร็คจะมีคอนเนคชั่น (Connection) เป็นตัวนำ คอนเนคชั่นมาจาก Wire และ Bus ซึ่งเชื่อมต่อใน Schematic ถูกส่งผ่านเข้ามายัง PCB ในรูปของ ไฟล์ Netlist

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Via คือช่องทะลุผ่านระหว่างด้านบนและล่างหรือระหว่าง Layer ของ PCB เพื่อให้เส้นทองแดงจากด้านหนึ่งข้ามมาเชื่อมต่ออีกด้านหนึ่งได้ ลักษณะทั่วไปของ Via จะคล้ายกับ Pad แต่จะไม่มีอุปกรณ์ใส่ในตำแหน่ง Via และมักมีขนาดเล็กกว่า

Layer คือชั้นสำหรับใส่วัตถุในการออกแบบ คำว่า Layer ของ PCB กับ Layer ของซอฟต์แวร์จะต่างกัน กรณี PCB หมายถึงจำนวนชั่นเฉพาะเดินลายทองแดงเท่านั้น สำหรับ Protel จะมี Layer การใช้งานที่มากกว่าคือเป็นเลเยอร์ของลายทองแดง เลเยอร์สำหรับ Overlay (ทำ Silkscreen ตัวอักษรต่างๆ) Solder Mask (ทำพิมพ์สีเขียว เคลือบ PCB โดยเว้นเฉพาะ Pad) Paste Mask (สำหรับป้ายกาวตะกั่วกรณีประกอบ SMD) เลเยอร์เหล่านี้วางซ้อนกัน เมื่อมอเข้าไปในเจอภาพ คือการมองจากเลเยอร์บนลงสู่เลเยอร์ล่าง สามารถเปลี่ยนลำดับการเรียงเลเยอร์และเปลี่ยนสีของวัตถุต่างๆบนเลเยอร์ได้

Ref. Des. คือชื่ออ้างอิงของอุปกรณ์ ชื่อนี้จะตรงกันทั้งใน Schematic และ PCB ใช้เพื่ออ้างอิงอุปกรณ์ตัวเดียวกัน ในชิ้นงานหนึ่งจะมีชื่ออ้างอิงที่ไม่ซ้ำกัน การสร้าง Netlist และรายงานต่างๆจะอ้างอุปกรณ์ผ่านชื่ออ้างอิงเสมอ

2) เครื่องมือในการใช้งาน PCB layout

2.1) Main Toolbar

ใช้สำหรับเรียกใช้คำสั่งอย่างรวดเร็ว Main Toolbar จะอยู่ใต้เมนูหรือลอยอยู่บนหน้าต่างเล็กๆ Main Toolbar ในส่วนของ PCB จะประกอบไปด้วยเครื่องมือในการใช้งานอยู่ด้วยกันทั้งหมด 22 ชิ้นด้วยกันคือ

รูปที่ 3.72 แสดงเครื่องมือใน Main Toolbar

Design Manager ใช้สำหรับแสดงรายชื่อไฟล์ที่ถูกโหลดไว้และจะแสดงในลักษณะเรียงลำดับไฟ ล์(Hierarchical) คล้ายๆโครงสร้างแบบTree สามารถจะใช้ Design Manager ในการดูชิ้นงานที่ออกแบบไว้แล้วโดยการใช้เมาส์คลิกที่ชื่อไฟล์ภายใน Design Manager การปิด-ปิด Design Manager ทำได้โดยใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูป Design Manager หรือเมนู View คำสั่ง Design Manager (V,M)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File Open Document ใช้ในการเปิดไฟล์หรือโหลดไฟล์ที่มีอยู่ในโปรแกรมสามารถจะเปิดไฟล์หลายๆไฟล์ได้โดยใช้เทคนิค MDI (Multiple Document Interface) การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูปกระดาษเปิด หรือเมนู File คำสั่ง Open (F,O) จะแสดงชื่อไฟล์ที่สามารถใช้งานได้

File Save Document ใช้ในการเก็บเอกสารเข้าไว้ในชิ้นงาน การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูปแผ่นดิสก์ หรือเมนู File คำสั่ง Save (F,S) แต่ถ้าต้องการเก็บเอกสารเป็นชื่อใหม่และแก้ไขเอกสารที่เปลี่ยนชื่อแล้วต่อ ส่วนเอกสารเดิมไม่เปลี่ยนแปลงให้ใช้เมนู File คำสั่ง Save As (F,A) แต่ถ้าต้องการเก็บเอกสารในชื่อใหม่และแก้ไขเอกสารชื่อเดิมด้วยให้ใช้เมนู File คำสั่ง Save Copy As (F,Y)และถ้าต้องการเก็บเอกสารทั้งหมดที่มีการเปลี่ยนแปลงให้ใช้เมนู File คำสั่ง Save All (F,L)

Print Preview ใช้ในการแสดงภาพก่อนพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ในลักษณะต่างๆ ตามการใช้งานทั้งบนจอภาพและเพื่อสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่รูปเครื่องพิมพ์หรือเมนู File คำสั่ง Print/Preview (F,P)

Zoom In ใช้ขยายการมองที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์ให้ใหญ่ขึ้น การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูปแว่นขยาย (Zoom In) หรือเมนู View คำสั่ง Zoom In (Z,I) หรือใช้ปุ่ม PgUp ที่คีย์บอร์ด

Zoom Out ใช้ย่อการมองที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์ให้เล็กลง การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูปแว่นขยาย (Zoom Out) หรือเมนู View คำสั่ง Zoom Out (Z,O) หรือใช้ปุ่ม PgDnที่คีย์บอร์ด

View Fit Document ใช้ในการซูมพื้นที่ของ PCB ที่กำลังทำงานอยู่ให้เห็น PCB ทั้งหมดในหน้าจอเดียวถึงแม้ของเดิมจะกำลังย่อหรือขยายอยู่ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูปแว่นขยายบนหน้ากระดาษ (Fit Document) หรือเมนู View คำสั่ง Fit document (V,D)

View Area ใช้ในการขยายการมองเฉพาะบริเวณที่ต้องการเท่านั้น การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ View Area เมื่อคลิกแล้วต้องทำการเลือกบริเวณโดยใช้เมาส์กำหนดมุมสองจุด ผลที่ได้จะขยายเฉพาะบริเวณที่เลือกให้เต็มจอภาพ หรือใช้ เมนู View คำสั่ง Area (V,A)

View Selected Object ใช้ในการขยายการมองเฉพาะบริเวณที่อุปกรณ์ถูกเลือกเท่านั้น การใช้งานต้องเลือกตัวอุปกรณ์ก่อนจากนั้นใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ View Selected Object เมื่อคลิกแล้วผลที่ได้อุปกรณ์ตัวที่ถูกเลือกจะขยายเต็มจอภาพหรือใช้เมนู View คำสั่ง View Selected Object (V,E)

ViewPCB3D ใช้ในการมองแผ่น PCB ที่ออกแบบไว้แล้วในรูปแบบ 3 มิติ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ ViewPCB3D หรือใช้เมนู View คำสั่ง Board in 3D (V,3)

Cut ใช้ในการตัดรูปอุปกรณ์หรือวงจรแล้วนำไปเก็บไว้ในคลิ๊บบอร์ดของ PCB Layout (ไม่ใช่คลิ๊บบอร์ดของ Windows) โดยก่อนที่จะทำการตัดต้องเลือกอุปกรณ์หรือวงจรส่วนนั้นเสียก่อน (การเลือกให้กดปุ่ม Shift ค้างไว้แล้วใช้เมาส์ชี้ไปที่ตัวอุปกรณ์ที่ต้องการ จากนั้นคลิกปุ่มซ้ายของเมาส์ 1 ครั้ง ตัวอุปกรณ์จะมีขอบสีเหลืองๆ) จึงจะทำการตัดได้ เมื่อจะนำมาใช้งานต้องใช้คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paste เพื่อแปะรูปลงไป การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูปกรรไกร หรือเมนู Edit คำสั่ง Cut (E,C) หรือ (Ctrl+C)

Paste ใช้ในการแปะรูปวงจรหรือตัวอุปกรณ์ที่เก็บไว้ในคลิ๊บบอร์ดของ PCB layout ด้วยคำสั่ง Cut หรือคำสั่ง Copy การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูป Paste จากนั้นก็นำอุปกรณ์ที่ติดกับปลายเมาส์ออกมาไปวางในแผ่น PCB โดยการกดเมาส์ปุ่มซ้าย 1 ครั้ง หรือใช้เมนู Edit คำสั่ง Paste (E,P) หรือ (Ctrl+V)

Select ใช้ในการเลือกตัวอุปกรณ์หรือวงจรก่อนจะทำการตัดด้วยคำสั่ง Cut หรือ Copy การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Select จากนั้นให้คลิกเมาส์ปุ่มซ้ายแล้วลากเมาส์มาคลุมตัวอุปกรณ์หรือวงจรที่ต้องการจากนั้นคลิกเมาส์ปุ่มซ้ายเป็นอันเรียบร้อย หรือใช้เมนู Edit คำสั่ง Select (E,S)

DeSelect ใช้ในการยกเลิกตัวอุปกรณ์ที่เราเลือกไว้ทั้งหมด การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ DeSelect หรือใช้เมนู Edit คำสั่ง DeSelect→All (E,E,A)

Move ใช้ในการเคลื่อนย้าย ตัวอุปกรณ์หรือวงจร ก่อนจะทำการเคลื่อนย้ายจะต้องทำการเลือกด้วยคำสั่ง Select เสียก่อน หลังจากนั้นสามารถใช้คำสั่ง Move เพื่อเคลื่อนย้ายตัวอุปกรณ์ไปไว้ยังตำแหน่งที่ต้องการบน PCB Layout ในขณะที่เคลื่อนย้ายตัวอุปกรณ์สามารถจะหมุน (Rotates) ตัวอุปกรณ์ในแนวตั้ง-แนวนอนได้โดยการกดคีย์ X/Y และ Space Bar การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Move หรือเมนู Edit คำสั่ง Move→Move (E,M,M)

CrossProbe ใช้ในการเลือกอุปกรณ์ ใน PCB เพื่อเชื่อมโยงไปหาอุปกรณ์ตัวนั้นใน Schematic Document หรือจะทำการเลือก Track, Via, Pad ก็ได้ แต่ก่อนใช้คำสั่งนี้จะต้องเปิด Schematic ของ PCB นี้ขึ้นมาก่อน การใช้งานใช้เมาส์คลิกเลือกเครื่องมือ CrossProbe หรือใช้เมนู Tools คำสั่ง Cross Probe (T,C)

Add Remove Library ใช้ในการเปิดไลบรารีเพื่อเลือกอุปกรณ์มาใช้งาน สามารถจะเพิ่มหรือลดไลบรารีลงไปได้ การใช้งานใช้เมาส์คลิกเลือกเครื่องมือ Add Remove Library หรือใช้เมนู Design คำสั่ง Add/Remove Library (D,L)

Library Browse ใช้ในการแสดงรูปร่างของอุปกรณ์ในไลบรารีที่เราเลือกไว้และสามารถนำอุปกรณ์ตัวนั้นมาวางใน PCB Design ได้โดยใช้คำสั่ง Place หรือสามารถแก้ไขรูปร่างของอุปกรณ์ได้โดยใช้คำสั่ง Edit การใช้งานใช้เมาส์คลิกเลือกเครื่องมือ Library Browse หรือใช้เมนู Design คำสั่ง Browse Components (D,B)

Snap Grid ใช้ในการตั้งตำแหน่งขนาดของกริด การใช้งานใช้เมาส์คลิกเลือกเครื่องมือ Snap Grid จากนั้นพิมพ์ขนาดของกริดลงไปได้เลยโดยกริดจะมีหน่วยเป็น mil (1/1000 นิ้ว) หรือ mm. (มิลลิเมตร) หรือใช้เมนู Help คำสั่ง Popups→ Snap Grid (G)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Undo ใช้ในการยกเลิกการทำคำสั่งก่อนหน้านี้หรือคำสั่งสุดท้ายเช่น ได้ใช้คำสั่ง Edit/change ในส่วนของ Part Designator เพื่อเปลี่ยนชื่อของ U เปลี่ยนสี และ ฟร้อนตัวอักษรแล้วไม่ชอบอยากให้อย่างเดิมก็ใช้ Undo จัดการ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูปลูกศรเลี้ยวซ้าย หรือใช้เมนู Edit คำสั่ง Undo (E,U) หรือ (Alt+BackSpace)

Redo การทำงานจะตรงข้ามกับ Undo คือจะทำคำสั่งก่อนหน้านี้หรือคำสั่งสุดท้าย โดยการยกเลิกการทำ Undo ครั้งล่าสุด การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือรูปลูกศรเลี้ยวขวา หรือเมนู Edit คำสั่ง Redo (E,R) หรือ (Ctrt+Backspace)

Help ใช้ในการให้ความช่วยเหลือในการทำงาน ซึ่งจะมีหัวข้อย่อยต่างๆที่จะอธิบายการทำงานของคำสั่งการใช้งานทั่วๆไป สามารถสั่งพิมพ์หัวข้อ (Print Topic) ได้ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ ? หรือใช้เมนู Help คำสั่ง Contents (H,C) หรือ (F1)

2.2) Placement Tools

เป็นเครื่องมือที่ช่วยสำหรับการวางอุปกรณ์ให้มีความรวดเร็วขึ้นโดยไม่ต้องใช้คำสั่ง การปิด-เปิดเครื่องมือชนิดนี้ทำได้โดย ใช้เมนู View คำสั่ง Toolbar -→Placement Tools (V,B,P) ซึ่ง Placement Tools จะมีเครื่องมือทั้งหมด 18 ชิ้นด้วยกันคือ

รูปที่ 3.73 แสดงเครื่องมือใน Placement Tools

Place Interactive Routing ใช้ในการลากเส้นทองแดงบน PCB ซึ่งการวางนี้จะสามารถดูการจำลองการทำงานของ Routing ได้ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Interactive Routing จากนั้นก็ลากเส้นได้เลย หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Interactive Routing (P,T)

Place Line ใช้ในการลากเส้นลายทองแดงบนแผ่น PCB ในการลากเส้นสามารถจะกำหนดให้ลากที่ชั้นบน (Top Layer) ชั้นล่าง(Bottom Layer) หรือชั้นอื่นๆก็ได้ สามารถเปลี่ยนขนาดของลายทองแดงได้ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Line หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Line (P,L)

Place Pad ใช้ในการวางจุดบัดกรีบนแผ่น PCB ทั้งจุดที่ทำเป็น VCC, Ground หรือสัญญาณต่างๆเป็นเพียงจุดบัดกรีธรรมดาไม่ใช่รูทรูโฮล สามารถปรับเปลี่ยนขนาดรูปร่างของ PAD ได้ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Pad หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Pad(P,P)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Place Via ใช้ในการวางจุดบัดกรีที่เป็นชนิดรูทรูโฮลใช้ในระบบ Multilayer สำหรับแผ่น PCB แบบ 2 หน้าขึ้นไป

Place String ใช้ในการวางตัวอักษรหรือประโยคตัวอักษร หลังจากพิมพ์ข้อความนั้นเสร็จแล้ว สามารถจะหมุนตัวอักษรด้วยคีย์ X/Y และจัดวางตัวอักษรหรือข้อความในแนวนอนหรือแนวตั้งด้วยคีย์ Spacebar การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place String หรือใช้เมนู Place คำสั่ง String (P,S) จากนั้นให้กด Tab ที่คีย์บอร์ด เพื่อแก้ไขข้อความใน String หรือเลือกข้อความอื่นได้ในบรรทัดของ Text

Place Coordinate ใช้ในการวางตัวเลขบอกตำแหน่งของพิกัดบนจอภาพ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Coordinate หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Coordinate (P,O) จากนั้นให้กด Tab ที่คีย์บอร์ด เพื่อแก้ไขคุณสมบัติอื่นๆ เช่น ขนาด ความกว้าง ความยาว ได้

Place Dimension ใช้ในการวางตัวเลขบอกตำแหน่งความยาวของจุดเริ่มต้นถึงจุดปลายหรือจุดสิ้นสุด การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Dimension หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Dimension (P,D) จากนั้นกำหนดจุดเริ่มต้นโดยการคลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่จุดเริ่มต้นและคลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่จุดปลาย แล้วคลิกเมาส์ปุ่มขวาเพื่อสิ้นสุดการทำงาน เราสามารถแก้ไขคุณสมบัติอื่นๆ ได้โดยการกด Tab ที่คีย์บอร์ด

Set Origin ใช้ในการกำหนดจุดเริ่มต้นในการทำงาน โดยผลจากการใช้เครื่องนี้จะทำให้แกน X และแกน Y ที่ตำแหน่งนี้มีค่าเป็น (0,0) การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Set Origin หรือใช้เมนู Edit คำสั่ง Origin→Set (E,O,S)

Place Room ใช้ในการกำหนดบริเวณสี่เหลี่ยมสำหรับระบุอุปกรณ์ที่ต้องการให้อยู่บริเวณนั้น อุปกรณ์ตัวอื่นๆที่ไม่ระบุจะไม่สามารถเข้ามาวางไว้ได้ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Room หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Room (P,R) จากนั้นเปลี่ยนไปที่เลเยอร์สร้าง Room จากนั้นใช้เมาส์กำหนดบริเวณสี่เหลี่ยมที่ต้องการ บริเวณที่วาดนี้สามารถเปลี่ยนขนาดโดยคลิกที่ Room หนึ่งครั้งเพื่อให้แสดงเครื่องหมายแฮนเดลอร์ คลิกแล้วลากที่แฮนเดลอร์บนด้านบริเวณที่ต้องการเมื่อได้ขนาดใหม่แล้วจึงเปลี่ยนเมาส์

Place Component ใช้ในการจัดวางตัวอุปกรณ์ลงบน PCB Layout โดยจะต้องทราบว่าตัวอุปกรณ์ชื่ออะไรเช่น DIP14 To-3 IDC26 Lcc24 ฯลฯ ถ้าจำไม่ได้ควรใช้คำสั่ง Browse เพื่อแสดงชื่อและรูปร่างตัวอุปกรณ์ให้เห็น การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Component หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Component (P,C) จากนั้นในช่อง Footprint ให้พิมพ์ชื่อ Footprint ลงไปเช่น DIP14 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Place Edge Arc ใช้ในการจัดวางเส้นโค้ง (Arc) โดยเส้นโค้งนี้จะมีขนาดเท่ากับ ¼ ของเส้นรอบวงของวงกลม การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Edge Arc หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Arc (Edge) (P,E) จากนั้นกำหนดขนาดของวงกลม

Place Center Arc ใช้ในการจัดวางเส้นโค้ง (Arc)โดยเส้นโค้งนี้จะมีขนาดเท่ากับขนาดของเส้นรอบวงกลมที่เรากำหนด การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Center Arc หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Arc (Center) (P,A) การสร้างจะมี 4 ขั้นตอนคือ 1.กำหนดจุดศูนย์กลาง 2.กำหนดรัศมี 3.กำหนดจุดแรกบนเส้นรอบวงกลม 4.กำหนดจุดที่สองบนเส้นรอบวงกลม

Place Any Angle Arc ใช้ในการจัดวางเส้นโค้ง (Arc)โดยเส้นโค้งนี้จะมีขนาดเท่ากับขนาดของเส้นรอบวงกลมที่เรากำหนด การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Any Angle Arc หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Arc (Any Angle) (P,N) การสร้างจะมี 3 ขั้นตอนคือ 1. กำหนดจุดแรกบนเส้นรอบวงกลม 2.กำหนดรัศมีของวงกลม 3. กำหนดจุดที่สองบนเส้นรอบวงกลม

Place Full Circle Arc ใช้ในการจัดวางวงกลมลงบนแผ่น PCB การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Full Circle Arc หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Full Circle (P,U) การสร้างจะมี 2 ขั้นตอนคือ 1. กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม 2.กำหนดรัศมีของวงกลม

Place Fill ใช้ในการระบายทึบบนแผ่น PCB สำหรับบริเวณที่เป็นกราวด์หรือขั้วจ่ายไฟ สามารถจะเลือกระบายทึบบนชั้นบน(Top Layer)หรือชั้นล่าง(Bottom Layer) ก็ได้ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Fill หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Fill (P,F)

Place Polygon Plane ใช้สำหรับสร้างแผ่นทองแดง อาจจะทึบหรือโปร่ง บนเลเยอร์เดียวกับสัญญาณ (Signal Layer) แผ่นทองแดงนี้สามารถกำหนดเน็ท ซึ่งทำให้เพลนเมื่อผ่านเน็ทเดียวกันเพลนจะเชื่อมเข้าหาแพ็ดด้วย สำหรับเน็ทต่างกันโพลีเพลนจะหลบหรือแหวกเพลนออกเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาลัดวงจรไฟฟ้า การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Polygon Plane หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Polygon Plane (P,G)

Place Split Plane ใช้สำหรับสร้างเพาเวอร์เพลนที่มีเน็ทมากกว่าหนึ่ง หรือ ต้องการแบ่งพื้นที่ของเพาเวอร์เพลนออกเป็นส่วนๆ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Split Plane หรือใช้เมนู Place คำสั่ง Split Plane (P,I) จากนั้นทำการกำหนดเพาเวอร์เพลนและกำหนดเน็ทซึ่งมักเลือกเน็ทที่จำเป็นต้องใช้พื้นที่หรือมีจำนวนอุปกรณ์ที่จะต่อไปมากที่สุด จากนั้นจึงกำหนดสปลิทเพลน หรือแผ่นที่แยกจากแผ่นหลัก

Place Array ใช้ในการทำ setup การทำ array มีประโยชน์ในการจัดวางตัวอุปกรณ์หลายๆตัวโดยไม่ต้องเสียเวลาในการวางทีละตัว โดยจะต้องเลือกตัวอุปกรณ์ด้วยคำสั่ง Edit/Select/Inside Area ก่อน แล้วจึงเก็บไว้ในคลิบบอร์ดด้วยคำสั่ง Edit/Cut หรือ Copy จากนั้นจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้คำสั่ง Setup Array เพื่อจัดวางตัวอุปกรณ์ การใช้งานใช้เมาส์คลิกที่เครื่องมือ Place Array หรือใช้เมนู Edit คำสั่ง Place Special (P,A)

2.3) Component Placement

เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดเรียงและจัดระยะของตัวอุปกรณ์ให้มีความรวดเร็วและสวยงาม รวมถึงเครื่องมือสำหรับย้ายอุปกรณ์เข้าไปยังบอร์ด การปิด-เปิดเครื่องมือชนิดนี้ทำได้โดย ใช้เมนู View คำสั่ง Toolbar -→Component Placement (V,B,M) ซึ่ง Component Placement จะมีเครื่องมือทั้งหมด 18 ชิ้นด้วยกันคือ

รูปที่ 3.74 แสดงเครื่องมือใน Component Placement

Align Left ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน เมื่อเลือกคำสั่งแล้วจะทำให้ตัวอุปกรณ์เรียงชิดกับตัวอุปกรณ์ที่อยู่ซ้ายที่สุด ระยะห่างระหว่างกันจะน้อยที่สุดเท่าที่กฎการออกแบบจะยอมให้

Centers Horizontal ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อนเมื่อเรียกคำสั่งแล้ว Protel จะรอให้เลือกอุปกรณ์เป็นจุดอ้างอิง เมื่อเลือกแล้วจะทำให้อุปกรณ์ตัวอื่นๆในกลุ่ม เลื่อนไปวางในแนวเดียวกัน โดยใช้จุดศูนย์กลางของอุปกรณ์แต่ละตัว เป็นแนวในการเรียง

Align Right ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน เมื่อเลือกคำสั่งแล้วจะทำให้อุปกรณ์เรียงชิดกับตัวอุปกรณ์ที่อยู่ขวาที่สุด ระยะห่างระหว่างกันจะน้อยที่สุด เท่าที่กฎการออกแบบจะยอมให้

Horizontal Spacing Make Equal ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน คำสั่งนี้จะทำให้ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ในแนวนอนมีระยะเท่ากัน โดยนับอุปกรณ์ตัวที่อยู่ซ้ายสุดและขวาสุดเป็นขอบ

Horizontal Spacing Increase วิธีใช้เช่นเดียวกับคำสั่ง Make Equal แต่จะทำให้ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์เพิ่มขึ้น 1 กริดของ Placement Grid ด้าน X

Horizontal Spacing Decrease วิธีใช้เช่นเดียวกับคำสั่ง Make Equal แต่จะทำให้ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ลดลง 1 กริดของ Placement Grid ด้าน X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Align Top ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน เมื่อเลือกคำสั่งแล้วจะทำให้อุปกรณ์ในกลุ่มเรียงด้านบน อยู่ในแนวเดียวกับอุปกรณ์ตัวที่อยู่สูงที่สุด

Centers Vertical ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อนเมื่อเรียกคำสั่งแล้ว Protel จะรอให้เลือกอุปกรณ์เป็นจุดอ้างอิง เมื่อเลือกแล้วจะทำให้อุปกรณ์ตัวอื่นๆในกลุ่ม เลื่อนไปวางอยู่เหนือตัวที่เลือก เป็นคอลัมน์เดียวกัน โดยใช้จุดศูนย์กลางของอุปกรณ์แต่ละตัวเป็นแนวในการเรียง

Align Bottom ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน เมื่อเลือกคำสั่งแล้ว จะทำให้อุปกรณ์ในกลุ่มเรียงด้านล่าง อยู่ในแนวเดียวกับอุปกรณ์ตัวที่อยู่ล่างที่สุด

Vertical Spacing Make Equal ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน คำสั่งนี้จะทำให้ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ในแนวตั้งมีระยะเท่ากัน โดยใช้อุปกรณ์ตัวบนสุดและล่างสุดเป็นขอบเขต

Vertical Spacing Increase คำสั่งนี้จะทำให้ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ในแนวตั้ง เพิ่มขึ้น 1 กริดของ Placement Grid ในด้าน Y

Vertical Spacing Decrease คำสั่งนี้จะทำให้ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ในแนวตั้ง ลดลง 1 กริดของ Placement Grid ในด้าน Y

Arrange Within Room ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน เมื่อเรียกคำสั่งนี้จะทำให้อุปกรณ์ซึ่งได้กำหนดให้อยู่ใน Room เลื่อนเข้ามาวางใน Room ทั้งหมด เมื่อเรียกคำสั่งแล้ว เลื่อนไปคลิกที่ Roomที่ต้องการ

Arrange Within Rectangle ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน เมื่อเรียกคำสั่ง จะต้องกรอบสี่เหลี่ยมโดยกำหนดจุดแรกของสี่เหลี่ยมที่มุมซ้ายบน กำหนดจุดที่สองที่มุมขวาล่าง เมื่อกำหนดเสร็จ อุปกรณ์ที่เลือกไว้จะเลื่อนเข้ามาวางใน สี่เหลี่ยมนี้ วางแนวขวางจากบนลงล่าง

Move To Grid คำสั่งนี้จะทำให้อุปกรณ์ทั้งหมด เลื่อนไปยังตำแหน่งกริดของ Placement ที่ใกล้ที่สุด หลังจากคำสั่งนี้แล้ว อุปกรณ์ทุกตัวจะอยู่ตำแหน่งกริดเสมอ

Union Component คำสั่งนี้จะเป็นคำสั่งสำหรับจัดกลุ่มของอุปกรณ์ ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงกลุ่มก่อน

Break Union Component คำสั่งนี้จะเป็นคำสั่งสำหรับยกเลิกการจัดกลุ่มของอุปกรณ์ อุปกรณ์ ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้อุปกรณ์ตัวนั้นต้องถูกจัดกลุ่มมาก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Align ก่อนเรียกใช้คำสั่งนี้ ต้องเลือกกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องการจัดเรียงก่อน เมื่อเรียกคำสั่ง จะมีหน้าต่างโต้ตอบแสดงขึ้นมาสามารถเลือกรูปแบบการจัดเรียงอุปกรณ์ได้หลายรูปแบบเช่นเรียงกันตามแนวนอนหรือแนวตั้ง

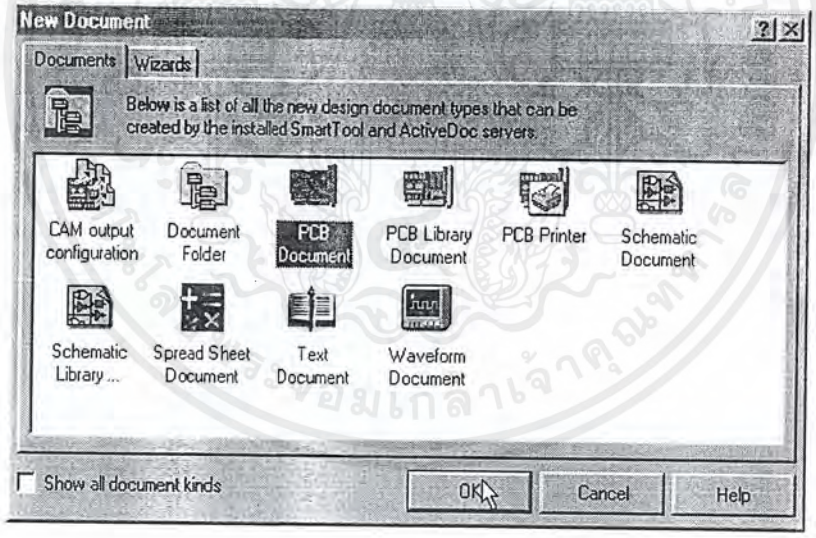
3) การสร้างแผ่นลายวงจรพิมพ์ หรือ PCB Document

การสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ให้ทำการสร้าง Design Database ขึ้นมา (กรณียังไม่มีการสร้าง Design Database) ถ้าเคยสร้าง Design Database ไว้แล้วก็ให้ทำการเปิดไฟล์นั้นขึ้นมา โดยไฟล์นั้นจะเป็นไฟล์ที่เราต้องการเก็บเอกสารของ PCB เอาไว้

2. หลังจากเปิด Design Database ขึ้นมาแล้ว ให้ทำการคลิกเมาส์ไปที่โฟลเดอร์ Document ใน Design Database (ต้องการสร้างเอกสาร PCB ไว้ในโฟลเดอร์ Document ถ้าไม่ต้องการสร้างเอกสาร PCB ไว้ในโฟลเดอร์ Document ก็ไม่จำเป็นต้องทำขั้นตอนนี้)

3. จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่เมนู File-→New (F,N) จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์ ดังรูปที่ 3.75 ปรากฏขึ้น



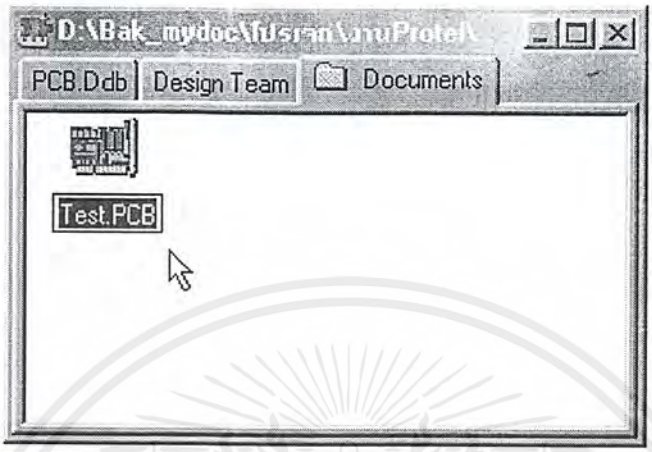
รูปที่ 3.75 แสดงการสร้าง PCB Document ใหม่

4. ให้ทำการคลิกที่ไอคอน PCB Document เพื่อต้องการสร้างเอกสาร PCB ใหม่ จากนั้นให้กดปุ่ม OK (ดับเบิลคลิกที่ไอคอน PCB Document ก็จะได้ผลเหมือนกัน)

5. เมื่อสร้างเอกสาร PCB เสร็จใหม่ๆ จะเห็นไอคอนปรากฏขึ้นที่ Design Explorer จะรอให้เปลี่ยนชื่อ สามารถพิมพ์ชื่อที่ต้องการได้ทันที หากต้องการเปลี่ยนชื่อภายหลังก็สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นกัน โดยคลิกเลือกที่ชื่อไฟล์แล้วใช้คำสั่ง Edit->Rename (E,M) หรือเรียกป๊อบอัพเมนูและเรียกคำสั่ง Rename (การเรียกป๊อบอัพเมนูคือการคลิกเมาส์ปุ่มขวา)

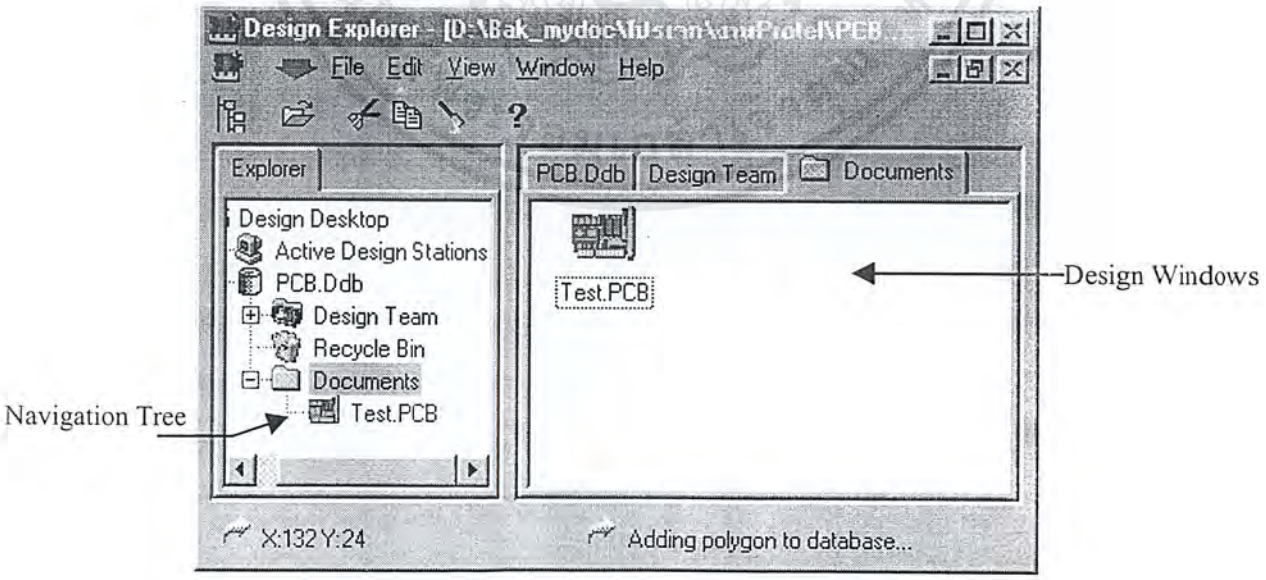


รูปที่ 3.76 แสดงการเปลี่ยนชื่อเมื่อสร้างเอกสาร PCB ขึ้นมาใหม่

4) การเข้าไปทำงานในเอกสาร PCB ที่สร้างขึ้น

1. ดับเบิลคลิกที่ชื่อเอกสาร PCB ที่สร้างขึ้นใน Design Windows หรือ คลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่ Navigation Tree ดังแสดงในรูปที่ 3.77

2. คลิกเมาส์ปุ่มที่ชื่อเอกสาร PCB ที่สร้างขึ้นและเรียกใช้คำสั่ง Open



รูปที่ 3.77 แสดงการเปิดเอกสาร PCB เพื่อเข้าไปทำงาน

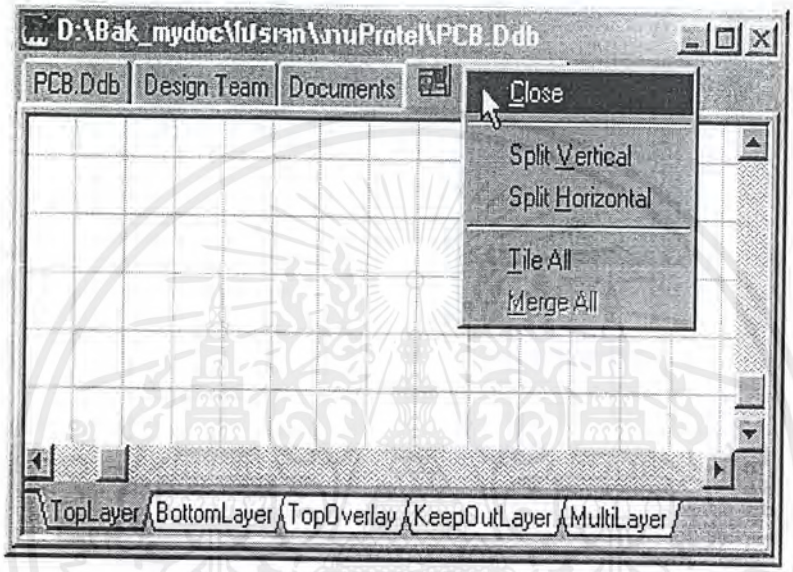
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การปิดเอกสาร PCB ที่กำลังเปิดอยู่

1. ใน Design Windows เมื่อเอกสารหรือโฟลเดอร์นั้นเปิดอยู่ คลิกเมาส์ปุ่มขวาที่แถบแล้วเลือกคำสั่ง Close

2. เมื่อเอกสารหรือโฟลเดอร์นั้นเปิดอยู่เรียกคำสั่ง File >> Close (F,C)

3. คลิกเมาส์ปุ่มขวาที่ชื่อเอกสารหรือโฟลเดอร์เลือกคำสั่ง Close



รูปที่ 3.78 แสดงการปิดเอกสาร PCB ที่กำลังเปิดอยู่

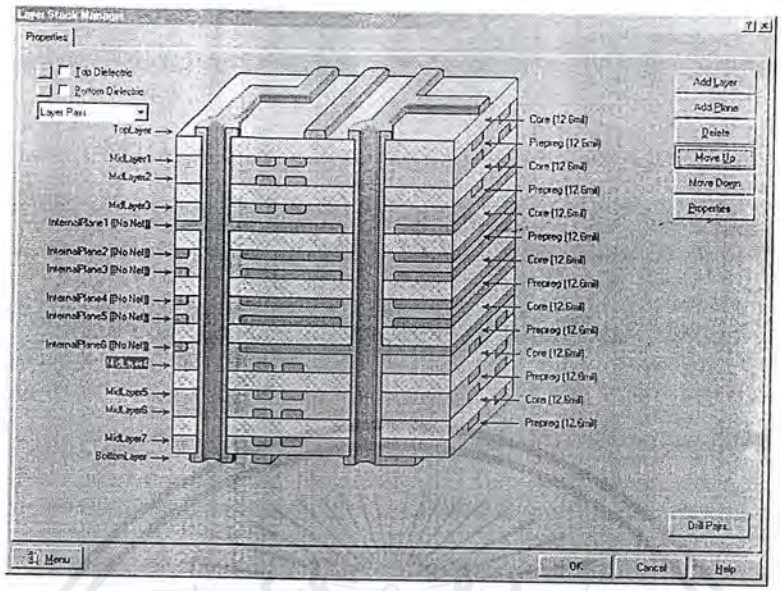
6) การกำหนด Layer Stack

Layer Stack หมายถึงชั้นของเลเยอร์ของทองแดงวางซ้อนกันเพื่อสร้างเป็น Multi-layer PCB การกำหนด Layer Stack สามารถทำได้ดังนี้

ให้เปิดเอกสาร PCB ขึ้นมา จากนั้นเรียกใช้คำสั่ง Design >> Layer Stack Manager จะเห็นดังรูปที่ 3.79 ปรากฏขึ้นซึ่งแสดงโครงสร้างของ PCB เรียงตาม ลำดับชั้นจาก Top ไปสู่ Bottom มีชื่อเลเยอร์และชื่อเน็ท (ถ้าเป็น Plane) ปรากฏทางด้านซ้ายมือ ส่วนทางด้านขวามือมีปุ่มต่างๆดังนี้

Add Layer	เพิ่มเลเยอร์
Add Plane	เพิ่ม Ground หรือ power Plane
Delete	ลบเลเยอร์ออก
Move Up. Move Down	เลื่อนเลเยอร์ขึ้นหรือลง
Properties	คุณสมบัติของเลเยอร์ หรือ Dielectric ของฉนวนระหว่างเลเยอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.79 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นของเลเยอร์

การเพิ่มเลเยอร์สามารถเลือกวิธีการได้จากปุ่ม Add Layer และ Add Plane ขึ้นอยู่กับความต้องการ ดารเพิ่มสามารถเพิ่มได้สูงสุดถึง 32 เลเยอร์และมี Plane ได้มากถึง 16 เลเยอร์ หลังจากเพิ่มแล้วสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้ปุ่ม Move Up หรือ Move Down

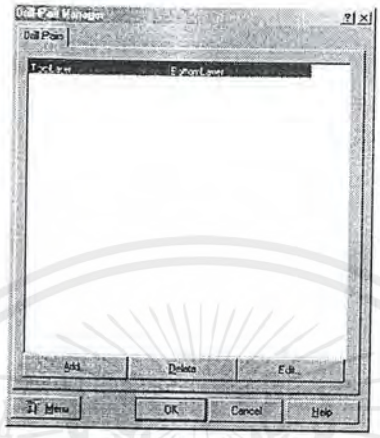
ในช่องทางด้านซ้ายมือจะมี Style (รูปแบบ) ของลำดับชั้นเลเยอร์ให้เลือกคือ Layer Pair, Internal Layer Pair และ Build up แต่ละทางเลือกจะมีผลต่อการใช้ Blind หรือ Buried Via ถ้าเป็น Through Hole Via จะไม่แตกต่างกัน การสร้าง PCB มากกว่า 2 ชั้นจะเริ่มโดยการนำ PCB สองชั้นแผ่นบางๆซึ่งมี Core เป็นฉนวนกันสร้างลายวงจรให้เสร็จสิ้นเสียก่อน นำมาประกบรวมกับชั้นอื่นๆ โดยใช้ความร้อนและแรงกด โดยมีฉนวนกั้นคือ Prepreg จนกระทั่ง Prepreg แข็ง สำหรับด้านบนจะใช้แผ่นทองแดงบางวางอยู่อีกด้านของ Prepreg นำมาสร้างลายต่อไป คุณสมบัติของ Prepreg และ Core ความหนา, Dielectric Constant จะมีผลการจำลอง Signal Integrity เมื่อต้องการกำหนดให้คลิกที่เลเยอร์หรือ Core, Prepreg จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Properties เลือกแก้ไขสิ่งที่ต้องการ

7) การกำหนด Drill Pairs

Drill Pair คือการกำหนดคู่ของเลเยอร์ระหว่างเจาะรูของเวียเชื่อมแทร็ค โดยทั่วไปการออกแบบชนิด Multi-Layer (มากกว่า 2 เลเยอร์ขึ้นไป) เลือกกำหนดเวียได้ 3 ชนิดคือ Through, Blind, Buried Via แต่ละชนิดต่างกันคือ Blind Via จะเริ่มจาก Top layer หรือ Bottom layer เข้าไปจบที่เลเยอร์ใน ส่วน Buried Via หมายถึงเวียเชื่อมระหว่างเลเยอร์ภายในด้วยกัน สำหรับ Through Via

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยอร์ใน ส่วน Buried Via หมายถึงเวียเชื่อมระหว่างเลเยอร์ภายในด้วยกัน สำหรับ Through Via หมายถึงเวีย จากเลเยอร์ Top ไปที่เลเยอร์ Bottom หรือกลับกัน การกำหนดว่าจะให้เจาะรูจากเลเยอร์ใดไปเลเยอร์ใดกำหนดได้จาก Drill Pairs

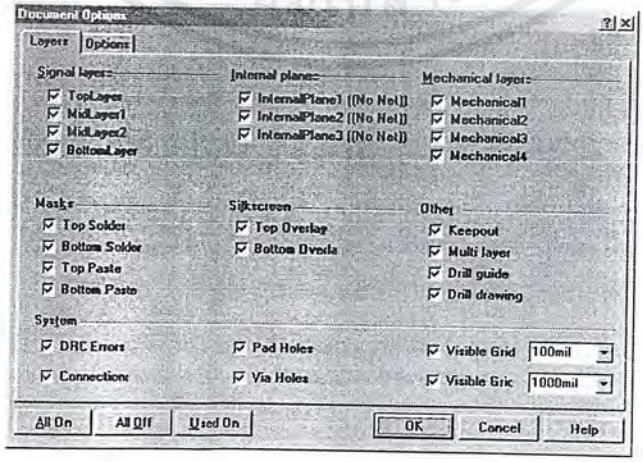


รูปที่ 3.80 แสดงหน้าต่างของ Drill Pairs

ที่มุมล่างขวาของ Layer Stack Manager (รูปที่ 3.79) ชื่อ Drill Pair เมื่อคลิกจะเห็นรูปที่ 3.80 ปรากฏขึ้น เมื่อต้องการเพิ่มคู่เลเยอร์ใดให้คลิกที่ปุ่ม Add และเมื่อต้องการลบคู่เลเยอร์ใดคลิกที่ปุ่ม Delete ส่วนปุ่ม Edit ใช้สำหรับแก้ไขคู่เลเยอร์นั้นๆ

8) การปิด-เปิดเลเยอร์ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดย Layer Stack

1. การปิด-เปิดเลเยอร์ขณะอยู่ใน PCB Editor สามารถทำได้โดยการใช้เมนู Design >> Option (D,O) และเข้าไปในแถบ Layer ดังรูปที่ 3.81



รูปที่ 3.81 แสดงทางเลือกของเลเยอร์ที่ปรากฏบนจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งแต่ละชื่อแต่ละคำสั่งมีการใช้งานและหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

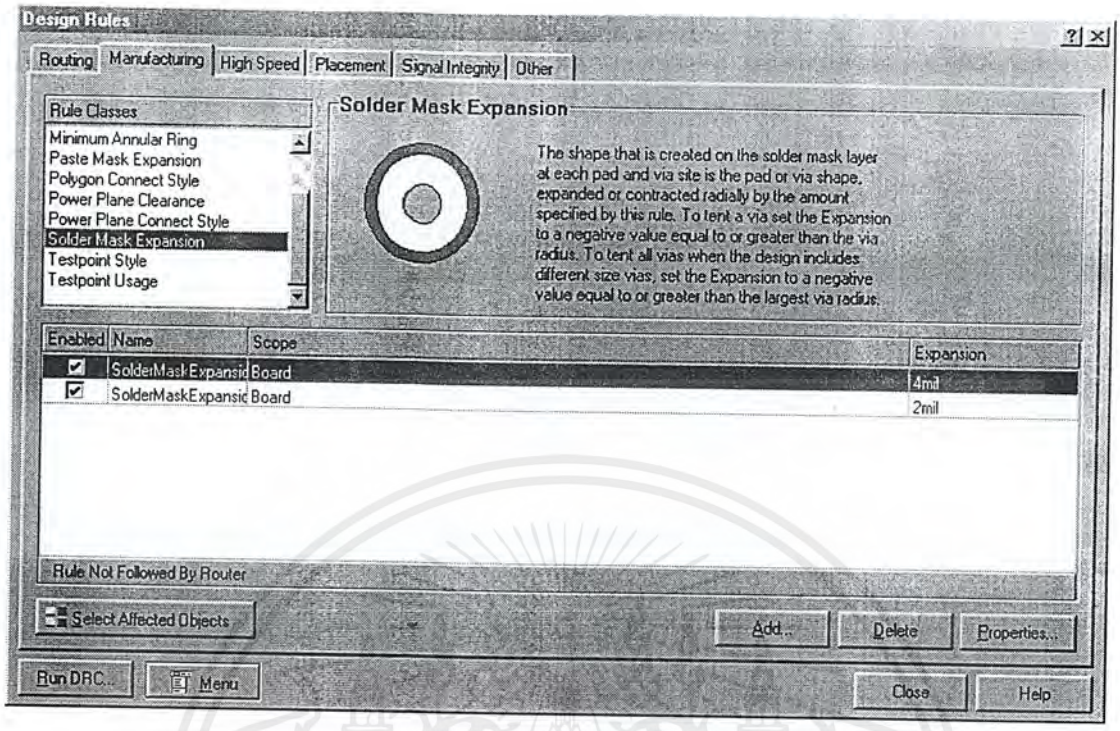
Signal layers สำหรับใช้วาดแทร็คหรือลายทองแดง มีได้สูงสุด 32 ชั้น โดยทั่วไปวัสดุใดๆ ก็ตามซึ่งวางไปบนเลเยอร์นี้จะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของลายทองแดงด้วย

Internal plane layers ใช้สำหรับกำหนด Power plane (แผ่นทองแดงทั้งแผ่นทำเป็นไฟเลี้ยงวงจร) เป็นชั้นที่อยู่ภายในคืออยู่ระหว่างเลเยอร์ด้านบนและด้านล่างมีได้สูงสุด 16 ชั้น สิ่งที่ปรากฏบนเลเยอร์นี้จะเป็น Negative คือมีวัตถุปรากฏหมายถึงไม่มีทองแดง

Mechanical layers ใช้สำหรับวาด Assembly Drawing (รูปประกอบสำหรับช่วยในการประกอบอุปกรณ์บนแผ่น PCB) และ Fabrication Drawing (รูปประกอบสำหรับสำหรับช่วยสร้างแผ่น PCB) เช่นการตัด PCB, จุดเจาะรูยึดน็อต, ขนาด Dimension Line เป็นต้น มีได้สูงสุด 16 ชั้น ข้อดีของ Mechanical layer คือสามารถนำไปรวมกับ Artwork อื่นๆเช่นถ้าใส่เครื่องหมาย Datum ไว้ใน Mechanical layer เมื่อต้องการทำ Top Artwork และ Bottom Artwork ก็นำ Mechanical layer มารวมด้วยจะทำให้ Artwork ทั้งสองมีเครื่องหมาย Datum ปรากฏอยู่ เพื่อให้เทียบระหว่างด้านได้ง่ายขึ้น

Solder mask layers มีได้ 2 ชั้นคือด้านบนและด้านล่างเท่านั้น ใช้สำหรับปิดรูของ Pad และ via เมื่อไม่มีพิมพ์เขียว (สีซึ่งเคลือบ PCB ไม่ให้ทองแดงสัมผัสอากาศ เพื่อความคงทน) วัสดุที่ปรากฏใน Solder Mask เป็น Negative คือสิ่งที่ปรากฏหมายถึงเมื่อนำไปทำ PCB จะไม่ปรากฏ Solder Mask และขนาดของ Solder Mask กำหนดได้ใน Solder Mask Expansion ภายใน Design Rules ดังรูปที่ 3.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

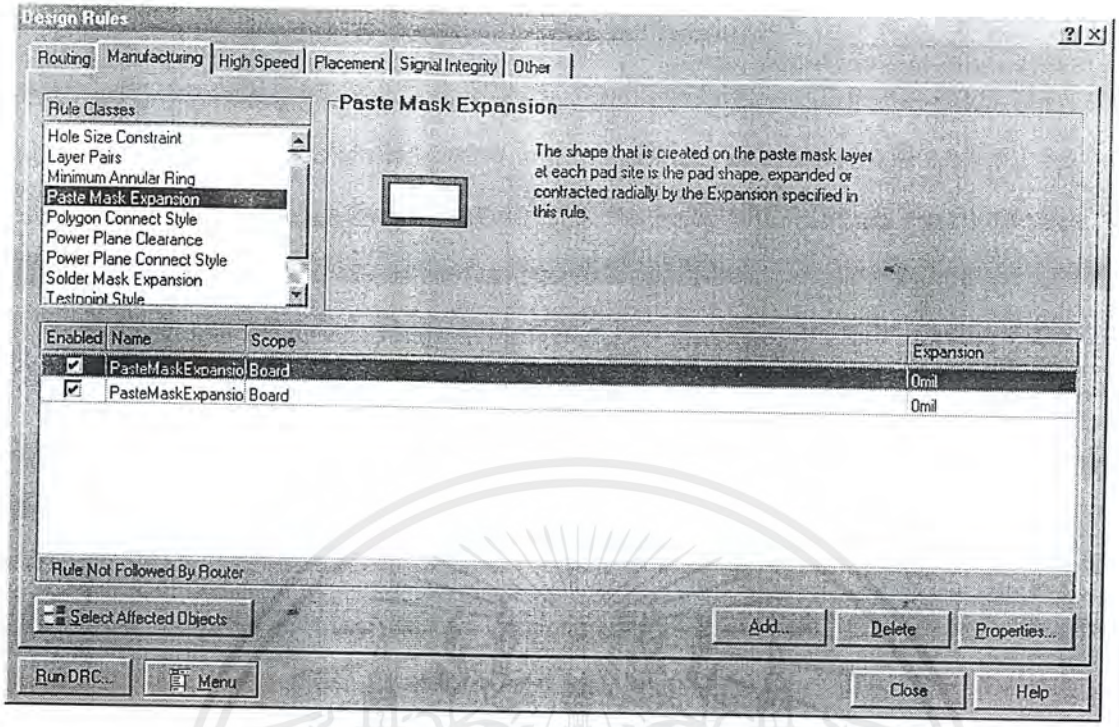


รูปที่ 3.82 การกำหนดขนาดของ Solder Mask

Paste mask layers มีได้ 2 ชั้นคล้ายกับ Solder Mask แต่จะใช้สำหรับทำ Stencil สำหรับป้ายกาวตะกั่วเพื่อประกอบ SMD กับเครื่อง Hot Air Reflow ขนาด Paste Mask กำหนดได้จาก Paste Mask Expansion ภายใน Design Rules ดังรูปที่ 3.83

Silkscreen layers มีได้ 2 ชั้นคือด้านบนและด้านล่าง ใช้สำหรับใส่ข้อมูลของ PCB เช่น Reference Designator สำหรับวาดรูปร่างอุปกรณ์ วาดสัญลักษณ์พิเศษต่างๆ เมื่อสร้างอุปกรณ์ในไลบรารี โปรเทล จะสร้างเส้นรอบรูป (Outline) ปรากฏอยู่ในเลเยอร์นี้ดังนั้นเมื่อนำมาใช้งานจะปรากฏอยู่ในเลเยอร์ถูกต้องให้อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.83 การกำหนดขนาดของ Paste Mask

Drill layers มีสองชั้นคือ Drill Drawing และ Drill Guide ทั้งสองเลเยอร์นี้จะสร้างให้อัตโนมัติ Drill Guide คือรูปวาดแสดงจุดศูนย์กลางของรูเจาะดอกสว่านของ Pad และ Via ทุกรูเจาะ เพื่อเป็นแนวสำหรับเจาะ PCB ด้วยมือส่วน Drill Drawing ระบุขนาดรูเจาะบน PCB

Keep Out layers มีเพียง 1 ชั้น ใช้สำหรับกำหนดขอบเขตของแทร็คและอุปกรณ์ซึ่งต้องการกั้นไม่ให้ออกนอกขอบเขต โดยทั่วไปมักกำหนดให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดบอร์ดเล็กน้อย เพื่อไม่ให้แทร็คหรืออุปกรณ์เข้าไปใกล้ขอบบอร์ดเกินไป Keep Out layer จะมีผลต่อ Auto place และ Auto Router ถ้าหากเป็นบอร์ดที่ออกแบบด้วยมือทั้งหมดจะกำหนดหรือไม่ก็ได้ และ Keep Out จะมีผลเสมอไม่ว่าจะแสดง On/Off หรือไม่ก็ตาม

Multi layer มีเพียงหนึ่งชั้น วัตถุใดที่วางไปบนเลเยอร์นี้จะเหมือนถูกวางใน Signal Layer ที่มีในบอร์ดโดยอัตโนมัติ

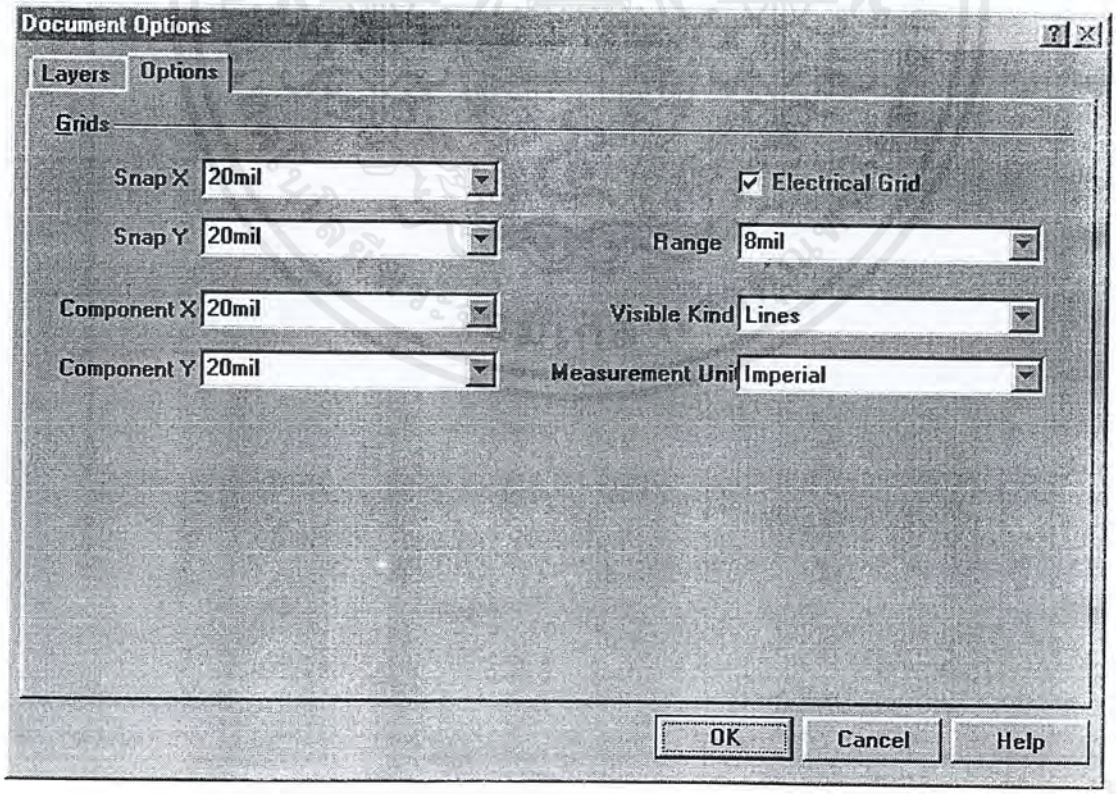
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแถบของ **System** จะเป็น Layer ที่มีไว้เพื่อแสดงผล ไม่สามารถวางวัตถุใดๆลงไปและชื่อเลเยอร์นี้จะไม่แสดงที่แถบด้านล่างของ Design Windows

Connection	ใช้สำหรับแสดงการเชื่อมต่อระหว่างวัตถุกับวัตถุ เรียกว่า "Ratsnest" ซึ่งมาจาก Wire และ Bus ของ Schematic มีเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ให้สัมพันธ์กับอุปกรณ์อื่น ผู้ออกแบบต้องเปลี่ยนเส้นนี้เป็นแทร็คทั้งหมด
DRC Errors	ใช้สำหรับแสดงตำแหน่งผิดพลาด
Visible Grid 1 & 2	ใช้สำหรับแสดงกริดและเลือกได้ว่าจะให้ทำงานพร้อมกันทั้งสองชุดหรือทีละชุด
Pad Holes	แสดงตำแหน่งรูเจาะ Pad
Via Holes	แสดงตำแหน่งรูเจาะ Via

9) การกำหนดขนาดของกริด (Grid) และ หน่วยการวัด

การกำหนดขนาดของกริด (Grid) และหน่วยการวัดในขณะอยู่ที่ PCB Editor สามารถทำได้โดยไปที่เมนู Design และเลือกใช้คำสั่ง **Option (D,O)** จากนั้นเลือกไปที่แถบ Option จะปรากฏดังรูปที่ 3.84



รูปที่ 3.84 แสดงหน้าต่างการกำหนดขนาดของกริดและหน่วยการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของช่องต่างๆมีดังนี้

Snap X,Y กำหนดตำแหน่งการวางวัตถุในพื้นที่ทำงาน ค่า Snap นี้จะจำกัดการเคลื่อนที่ของเคอร์เซอร์ให้อยู่บนจุดที่เป็นจำนวนสองเท่าของ Snap Grid เท่านั้น โดยทั่วไปจะกำหนดให้มีค่าเป็นสัดส่วนกับระยะระหว่าง Pad ของอุปกรณ์ เช่น 25 mil หรือ 50 mil เป็นต้น

Component X,Y คือกริดสำหรับการวาง Component

Electrical Grid การใช้ Electrical Grid จะทำให้วัตถุทางไฟฟ้าเมื่อเข้ามาอยู่ใกล้กันในระยะ จะวิ่งเข้าหากันเพื่อเชื่อมต่อได้ง่าย เช่นการเดินเส้นด้วยมือจาก Pad ของอุปกรณ์ SMD ซึ่งมักไม่ลงกริด

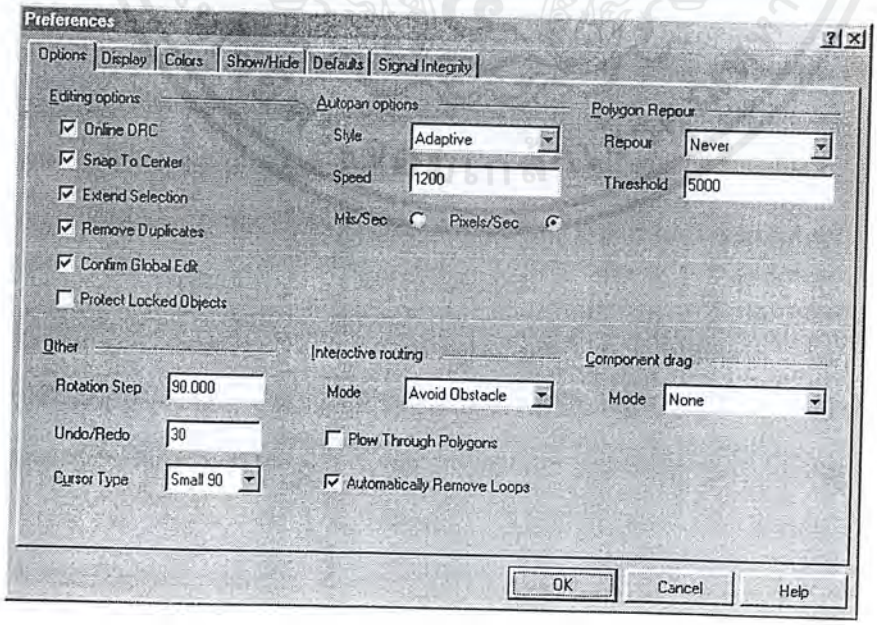
Range กำหนดระยะของ Electrical Grid

Visible Kind กำหนดชนิดการแสดงกริดบนจอภาพ เลือกได้คือ Lines (เส้น) และ Dot (จุด)

Measurement Unit หน่วยการวัดเลือกได้คือ Imperial (1/1000 นิ้ว) และ metric (Millimeter)

10) การกำหนด Preference ใน PCB Editor

Preference หมายถึงความชอบ สามารถเลือกกำหนดได้คือ Option, Color, Show/Hide, Default Primitive และ Signal Integrity การกำหนดใน Preference นั้นจะถูกบันทึกไว้ในระบบและทำให้มีผลต่อ PCB อื่นๆด้วย การกำหนด Preferenceสามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง Tool >> Preference (T,P) จะปรากฏดังรูปที่ 3.85



รูปที่ 3.85 แสดงหน้าต่างของ Preference ใน PCB Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) การกำหนดค่า Preference ในส่วนของแถบ Option

การกำหนด Preference ในส่วนของแถบ Option สามารถทำได้โดยใช้ คำสั่ง Tool >> Preference (T,P) เลือกแถบ Option จะปรากฏดังรูปที่ 3.85 ความหมายของแต่ละช่องจะมีดังนี้

บริเวณ Editing Option

Online DRC	สั่งให้ตรวจสอบ Design Rule Check ตลอดเวลา
Snap To Center	ถ้าหาก On ทำให้เมื่อย้ายวัตถุ เคอร์เซอร์จะวิ่งเข้าหาจุดอ้างอิงและใช้จุดนั้นเป็นแนวเคลื่อนวัตถุ ถ้าหาก Off จะย้ายวัตถุ ณ. จุดที่เลือก
Extend Selection	ถ้าหาก On หมายถึงการเลือก (select) วัตถุเป็นลักษณะ Cumulative หรือการเลือกครั้งนี้จะถูกรวมเข้ากับการเลือกครั้งก่อนหน้า ถ้า Off จะทำให้การเลือกครั้งนี้ ยกเลิกสิ่งที่เลือกมาก่อนหน้า
Remove Duplication	ระหว่างสร้าง Output โปรเทล จะเพิ่มกระบวนการลดความซ้ำซ้อนของ Primitive ควรจะให้ On โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Output ที่เป็น Vector Plot
Confirm Global Edit	ถ้า On สั่งให้ Protel ยืนยันการเปลี่ยนแปลงใน Global Edit ก่อนนำไปปฏิบัติ

บริเวณ Auto Pan Option

เป็นการกำหนดวิธีการเลื่อนจอภาพ เมื่อวางเคอร์เซอร์ใกล้ขอบจอภาพ

Style	1.Disable คือไม่ใช้, 2.Fixed Size Jump เลื่อนด้วยระยะกำหนดใน Step Size หากกด Shift ด้วยจะใช้ค่าใน Shift Step Size, 3.Shift Accelerate เลื่อนด้วยระยะกำหนดใน Step Size กด Shift ค้างเพื่อเพิ่มระยะจนถึง Shift Step Size, 4.Shift-De-accelerate คือเลื่อนด้วยระยะ Shift Step Size ถ้าหากกด Shift จะเลื่อนด้วย Step Size, 5.Ballistic ระยะการเลื่อนขึ้นอยู่กับการวางเคอร์เซอร์ห่างจากขอบจอภาพ ถ้าน้อยใช้ Step Size ถ้าห่างมากใช้ Shift Step Size
Step Size	ระยะการเลื่อน หน่วยเป็น mils หรือ ทท
Shift Step Size	ระยะการเลื่อน เมื่อกดคีย์ Shift ร่วมด้วย หน่วยเป็น mils หรือ mm

บริเวณ Polygon Re-pour

Re-pour	กำหนดให้ Polygon Plane สร้างรูปร่างใหม่ด้วยเงื่อนไขอย่างไร
Threshold	กำหนดค่าเปรียบเทียบ ก่อนจะเริ่มเททองแดงภายใน Polygon ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณ Others

Rotation Step กำหนดมุมเป็นองศาสำหรับหมุน Component ระหว่างทำ Placement โดยกดคีย์ Spacebar ปกติการหมุนจะทวนเข็มนาฬิกา ถ้าหากกด Shift ร่วมจะหมุนตามเข็มนาฬิกา

Undo/Redo จำนวนขั้นของการ Undo และ Redo สามารถกำหนดจำนวนได้ตราบมีหน่วยความจำเพียงพอ

Cursor Type เลือกชนิดของเคอร์เซอร์

1. Small 90
2. Large 90
3. Small 45

บริเวณ **Interactive Routing** กำหนดวิธีการเดินเส้น (Track routing)

Mode

1. Avoid Obstacle คือให้หลบเลี่ยงสิ่งกีดขวาง
2. Ignore Obstacle คือไม่สนใจสิ่งกีดขวาง (Obstacle) วางเส้นทับได้
3. Push Obstacle คือให้เลื่อนสิ่งกีดขวางออกไป(ถ้าหากเลื่อนได้)

Plow Through Polygon กำหนดให้ Polygon เปลี่ยนรูปร่างใหม่เมื่อเดินแทร็คด้วยตนเองเข้าไป ในบริเวณ Polygon ที่มีอยู่แล้ว

Automatic removes loop สั่งให้แทร็คซึ่งเดินด้วยตนเอง (Manual Routing) และมีลักษณะซ้ำซ้อน คือมีเส้นระหว่าง Pad มากกว่า หนึ่งแทร็ค ดังนั้นแทร็คที่ซ้ำซ้อนจะถูกยกออกไป

บริเวณ Component Drag กำหนดวิธีการย้ายแทร็คซึ่งติดอยู่กับ Component

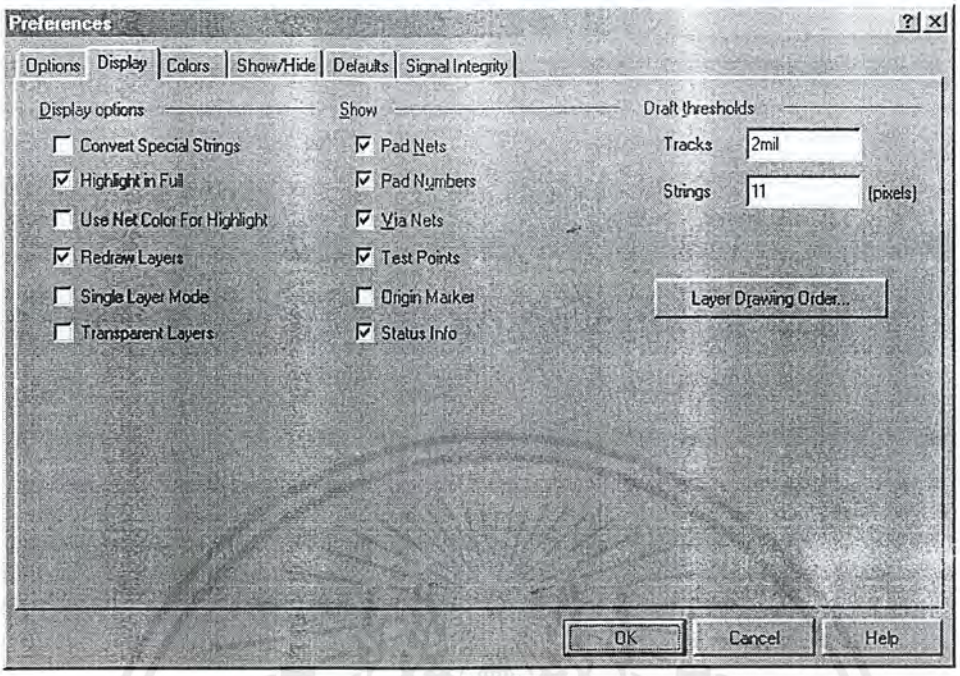
Mode

1. None หมายถึงแทร็คที่ต่อกับ Component จะไม่ย้ายตาม
2. Connected Track หมายถึงแทร็คที่ติดกับ Component จะตามไปด้วย

12) การกำหนดค่า Preference ในส่วนของแถบ Display

การกำหนด Preference ในส่วนของแถบ Display สามารถทำได้โดยใช้ คำสั่ง Tool >> Preference (T,P) เลือกแถบ Display จะปรากฏดังรูปที่ 3.86 ความหมายของแต่ละช่องจะมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.86 หน้าต่างของแถบ Display ใน Preference

บริเวณ Display Option ข้อกำหนดของการแสดงผลบนจอภาพ

Convert Special Strings ถ้า On จะเป็นการแสดงข้อความข้อความที่มีลักษณะพิเศษเช่น .LAYER_NAME หรือ .PRINT_DATE บนจอภาพแต่ถ้า Off จะไม่มีการแสดง

Highlight In Full ถ้า On จะเป็นการแสดงลักษณะเด่นอย่างสมบูรณ์แต่ถ้า Off จะแสดงแค่เค้าโครงเท่านั้น

Use Net Color For Highlight ถ้า On จะแสดงสีของเน็ทตามที่กำหนดไว้อย่างสมบูรณ์แต่ถ้า Off จะแสดงเป็นสีพื้นฐานเท่านั้น

Redraw Layers ถ้า On การเลือกเลเยอร์นั้นจะทำให้จะทำให้เลเยอร์นั้นอยู่บนเสมอ ถ้า Off การเลือกเลเยอร์นั้นจะไม่อยู่บนจนกว่าจะกดปุ่ม Alt + End บนคีย์บอร์ด

Single Layer Mode ถ้า On จะแสดงเฉพาะเลเยอร์ที่ให้ Active เท่านั้น ถ้า Off จะแสดงทุกเลเยอร์

Transparent Layers ถ้า On จะแสดงเลเยอร์ในลักษณะโปร่งใส แต่ถ้า Off ก็จะแสดงเลเยอร์ในลักษณะทึบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณ Show กำหนดให้แสดงอะไรบ้างใน PCB Editor

Pad Nets ถ้าเลือกจะแสดง Pad Nets บน PCB Editorให้เห็น แต่ถ้าไม่เลือกก็จะไม่แสดง Pad Nets ให้เห็น

Pad Numbers ถ้าเลือกจะแสดงหมายเลขของ Pad บน PCB Editorให้เห็น แต่ถ้าไม่เลือกก็จะไม่แสดงหมายเลขของ Pad ให้เห็น

Via Nets ถ้าเลือกจะแสดง Via Nets บน PCB Editor ให้เห็น แต่ถ้าไม่เลือกก็จะไม่แสดง Via Nets ให้เห็น

Test Points ถ้าเลือกจะแสดงจุดทดสอบบน PCB Editor ให้เห็น แต่ถ้าไม่เลือกก็จะไม่แสดง จุดทดสอบให้เห็น

Origin Marker ถ้าเลือกจะแสดงจุดเริ่มต้นของแกน(X,Y) บน PCB Editor ให้เห็น แต่ถ้าไม่เลือกก็จะไม่แสดง จุดเริ่มต้นของแกน(X,Y) ให้เห็น

Status Info ถ้าเลือกจะแสดง Status Info บน PCB Editor ให้เห็น แต่ถ้าไม่เลือกก็จะไม่แสดง Status Info ให้เห็น

บริเวณ Layer Drawing Order เป็นตัวกำหนดขั้นการเรียงลำดับของเลเยอร์บน Design Windows ซึ่งจะเมื่อคลิกลงไปแล้วจะปรากฏดังรูปที่ 3.86

รูปที่ 3.87 หน้าต่างของ Layer Drawing Order

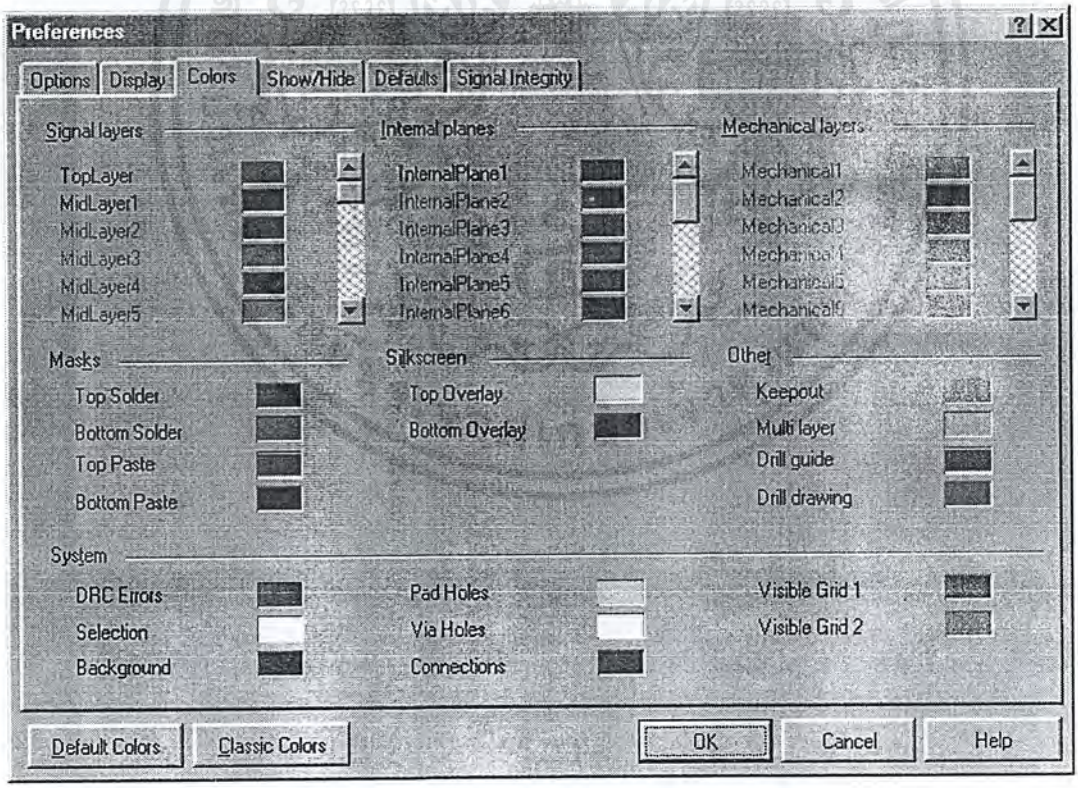
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลื่อนเลเยอร์สามารถทำได้โดยคลิกที่ชื่อเลเยอร์จากนั้นถ้าต้องการเลื่อนลงให้คลิกที่ปุ่ม Promote แต่ถ้าตั้งการเลื่อนขึ้นให้คลิกที่ปุ่ม Demote

13) การกำหนดค่า Preference ในส่วนของแถบ Color

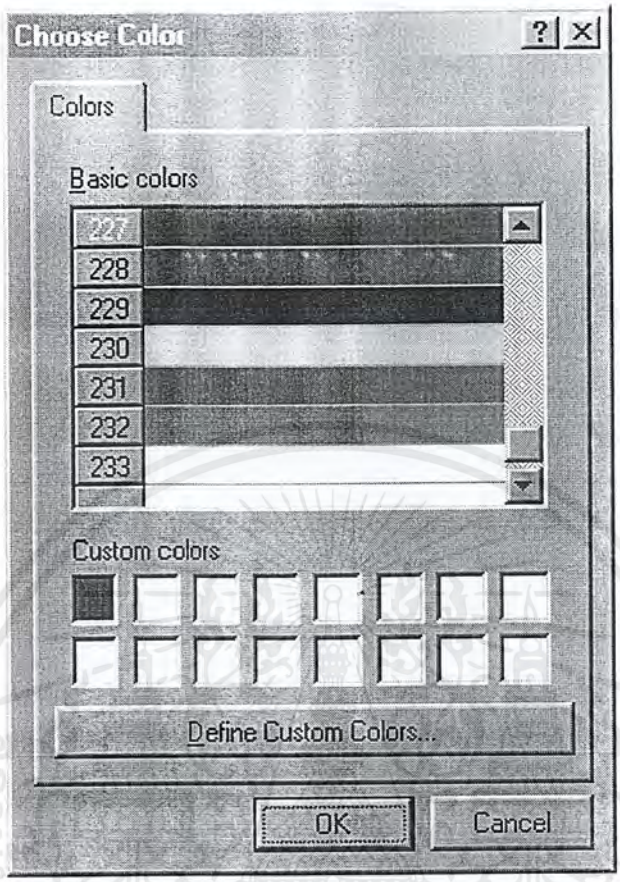
การกำหนด Preference ในส่วนของแถบ Color สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง Tool >> Preference (T,P) เลือกแถบ Color จะปรากฏดังรูปที่ 3.88 สำหรับ Preference นี้ใช้กำหนดสีซึ่ง Protel ใช้วาดวัตถุต่างๆ จากรูปที่ 3.88 จะเห็นแต่ละเลเยอร์กำหนดสีให้โดยเฉพาะ ดังนั้นวัตถุใดวางไปบนเลเยอร์จะมีสีตามที่กำหนดในเลเยอร์นั้น ถ้าหากต้องการเปลี่ยนสีก็สามารถทำได้โดยการใช้เมาส์คลิกลงไปที่ช่องสีของเลเยอร์ที่ต้องการเปลี่ยนจะเห็นรูปที่ 3.89 ปรากฏขึ้น ซึ่งสามารถเลื่อนเมาส์ไปเลือกสีได้จากกรอบนี้ ซึ่งโปรแกรมมีสีให้เลือกทั้งหมด 224 สี หลังจากเลือกสีเสร็จก็กดปุ่ม OK จะได้สีของเลเยอร์นั้นตามที่เราเลือก

สำหรับปุ่ม Default Color คือเปลี่ยนสีไปเป็นชุดตั้งต้น ปุ่ม Classic Color จะเปลี่ยนสีไปเป็นชุดดั่งเดิม



รูปที่ 3.88 Preference สำหรับเปลี่ยนสีของแต่ละ Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



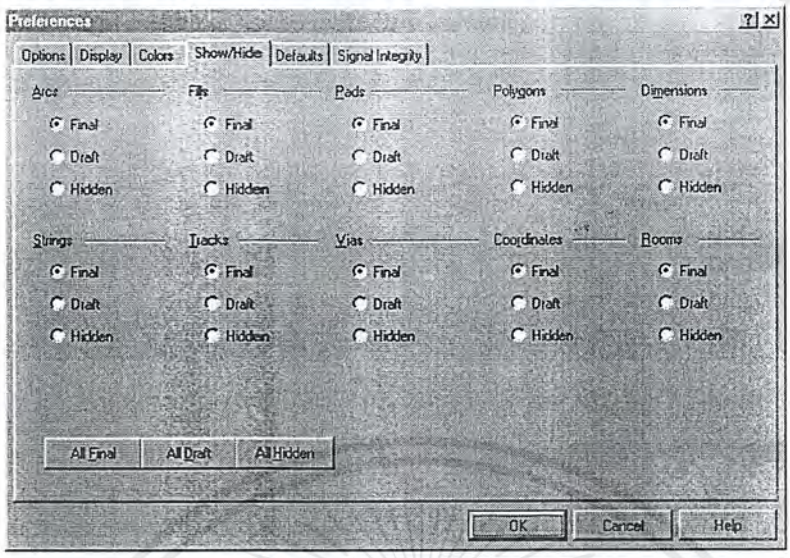
รูปที่ **3.89** สีที่ให้เลือกจากทั้งหมด 224 ชุดสี

14) การกำหนดค่า Preference ในส่วนของแถบ Show/Hide

ขณะกำลังใช้ PCB Editor เรียกใช้คำสั่ง Tools >> Preference เลือกแถบ Show/Hide จะปรากฏดังรูปที่ 3.90 สำหรับ Preference นี้ใช้กำหนดแสดง Primitive ด้วยคุณภาพระดับใด 1.Final คือ คุณภาพสูงสุดมีขนาดและสีเหมือนจริง 2.Draft คือแสดงเป็นเส้นรอบรูป 3.Hidden คือไม่ให้แสดง เราสามารถกำหนดให้แสดงแบบ Final ทั้งหมดได้โดยการคลิกเมาส์ที่ปุ่ม All Final หรือไม่ต้องการให้แสดงทั้งหมดก็ให้คลิกที่ปุ่ม All Hidden

Primitive หมายถึงสิ่งพื้นฐานสำหรับประกอบเป็นวัตถุใน โปรเทลเช่น Component ประกอบด้วย Pads เส้นรอบรูปซึ่งวาดด้วยเส้นโค้ง (Arcs) และเส้นตรง(Tracks) ส่วน Ref.Des. สร้างด้วยข้อความ(string)

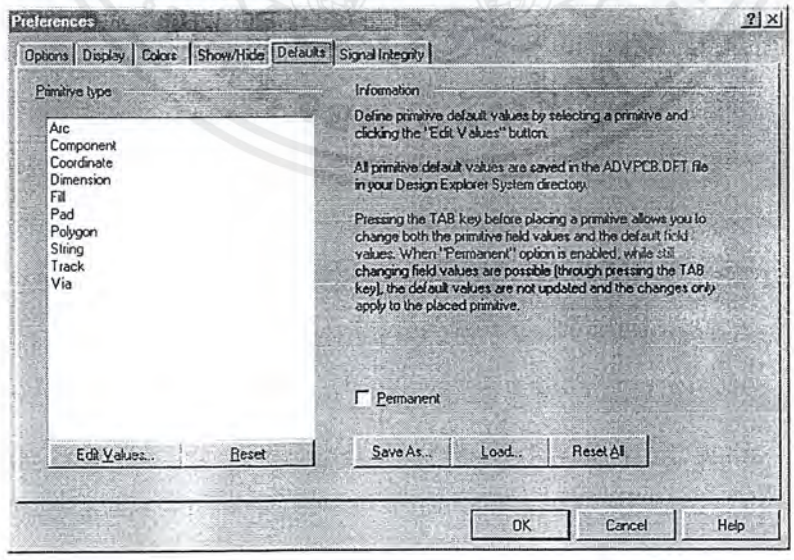
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.90 Preference ของ Show/Hide เพื่อกำหนดให้แสดงหรือไม่แสดง Primitive ต่างๆ

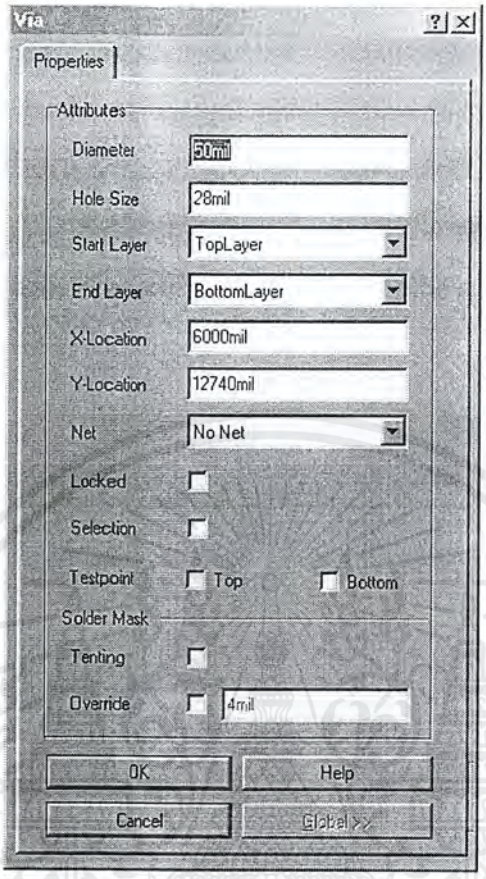
15) การกำหนดค่า Preference ในส่วนของแถบ Defaults

ขณะกำลังใช้ PCB Editor เรียกใช้คำสั่ง Tool >> Preference เลือกแถบ Default จะปรากฏดังรูปที่ 3.91 ในช่องนี้หมายถึงค่าตั้งต้นของแต่ละ Primitive เมื่อเรียกมาใช้ครั้งแรก หากต้องการแก้ไขค่าใดคลิกที่ชื่อ Primitive และคลิกที่ Edit Value เช่นในรูปที่ 3.92 ทำการแก้ไข Primitive ของ Via ซึ่งค่าตั้งต้นที่แก้ไขได้เช่น Layer, ขนาด text string , สี เป็นต้น



รูปที่ 3.91 Preference ของ Default เพื่อกำหนดค่าตั้งต้นให้แก่ Primitive ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.92 การเปลี่ยน Primitive ของ Via

16) การกำหนดขอบเขตของบอร์ด

เมื่อต้องการเริ่มต้นออกแบบชิ้นงาน PCB จะต้องสร้างรูปร่างบอร์ดเป็นสิ่งแรก บอร์ดหรือเส้นรอบรูปบอร์ดจะเป็นบริเวณกำหนดขอบเขตให้ผู้ออกแบบทราบบริเวณให้วางอุปกรณ์และเดินแทร็ค และกำหนดให้โปรเทลทราบขอบเขตระหว่างทำคำสั่ง Auto Placement หรือ Auto Routing ด้วย การกำหนดสามารถทำได้สองวิธีคือ

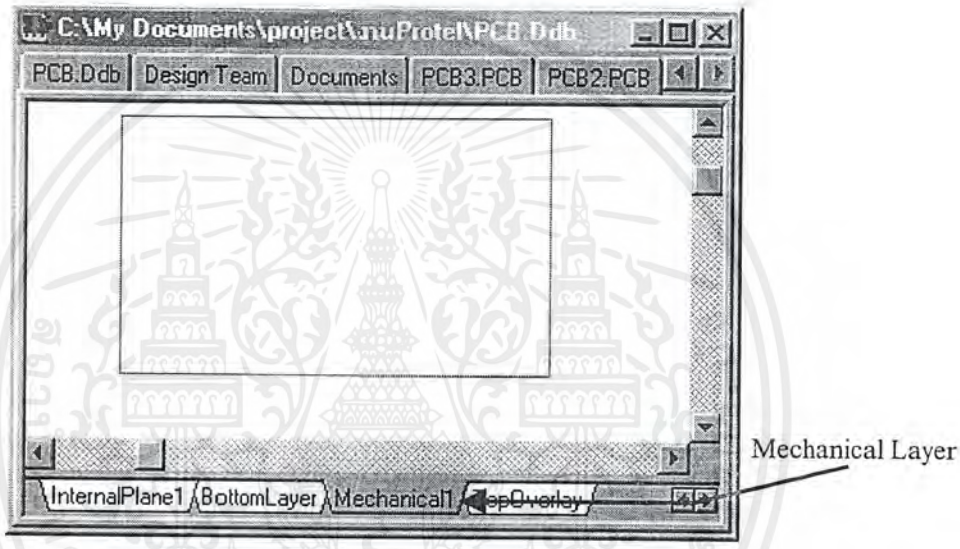
1. ใช้คำสั่งพื้นฐานในการวางวัตถุเช่น เส้นตรง, วงกลม ประกอบการเป็นบริเวณปิด ทั้งนี้ต้องวาดในเลเยอร์ Keep Out เพราะโปรเทลจะรับรู้และใช้รูปปิดในเลเยอร์นี้กำหนดขอบเขตบอร์ด

2. ใช้ Wizard ซึ่งผู้ออกแบบสามารถเลือกบอร์ดรูปร่างมาตรฐานได้จากไลบรารี หรือต้องการสร้างรูปร่างตามต้องการก็ได้เช่นกัน ข้อดีของ Wizard คือนอกจากสร้างบอร์ดยังกำหนด Document หรือข้อกำหนดเอกสาร เช่น ขนาดของบอร์ด,บรรทัดเพื่อเพื่อกำหนดขนาดอุปกรณ์อื่นๆ, กรอบข้อความเพื่อกำหนดชื่อ และรายละเอียดอื่นๆของบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16.1) การใช้คำสั่งพื้นฐานในการกำหนดขอบเขตของบอร์ด

รูปร่างบอร์ดเป็นส่วนประกอบเพื่อแสดงรูปร่างที่ต้องการ การสร้างจะสร้างใน Mechanical Layer การสร้างหรือวางวัตถุใดๆใน Mechanical layer จะไม่มีผลทางไฟฟ้าและโปรแกรมจะไม่นำมารวมเมื่อตรวจสอบชิ้นงาน สิ่งที่ใส่ในเลเยอร์นี้จะใช้สำหรับสร้าง Artwork และพริ้นเอาท์ เพื่อสร้างเอกสารอ้างอิงให้ชิ้นงานเท่านั้น จำนวน Mechanical layer ได้กำหนดเพื่อใช้งานมากถึง 4 เลเยอร์ แต่โดยทั่วไปมักจะใช้เพียง Mechanical Layer4 การวาดเส้นและการใส่วัตถุต่างๆจะเริ่มจากคำสั่ง Place เป็นหลัก



รูปที่ 3.93 การกำหนดขอบเขตของบอร์ดใน Mechanical Layer

ข้อควรระวังคือก่อนใช้คำสั่ง Place ต้องแน่ใจว่าอยู่ในเลเยอร์ Mechanical เพราะถ้าหากผิดเลเยอร์จะทำให้วัตถุนั้นมีวัตถุประสงค์ผิดไป เช่นเมื่อ Place >> Line ใน Top Layer จะทำให้เส้นนั้นกลายเป็นลายทองแดงซึ่งกลายเป็นวัตถุทางไฟฟ้าและมีผลต่อการตรวจสอบชิ้นงานทันที หากวางพาดวัตถุอื่นๆและลัดวงจรโปรแกรมจะเตือนให้ทราบ

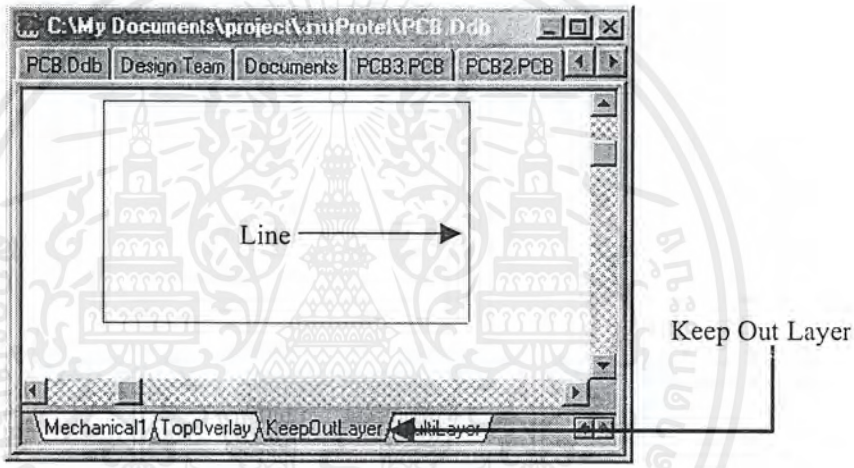
16.2) การกำหนดบริเวณสำหรับ Routing และ Placement

การกำหนดบริเวณสำหรับบริเวณสำหรับ Routing และ Placement คือการกำหนดบริเวณหรือขอบเขตเพื่อไม่ให้ Auto Placement และ Auto Router ทำงานนอกขอบเขตนั้น โดยทั่วไปมักจะมีขนาดเทากับรูปร่าง PCB การกำหนดบริเวณต้องอยู่ใน Keep Out Layer วัตถุใดที่วาดในเลเยอร์นี้จะมีผลกับ Electrical Layer (เลเยอร์ที่มีผลทางไฟฟ้าทั้งหมดเช่น Top, Bottom, Internal Plane) เมื่อวาง Line, Arc ลงไปในเลเยอร์ Keep Out จะทำให้ Protel รับรู้ขอบเขตและจะไม่ยอมให้ Auto Placement และ Auto Router วางอุปกรณ์และแทร็คอยู่นอกหรือเข้าใกล้ขอบเขตมากเกินไป แต่

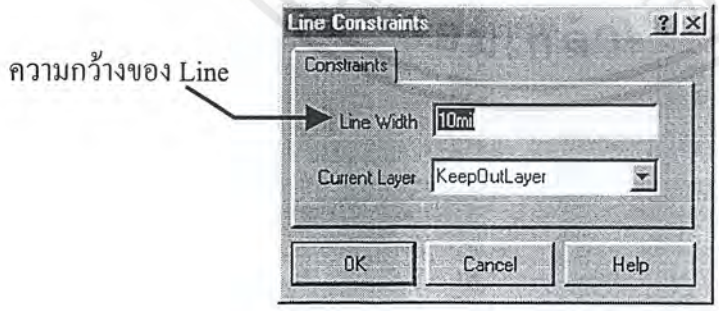
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตนี้ไม่มีผลต่อสิ่งที่ไม่ใช่วัตถุทางไฟฟ้า เช่นไม่มีผลต่อข้อความ (String) ใน Mechanical Layer ไม่มีผลต่อ Silkscreen

การกำหนดขอบเขตจำเป็นต้องกำหนดเป็นต้องกำหนดเป็นบริเวณปิด เปลี่ยนไปที่ Keep Out Layer ใช้คำสั่ง Place >> Line หรือ Place >> Arc จะปรากฏดังรูปที่ 3.94 หากต้องการเปลี่ยนขนาดเส้นให้กดคีย์ TAB จะปรากฏดังรูปที่ 3.95 เปลี่ยนขนาดในช่องคุณสมบัติ (Properties) ลากเส้นไปเรื่อยๆ คลิกเพื่อกำหนดมุม หากต้องการเปลี่ยนรูปแบบการวางเส้นให้กดคีย์ Space Bar เมื่อต้องการให้เส้นมาพบกับจุดตั้งต้น นำเคอร์เซอร์มาวางใกล้จะเห็นวงกลมใหญ่รอบๆจุดนั้น คลิกซ้ายเพื่อจบเส้น คลิกขวาเพื่อยกเลิกหรือกดคีย์ ESC ก็ได้



รูปที่ 3.94 การวาด Line ลงบน Keep Out Layer เพื่อกำหนดขอบเขต PCB



รูปที่ 3.95 การกด TAB เพื่อเปลี่ยนขนาดของ Line

นอกจากนั้นสำหรับแต่ละ Electrical Layer สามารถสร้าง Keep Out ด้วยคำสั่ง Place >> Keep Out >> Track หรือ Place >> Keep Out >> Arc เพื่อป้องกันวัตถุทางไฟฟ้าไม่ให้เข้าไปใน

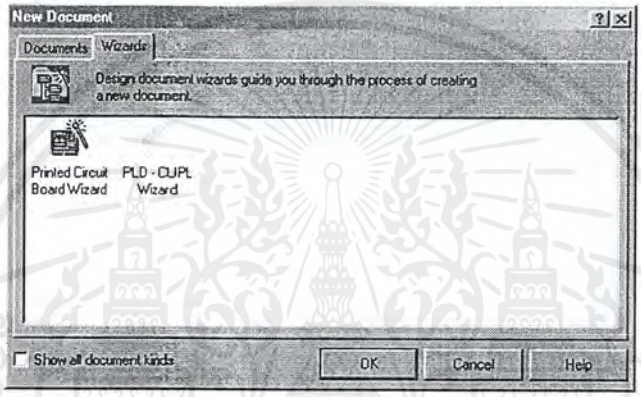
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณนั้น เช่นเมื่อสร้าง Keep Out ใน Top Layer จะทำให้แทร็คด้าน Top รวมทั้งเวียไม่สามารถเดินผ่านบริเวณซึ่งกำหนด Keep Out ไว้ได้ ทำนองเดียวกันสามารถสร้าง Keep Out ใน Bottom Layer, Internal, Plane Layer ได้เช่นกัน

16.3) การกำหนดขนาดและรูปร่างของบอร์ดโดยใช้ Board Wizard

คลิกที่โฟลเดอร์ Document ใน Design Explorer (ต้องการเก็บเอกสาร PCB ที่สร้างขึ้นไว้ในโฟลเดอร์ Document)

1. ใช้คำสั่ง File >> New (F,N) จะปรากฏดังรูปที่ 3.96



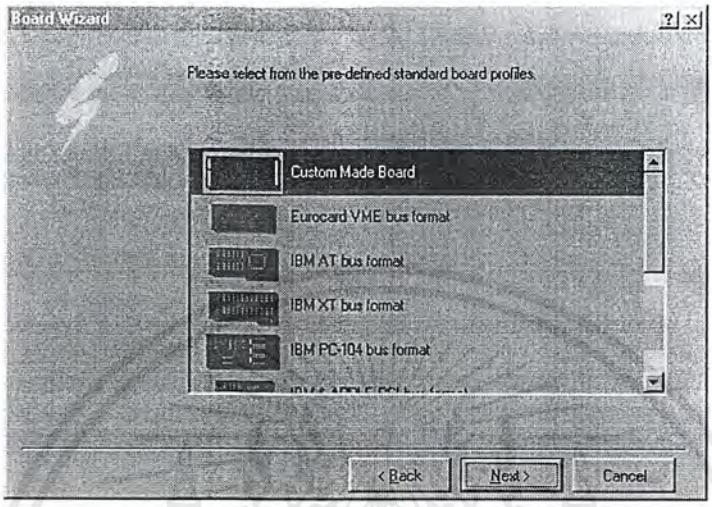
รูปที่ 3.96 แสดงหน้าต่างของการสร้างเอกสารใหม่โดยใช้ File >> New

2. เปลี่ยนไปที่แถบ Wizard เลือก Printed Circuit Board Wizard แล้วกดปุ่ม OK จะปรากฏดังรูปที่ 3.97 ซึ่งเป็นการเริ่มต้นของ Wizard

รูปที่ 3.97 แสดงการเริ่มต้นของ Wizard

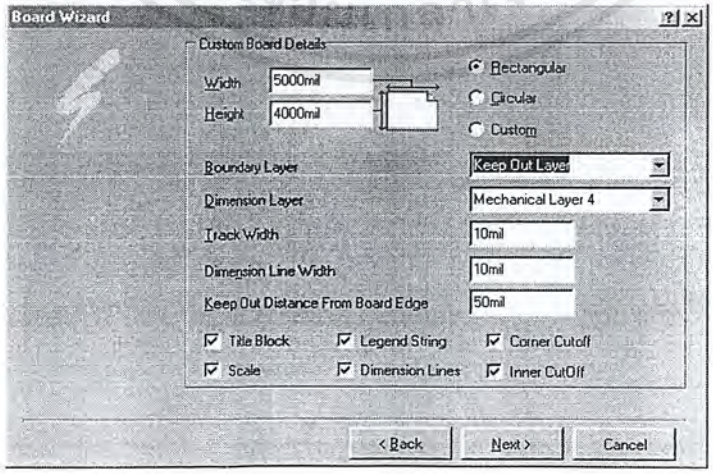
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากรูปที่ 3.97 กดปุ่ม Next เพื่อต้องการสร้าง PCB Board จะปรากฏดังรูปที่ 3.98 ระหว่างทางสามารถยกเลิกโดยคลิกที่ปุ่ม Cancel



รูปที่ 3.98 เลือกรูปร่างและประเภทของบอร์ด

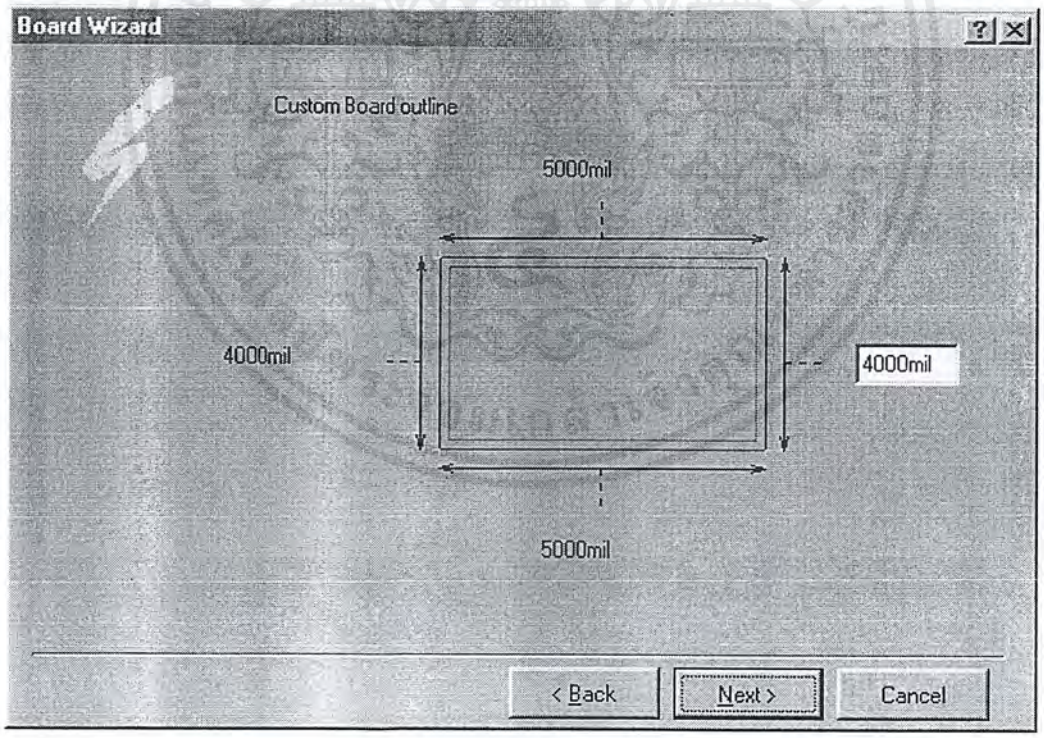
4. จากรูปที่ 3.98 ทำการเลือกชนิดของรูปร่างบอร์ดที่มีมาพร้อมกับโปรแกรม Protel (การเลือกทำได้โดยคลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่ชื่อบอร์ด) ถ้าหากออกแบบ PCB ที่มีรูปร่างตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เช่น บอร์ด IBM PC AT, XT, VME เป็นต้น สามารถเลือกชนิดของบอร์ดได้โดยตรงไม่ต้องกำหนดขนาดเอง ในกรณีต้องการกำหนดขนาดของบอร์ดเองสามารถทำได้โดยเลือก Custom Made Board จากนั้นคลิกปุ่ม Next เพื่อเลื่อนไปที่หน้าถัดไปจะปรากฏดังรูปที่ 3.99



รูปที่ 3.99 กำหนดขนาดของบอร์ดและองค์ประกอบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

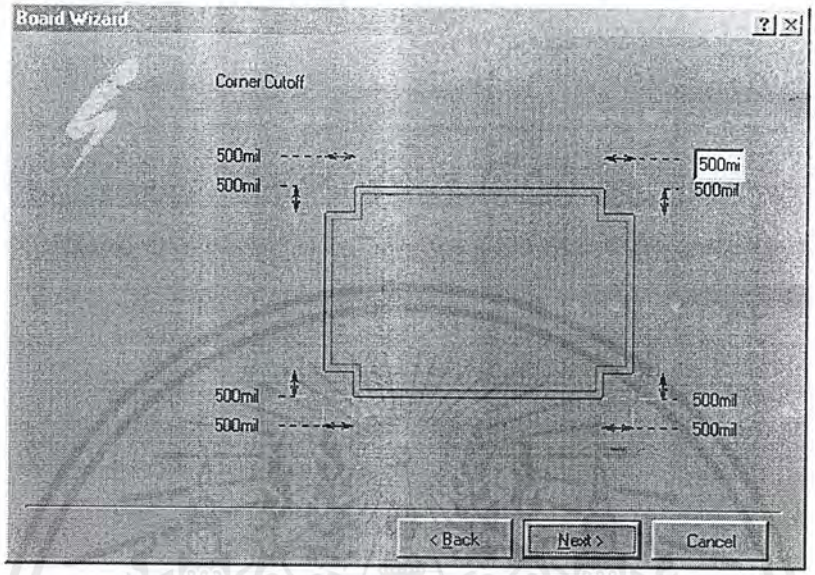
5. จากรูปที่ 3.99 ทำการกำหนดความกว้างและความยาวของบอร์ด การกำหนดความกว้างในช่องชื่อ Width และความสูงในช่อง Height กำหนดรูปร่างบอร์ดเป็นสี่เหลี่ยม (Rectangular) สำหรับ Boundary Layer คือเลเยอร์ขอบเขตบอร์ด จะต้องกำหนดใน Keep Out Layer ที่นั้น ส่วน Dimension Layer คือเลเยอร์สำหรับกำหนดขนาดและเอกสารอื่นๆต้องกำหนดใน Mechanical Layer ส่วน Track Width, Dimension Width คือความกว้างเส้นแทร็คและเส้นวาดกำหนดขนาดหากไม่มีความต้องการเป็นพิเศษควรใช้ตามที่กำหนดให้ Keep Out Distance From Board Edge หมายถึง ต้องการให้เส้นรอบรูปขอบเขต ห่างเข้ามานับจากรูปร่างบอร์ดเป็นระยะเท่าใด โดยทั่วไปจะกำหนดให้ Keep Out เล็กกว่าขนาดบอร์ดเล็กน้อย เพื่อแน่ใจว่าไม่มีอุปกรณ์และแทร็คเดินเข้าใกล้ขอบบอร์ดมากเกินไป Conner Cutout หมายถึงให้เว้นมุมไม่สร้างขอบบอร์ด Inner Cutout หมายถึงสำหรับตัดบางส่วนในบอร์ดออกไป Title Block คือวาดกรอบสำหรับใส่คำอธิบายบอร์ด Scale คือให้ใส่บรรทัดบอกสัดส่วน Legend String ให้อธิบายสัญลักษณ์บนบอร์ด Dimension Line หมายถึงเส้นบอกขนาด



รูปที่ 3.100 กำหนดขนาดความกว้างและความสูงของบอร์ด

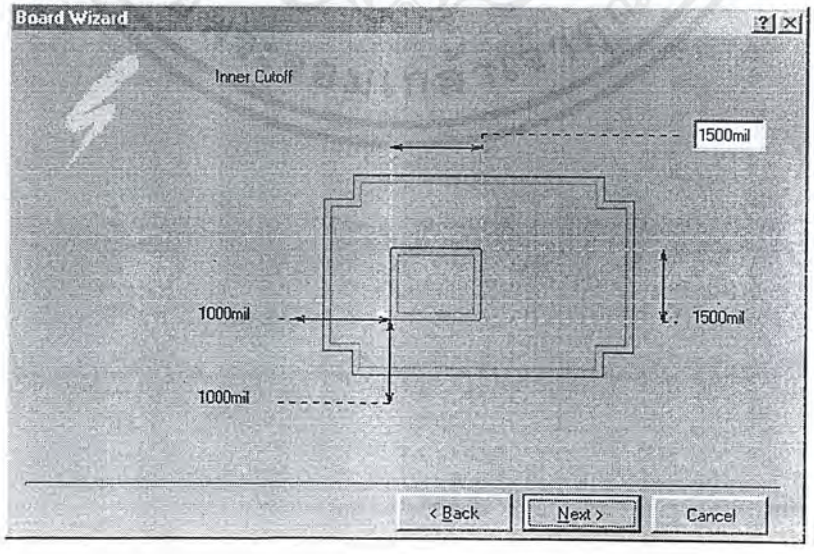
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จากรูปที่ 3.100 เป็นการกำหนดขนาดของบอร์ดหากต้องการแก้ไขค่าใดๆเลื่อนเมาส์ไปเหนือช่องนั้นจะใส่ค่าได้ทันทีจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อไปที่หน้าจอถัดไป



รูปที่3.101 กำหนดขนาดของ Conner Cutoff

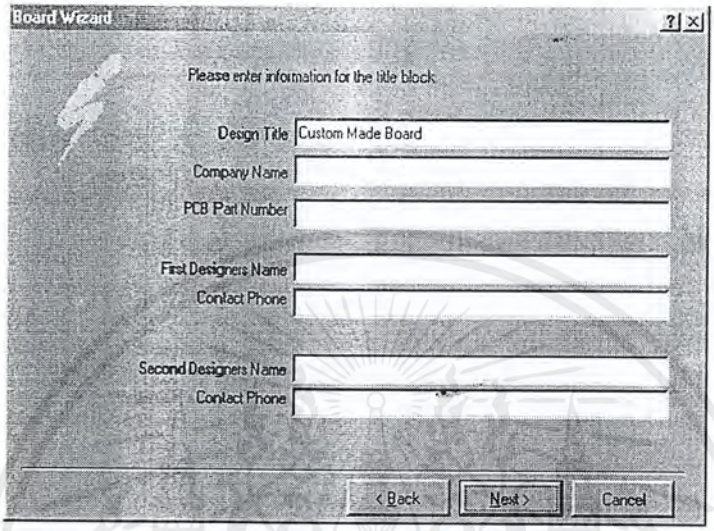
7. จากรูปที่ 3.101 เป็นการกำหนดขนาดของ Conner Cutoff (เว้นมุมไม่สร้างบอร์ด) หากต้องการแก้ไขค่าใดๆเลื่อนเมาส์ไปเหนือช่องนั้นจะใส่ค่าได้ทันทีจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อไปที่หน้าจอถัดไป



รูปที่ 3.102 กำหนดขนาดของ Inner Cutoff

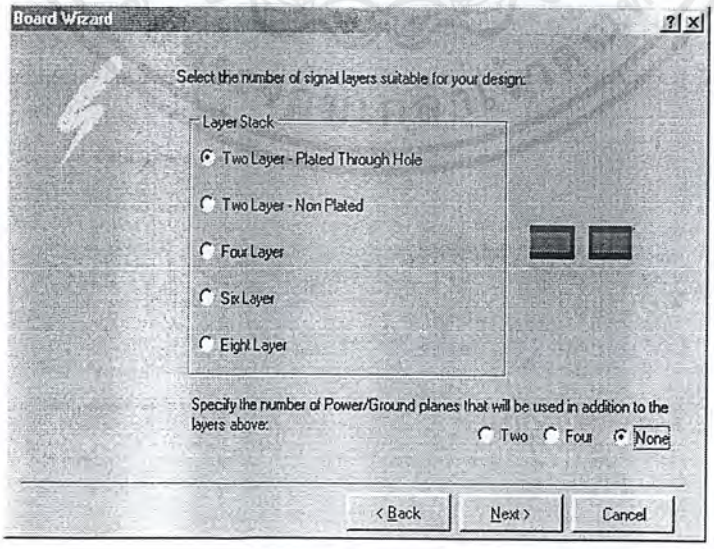
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จากรูปที่ 3.102 เป็นการกำหนดขนาดของ Inner Cutoff (สำหรับตัดบางส่วนของบอร์ดออกไป) หากต้องการแก้ไขค่าใดๆเลื่อนเมาส์ไปเหนือช่องนั้นจะใส่ค่าได้ทันทีจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อไปที่หน้าจอถัดไป



รูปที่ 3.103 กำหนดข้อความสำหรับแสดงในกรอบข้อมูลบนบอร์ด

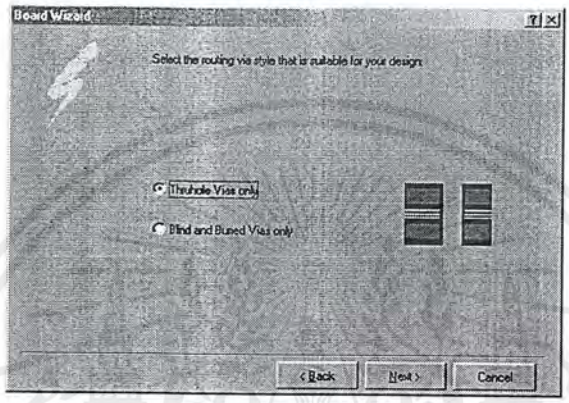
9. จากรูปที่ 3.103 ให้ใส่ข้อมูลลงไปซึ่งประกอบด้วยชื่อบอร์ด, ชื่อบริษัท, ชื่อผู้จัดทำ เป็นต้น จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อไปที่หน้าต่างถัดไป



รูปที่ 3.104 เลือกจำนวนเลเยอร์และชนิดของการข้ามหน้า

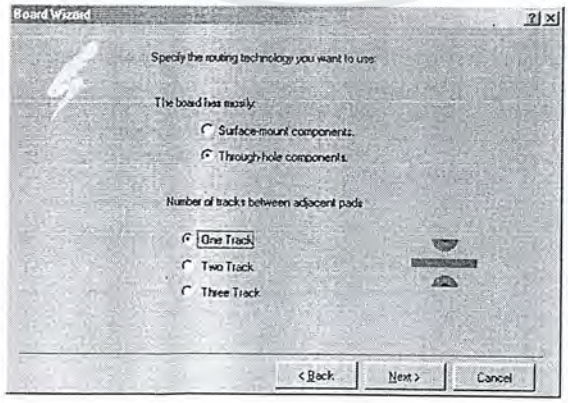
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. จากรูปที่ 3.104 เลือกจำนวนเลเยอร์ และ ชนิดของรูเจาะของอุปกรณ์ กำหนดได้เริ่มตั้งแต่สองเลเยอร์ (Tow Layer) ถึงแปดเลเยอร์ (Eight Layer) สำหรับกรณี Tow Layer จะเลือกได้สองทางคือPlated Through Hole และ Non Plated หมายถึงการให้รูเจาะซึ่งเชื่อมระหว่างด้าน Top และ Bottom มีการเคลือบโลหะเพื่อให้นำไฟฟ้าไปถึงกันหรือไม่ ในกรณีมากกว่า 2 เลเยอร์เลือกกำหนดจำนวนของระนาบทองแดง (Plane) เพื่อทำเป็น Power หรือ GND จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.105 เลือกชนิดของ Via

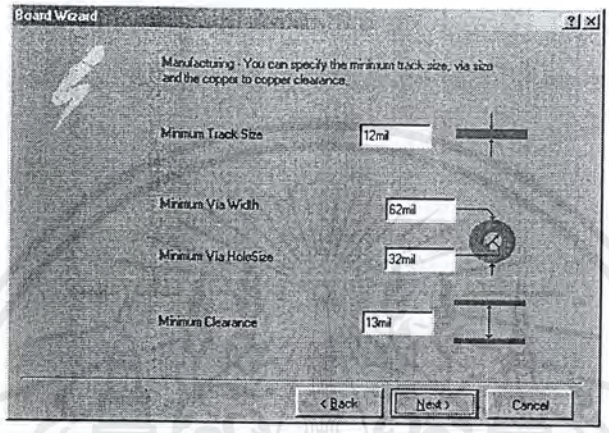
11. จากรูปที่ 3.105 ทำการเลือกชนิดของ Via ซึ่ง Wizard มีให้เลือกอยู่ 2 ชนิด คือ Through Via only และ Blind and Buried Via ซึ่ง Through Via only คือ หมายถึงรูเจาะข้ามหน้าจากด้านบนมาด้านล่าง Blind Via หมายถึงรูเจาะข้ามหน้ามาจากด้านบนหรือล่างแต่ไม่ทะลุอีกด้านหนึ่ง จะไปจบที่เลเยอร์ภายในเท่านั้น สำหรับ Buried Via หมายถึงเวียซึ่งเชื่อมระหว่างเลเยอร์ภายใน ไม่สามารถมองเห็นจากด้านบนหรือล่าง



รูปที่ 3.106 เลือกชนิดของอุปกรณ์และจำนวนเส้นระหว่างขาอุปกรณ์

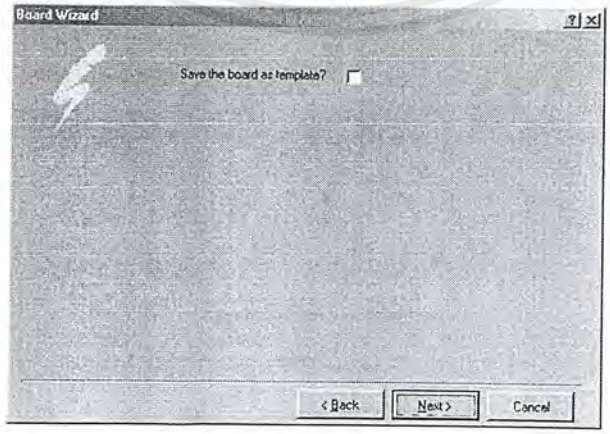
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. จากรูปที่ 3.106 ทำการเลือกชนิดของอุปกรณ์ซึ่งใน Wizard จะมีให้เลือกอยู่ 2 ชนิด คือ อุปกรณ์ประเภท SMD เป็นอุปกรณ์ที่ขาติดกับผิวของ PCB (Surface-mount components) และอุปกรณ์ประเภทที่มีขาเจาะทะลุบอร์ด (Through-hole components) สำหรับการกำหนดให้มีเส้นผ่านระหว่างขาของอุปกรณ์สามารถกำหนดได้ 3 อย่างคือ 1 เส้น 2 เส้น และ 3 เส้น จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.107 กำหนดขนาดเล็กสุดของ Track, Via, รูของ Via และ ระยะห่างระหว่าง Track

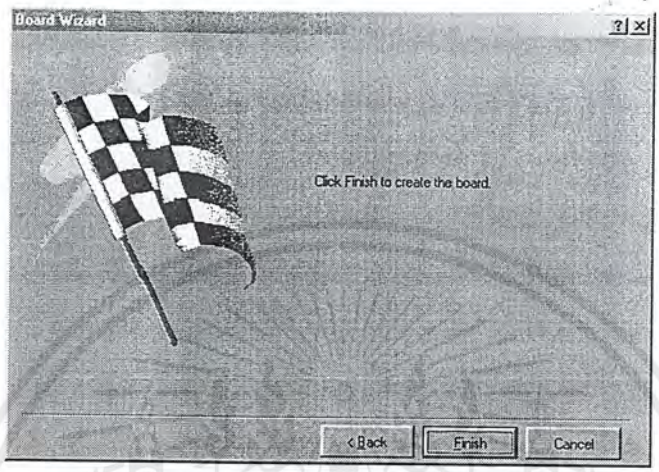
13. จากรูปที่ 3.107 ทำการกำหนดขนาดของ Track โดย Minimum Track Size คือขนาดเส้นเล็กที่สุดของ Track โดยทั่วไปโปรแกรมกำหนดให้โดยนำข้อมูลจากรูปที่ 3.106 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเส้นระหว่างขา IC Minimum Via Width กำหนดขนาดเวีย Minimum Via Hole Size ขนาดของรูเจาะของเวียที่เล็กที่สุด ส่วน Minimum Clearance คือระยะห่างระหว่างเส้นน้อยที่สุด จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.108 บันทึกรูปแบบเพื่อนำไปใช้ในครั้งต่อไป

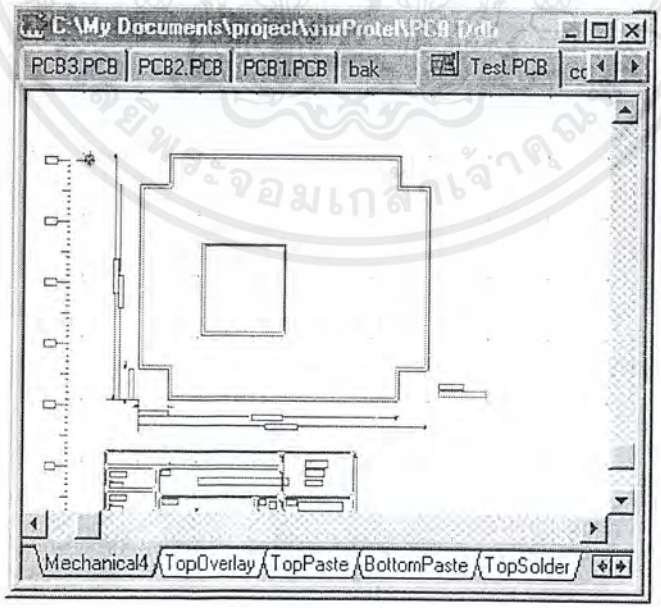
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. จากรูปที่ 3.108 เป็นการบันทึก (Save) รูปแบบที่กำหนดมาทั้งหมดเพื่อจะนำไปใช้ในครั้งต่อไปโดยครั้งต่อไปไม่ต้องกำหนดอีก ถ้าต้องการบันทึกให้คลิกเลือกที่ Save the board as template จากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.109 เสร็จสิ้นกระบวนการทำบอร์ดด้วย Board Wizard

15. จากรูปที่ 3.109 ทำการคลิกที่ปุ่ม Finish เพื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำบอร์ดจะปรากฏดังรูปที่ 3.110



รูปที่ 3.110 รูปร่างของบอร์ดที่ได้จาก Wizard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ชื่อของบอร์ดโปรเทลจะตั้งเป็น PCB1 (หรือ PCB2 หากเคยสร้าง PCB1 มาแล้ว) จะเห็นว่านอกจากรูปร่างบอร์ดแล้วโปรเทลจะสร้างเครื่องหมายกำหนดขนาด (Dimension) และ Title Block สำหรับกำหนดชื่อ และรายละเอียดของชิ้นงานในกรอบด้านล่างของบอร์ด

17. หากตั้งการเปลี่ยนชื่อต้องปิดเอกสาร PCB1 ก่อนและต้องเปลี่ยนชื่อที่โฟลเดอร์ชื่อ Document โดยใช้คำสั่ง Edit >> Rename (E,M) การปิดเอกสาร PCB1 โดยไปที่แถบของ PCB1 คลิกเมาส์ปุ่มขวา เลือกคำสั่ง Close หรือใช้วิธีคลิกที่ไอคอนของ PCB1 แล้วใช้คำสั่ง Edit >> Rename (E,M) เปลี่ยนชื่อเป็นชื่อตามที่เราต้องการ

18. จากนั้นทำการกำหนดทางเลือกของเอกสาร (Document Option) โดยใช้คำสั่ง Design >> Option (D,O) ตามที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว และกำหนด Preference ของเอกสาร PCB โดยใช้คำสั่ง Tools >> Preference (T,P)

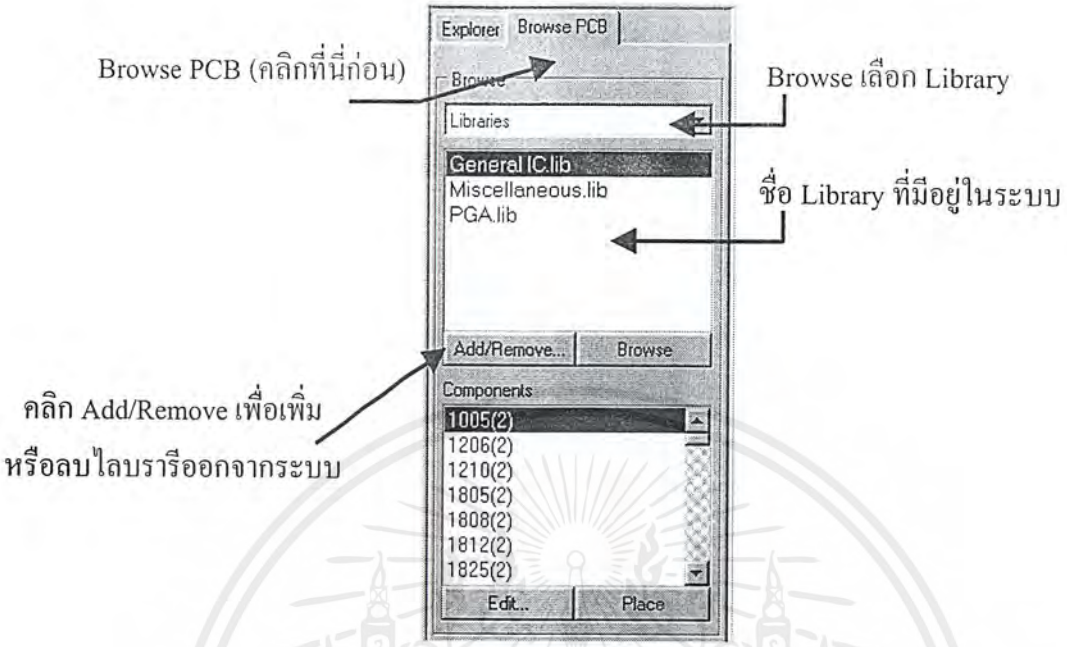
17) การเพิ่มไลบรารีของ Footprint เข้ามาในระบบ

Footprint คือรูปร่างของอุปกรณ์ รูปที่เห็นคือมองจากด้านบนลงไปด้านล่างมีขนาดเท่ากับตัวจริงประกอบด้วยรูปร่างหรือเส้นรอบรูป (Outline) ปรากฏในเลเยอร์ Silkscreen ขอบเส้นรอบรูปนี้ใช้เป็นแนวสำหรับกำหนดขนาดของอุปกรณ์ เพื่อให้ระหว่างออกแบบทราบขนาด และไม่วางอุปกรณ์ใกล้กันเกินไป มี Pad ซึ่งแทนตำแหน่งขาอุปกรณ์ ต้องมีขนาดและระยะถูกต้อง ส่วนประกอบอื่นๆเช่น Ref.Des. ใช้บอกชื่ออ้างอิง โปรเทลจะเก็บ Footprint ทั้งหมดไว้ในไลบรารีและเก็บอยู่ที่ไดเร็กตอรี **\Program Files\Design Expkorer 99 SE\Library\PCB** ในไลบรารีของโปรเทลมี Footprint จำนวนมาก และชื่อเรียกตามมาตฐานอุตสาหกรรมเช่น DIP,SOIL,LCC เป็นต้น แต่ละไลบรารีมีนาสกุลเป็น DDB และได้แยกชื่อไลบรารีไว้ตามชนิด Footprint เมื่อต้องการนำ Footprint มาใช้จำเป็นต้องเพิ่ม Library เข้ามาในระบบก่อน

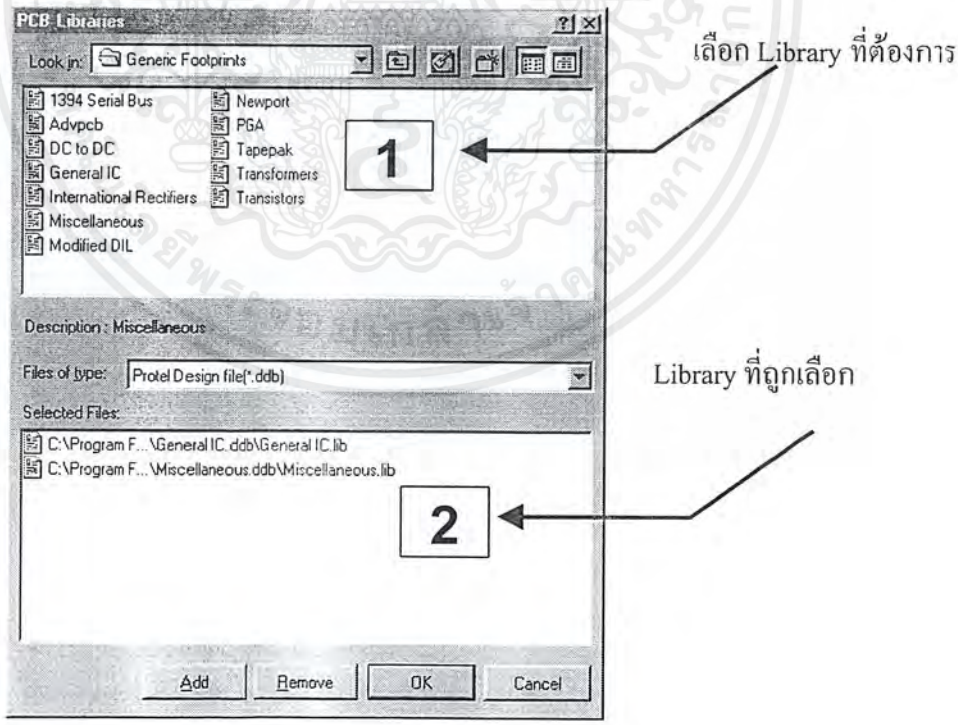
17.1) การเพิ่มไลบรารีของ Footprint

1. ต้องเปิดเอกสาร PCB ก่อน แล้วเลือกที่แถบ Browse PCB ในช่อง Browse ให้เลือก Library จะปรากฏดังรูปที่ 3.111 คลิกที่ปุ่ม Add/Remove เมื่อต้องการเพิ่มไลบรารีเข้ามาในระบบ หลังจากคลิกที่ Add/Remove จะปรากฏดังรูปที่ 3.112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.111 แสดงหน้าต่างของ Browse PCB



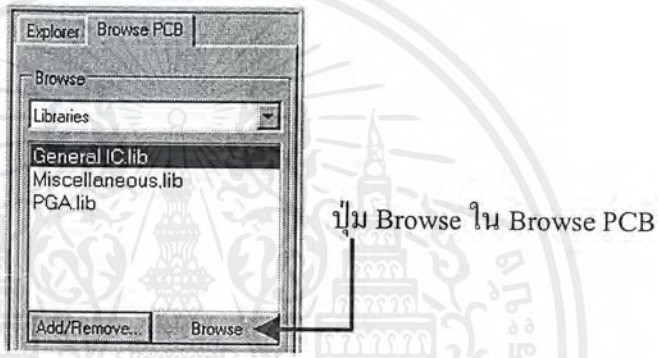
รูปที่ 3.112 แสดงหน้าต่าง Add/Remove Library

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเพิ่ม Library เข้ามาในระบบทำได้โดยคลิกที่รายชื่อไลบรารีในช่องที่ 1 จากนั้นกดปุ่ม Add หรือ ดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อไลบรารีในช่องที่ 1 จะได้ผลเหมือนกัน หลังจาก Add Library แล้วจะปรากฏชื่อไลบรารีที่ เพิ่มเข้ามาในช่องที่ 2 การลบไลบรารีก็สามารถทำได้เช่นเดียวกันโดยคลิกที่ชื่อไลบรารีในช่องที่ 2 แล้วกดปุ่ม Remove หรือ ดับเบิ้ลคลิกที่รายชื่อไลบรารีในช่องที่ 2 จากนั้นให้กดปุ่ม OK

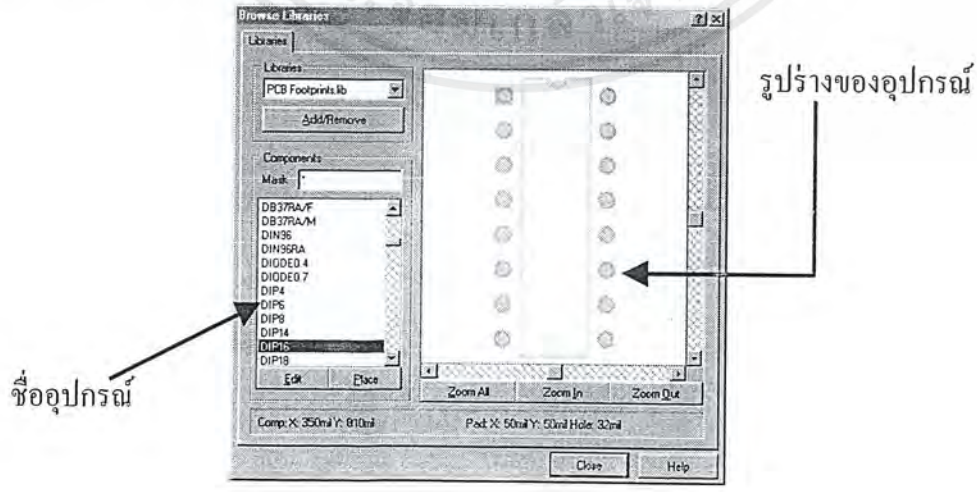
17.2) การดูรูปร่างของอุปกรณ์ใน Footprint

1. หลังจากนำไลบรารีเข้ามาในระบบแล้ว ให้กดที่ปุ่ม Browse ใน Browse PCB ดังแสดงในรูปที่ 3.113



รูปที่ 3.113 การดูรูปร่างของอุปกรณ์ในไลบรารี

2. หลังจากกดปุ่ม Browse จะปรากฏดังรูปที่ 3.114 สามารถเลือกดูอุปกรณ์แต่ละตัวได้โดยการคลิกเลือกที่ตัวอุปกรณ์ในช่อง Component

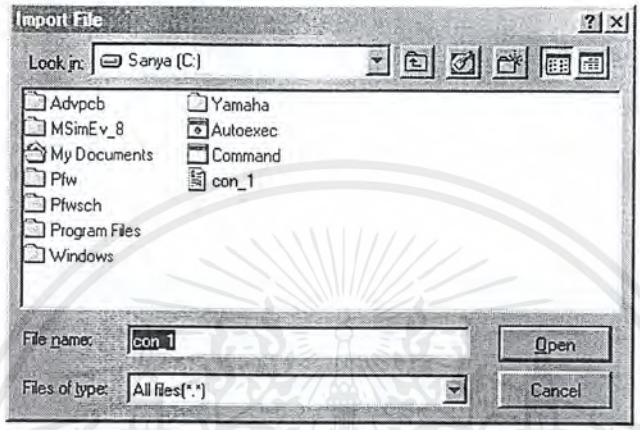


รูปที่ 3.114 รูปร่างของอุปกรณ์แต่ละชนิดในไลบรารี

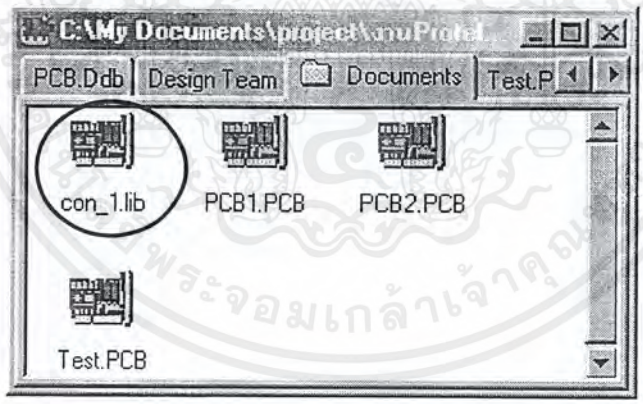
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17.3) การนำไลบรารีจากภายนอกเข้ามาในชิ้นงาน

1.ใช้คำสั่ง File >> Import (F,I) จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์ชื่อไฟล์ปรากฏขึ้นดังรูปที่ 3.115 จากนั้นทำการเลือก ชื่อไฟล์ไลบรารีที่เราต้องการนำเข้ามา ในตัวอย่าง ไฟล์ชื่อ Con_1.lib เก็บในไดร์ฟ C จากนั้นกดปุ่ม Open ไลบรารีก็จะเข้ามาในชิ้นงานของเราดังรูปที่ 3.116



รูปที่ 3.115 การ Import ไลบรารีจากภายนอกเข้ามาในชิ้นงาน



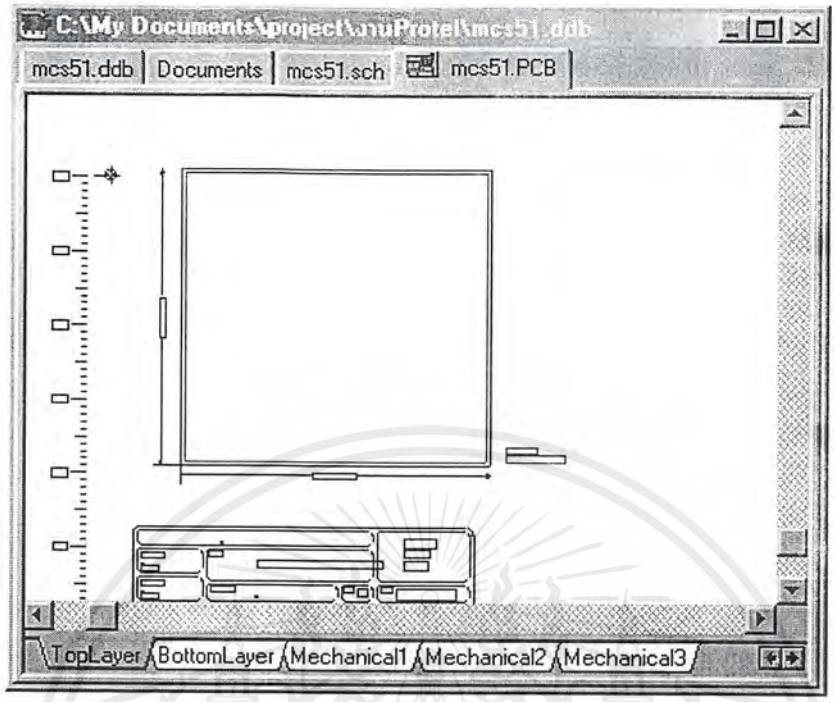
รูปที่ 3.116 ไลบรารีที่เข้ามาในชิ้นงานแล้ว

17.4 การนำวงจรเข้ามาใน PCB

การนำวงจรเข้ามาใน PCB เป็นขั้นตอนของการนำเอาวงจรที่ได้ออกแบบด้วย Schematic มีทำเป็นแผ่น PCB ซึ่งมีขั้นตอนการทำดังนี้

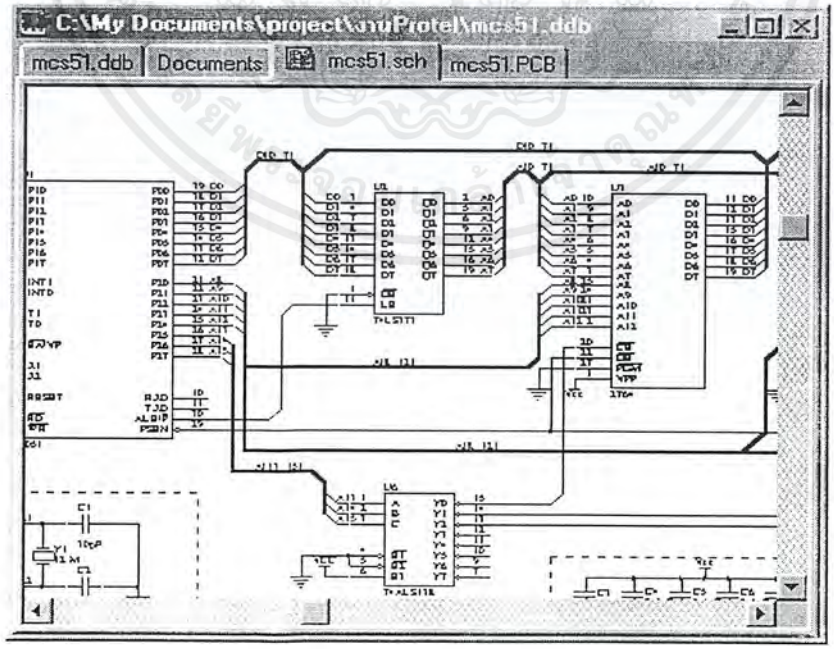
1. เปิดเอกสาร mcs51.PCB ซึ่งได้สร้างมาจาก Board Wizard ไว้ดังแสดงในรูปที่ 3.117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.117 เอกสาร mcs51.PCB ที่สร้างจาก Board Wizard

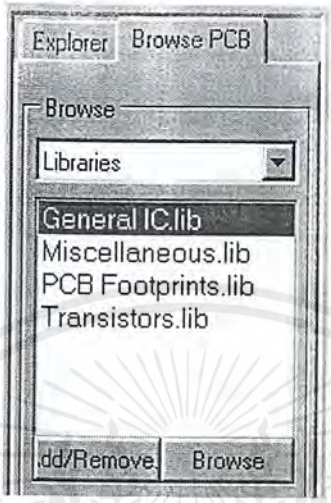
2. เปิดเอกสาร mcs51.SCH ซึ่งเป็นวงจรที่ได้สร้างมาก่อนหน้านี้



รูปที่ 3.118 เอกสาร MCS51.SCH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไปที่ msc51.PCB แล้วทำการ Add library สำหรับ Footprint เข้ามาใน PCB Editor ให้ครบดังรูปที่ 3.119

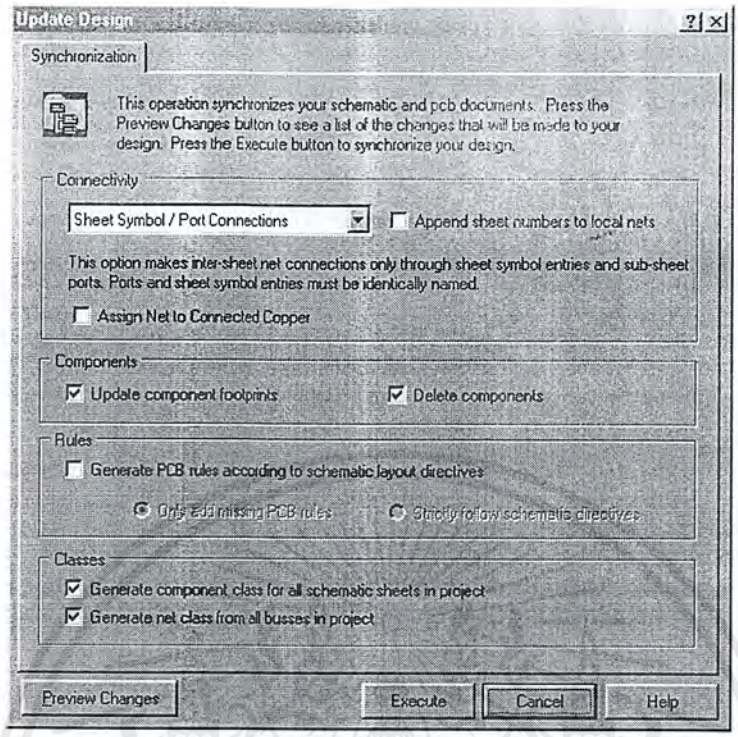


รูปที่ 3.119 ไลบรารีของ Footprint ใน PCB Editor

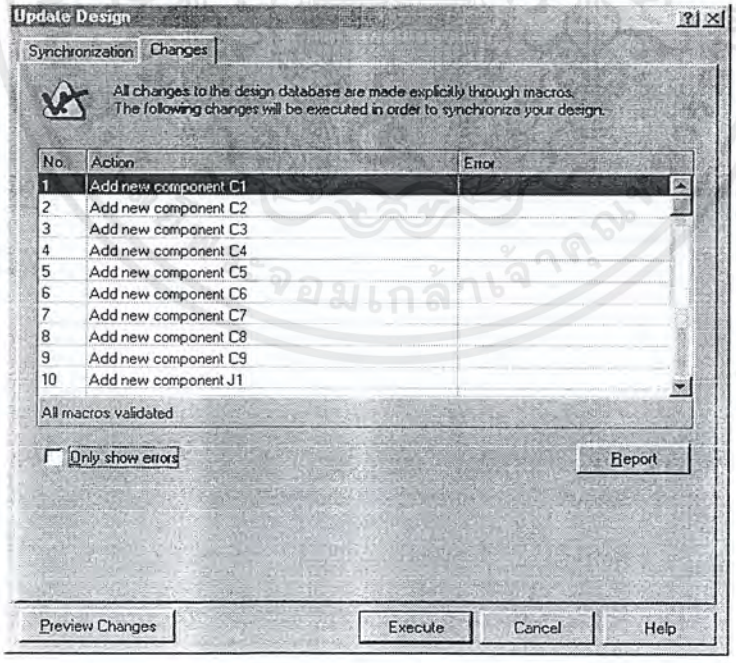
4. ตรวจสอบเพิ่มไลบรารีเข้ามาในระบบครบหรือไม่

5. ระหว่างกระบวนการถ่ายทอดเน็ทลิสต์จากสเค็มมาติกไปที่ PCB จะมีการเรียกใช้เอกสารเหล่านี้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมไว้ก่อน หากโปรแกรมไม่สามารถค้นหาฟุทปริ้นท์ที่ระบุในวงจร จากไลบรารีใดๆพบโปรแกรมจะแจ้งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อทุกอย่างพร้อม เริ่มต้นโดยขณะอยู่ที่ mcs51.SCH เรียกคำสั่ง Design>>UpDate PCB รอสักครู่หนึ่งจะเห็นหน้าต่าง UpDate Design (รูปที่3.120)ปรากฏขึ้นให้คลิกเมาส์ที่ปุ่ม Preview Changes เพื่อดูความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะปรากฏดังรูปที่ 3.121 แต่ละบรรทัดแสดงคำสั่ง (Macro) ซึ่งตีความใน PCB เช่นคำสั่ง Add Component หมายถึง PCB ไปดึงฟุทปริ้นมาจากไลบรารีเป็นต้น ในช่อง ERROR ต้องไม่มีข้อความใดๆปรากฏเลื่อนไปดูให้ครบหากมี ต้องค้นหาสาเหตุและแก้ไขก่อนทำขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



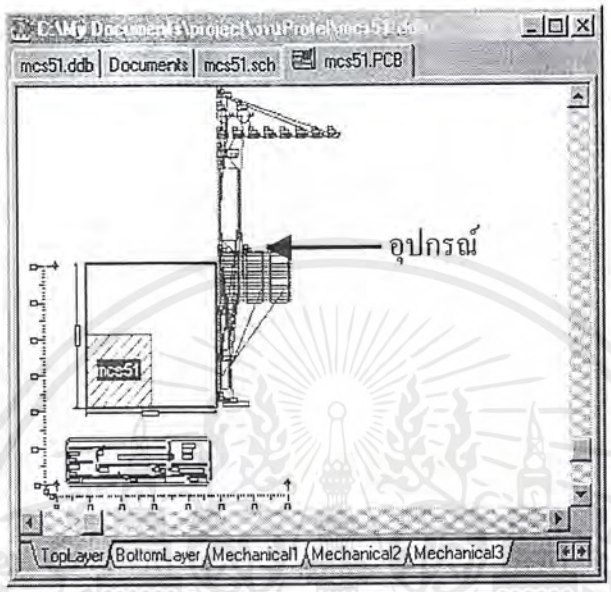
รูปที่ 3.120 หน้าต่างUpdate Design



รูปที่ 3.121 หน้าต่างแสดงความผิดพลาดระหว่าง Update PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อแน่ใจความถูกต้องเรียบร้อย ให้คลิกที่ปุ่ม Execute รอสักครู่จะเห็นรูปที่ 3.121 ซึ่งเป็นส่วนใน PCB ปรากฏขึ้น ซึ่งหมายความว่าฟุทปรินท์ของอุปกรณ์และคอนเน็คชั่นต่างๆได้ถูกนำเข้ามาใน PCB เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3.122 เมื่อนำวงจรเข้ามาใน PCB เรียบร้อยแล้ว

7. จากรูปที่ 3.122 จะเห็นรูปภาพเมื่อนำข้อมูลเน็ทลิสต์ รูปร่างบอร์ดเหมือนสร้างไว้ แต่ทางด้านขวามือจะเห็นฟุทปริ้นท์ของอุปกรณ์ต่างๆปรากฏอยู่อย่างเป็นระเบียบ แต่ละอุปกรณ์จะมีสายเชื่อมโยงเข้าหากัน สายเหล่านี้แทนการเชื่อมต่อหรือคอนเน็คชั่นและต้องเปลี่ยนให้เป็นเส้นทองแดงให้หมด

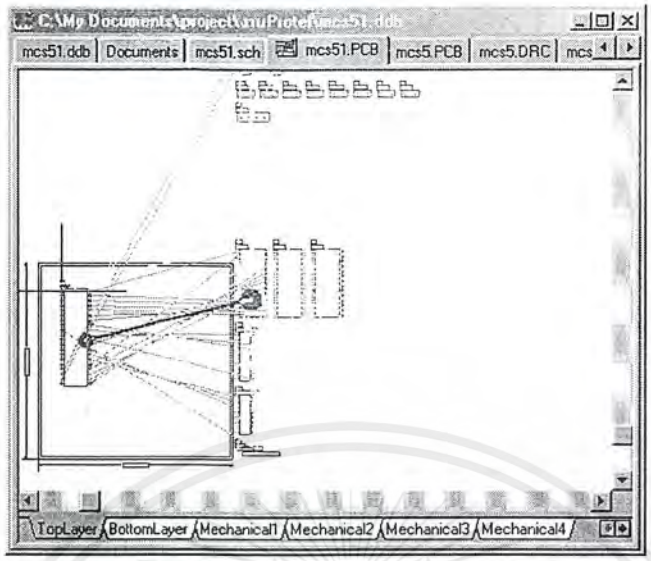
17.5) การจัดเรียงอุปกรณ์บนบอร์ด

การจัดเรียงอุปกรณ์บนบอร์ดสามารถทำได้สองวิธีคือการจัดเรียงเองและการจัดเรียงแบบอัตโนมัติ

การจัดเรียงเอง มีขั้นตอนดังนี้

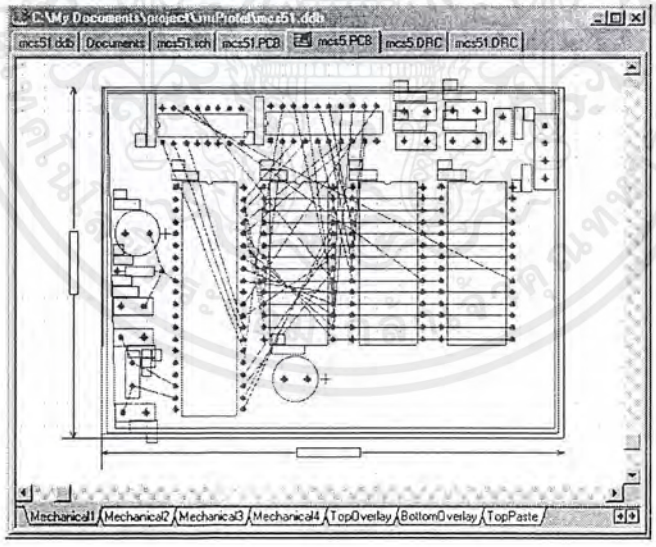
1. ขณะอยู่ที่ PCB Editor เรียกใช้คำสั่ง Edit>>Move>>Component [M,C] เลื่อนไปเลือกอุปกรณ์ โดยวางเมาส์ให้เหนือตัวอุปกรณ์ที่ตำแหน่งขาใดก็ได้ จะเห็นว่าเมื่อเมาส์เข้าใกล้หรืออยู่ในบริเวณที่เลือกอุปกรณ์ได้ จะมีสัญลักษณ์วงกลมปรากฏที่เคอร์เซอร์ คลิกหนึ่งครั้งอุปกรณ์จะลอยติดมากับเมาส์และเคลื่อนไปมาพร้อมกัน เมื่อต้องการวางอุปกรณ์ในตำแหน่งที่ต้องการให้คลิกเมาส์หนึ่งครั้งอุปกรณ์จะถูกวาง ให้ทำอย่างนี้จนกว่าจะวางอุปกรณ์ครบทุกตัวจะได้ดังรูปที่ 3.123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.123 การนำ mcs51 มาวางบนบอร์ด

2. นำอุปกรณ์ที่อยู่นอกขอบเขตบอร์ดมาวางภายในขอบเขตบอร์ดให้ครบทุกตัวดังรูปที่ 3.124



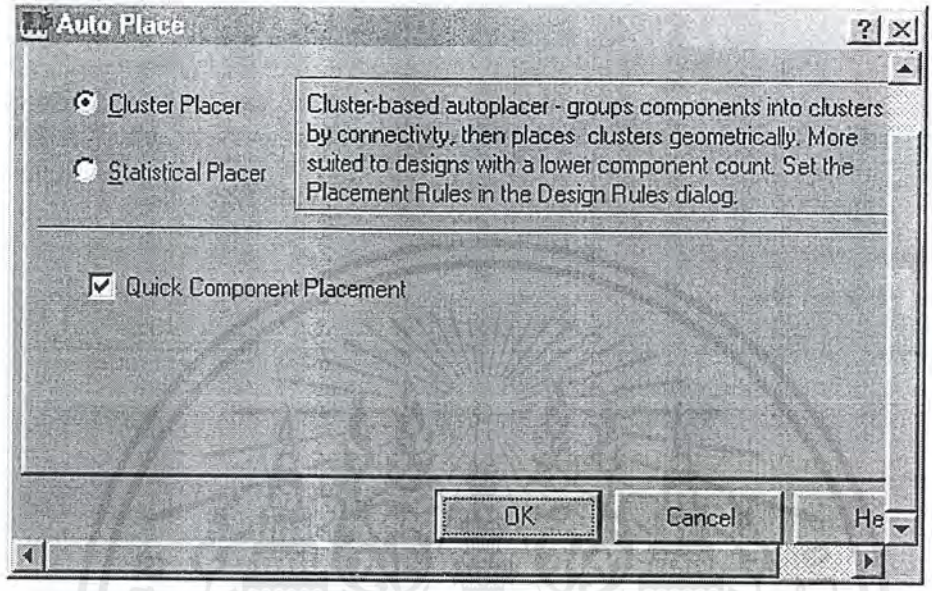
รูปที่ 3.124 วงจรที่วางอุปกรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

2. การจัดเรียงอัตโนมัติ (Auto Placement)

ก่อนทำ Auto Placement ควรกำหนดขอบเขตของบอร์ดให้ถูกต้องก่อน โดยกำหนดรูปร่างใน Keep Out Layer การจัดเรียงอัตโนมัติมีขั้นตอนการทำดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เมื่อต้องการเรียกใช้ Auto Placer ให้ไปที่คำสั่ง Tools>>Auto Placement>>Auto Placer จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.125



รูปที่ 3.125 หน้าต่างของ Auto Place

2. ในหน้าต่าง Auto Place เลือก Cluster Place จากนั้นกดปุ่ม OK

3. โปรแกรมจะทำการจัดวางอุปกรณ์ให้โดยอัตโนมัติ

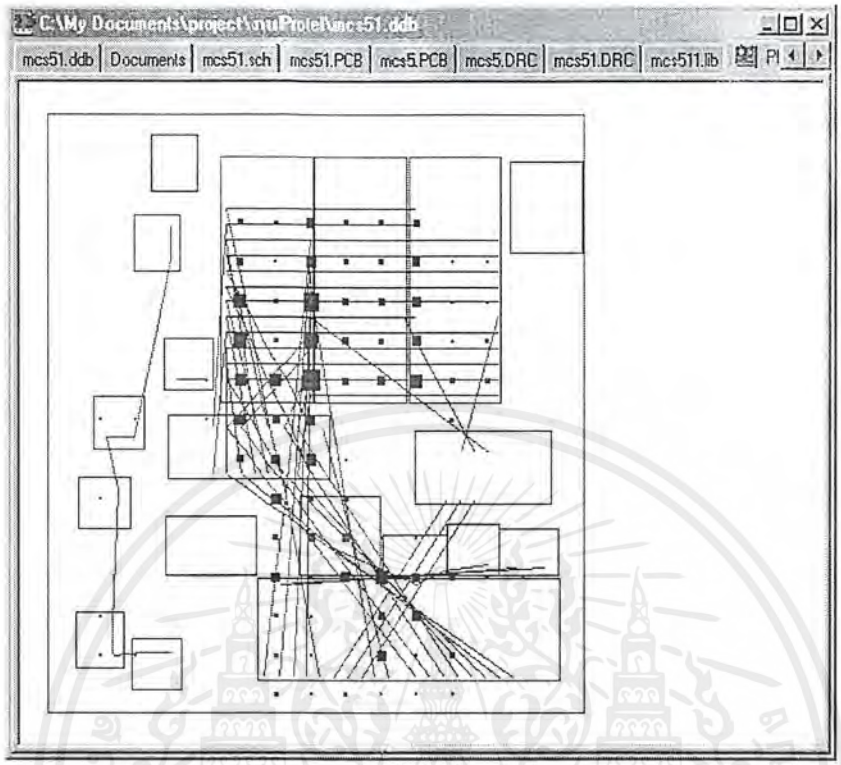
4. ถ้าต้องการยกเลิกการวางอุปกรณ์อัตโนมัติใช้คำสั่ง Tools>>Auto Placement>>Stop Auto Placer ในระหว่างการทำ Auto Placer สามารถทำงานอื่นได้

ทางเลือกของ Auto Placer

1. Cluster Placer คือการวางโดยจับกลุ่มอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันเป็นอย่างมากเข้าด้วยกัน หรือสร้าง Cluster จากนั้นจัดกลุ่ม Cluster โดยดูความสัมพันธ์ระหว่าง Cluster กับ Cluster เพื่อวางตำแหน่งที่เหมาะสม โดยทั่วไป Cluster Placer เหมาะสำหรับบอร์ดที่มีจำนวนอุปกรณ์น้อยกว่า 100 ตัว

2. Statistical Placer คือการวางโดยจับกลุ่มอุปกรณ์ให้มีความยาวระหว่างคอนเนคชั่นน้อยที่สุด เหมาะสำหรับบอร์ดที่มีขนาดใหญ่และมีอุปกรณ์จำนวนมาก ควรใช้มากกว่า 100 ตัวขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.126 ระหว่างการทำ Auto Placer โดยเลือก Statistical Placer

17.6) การเดินเส้นลายทองแดง (Routing)

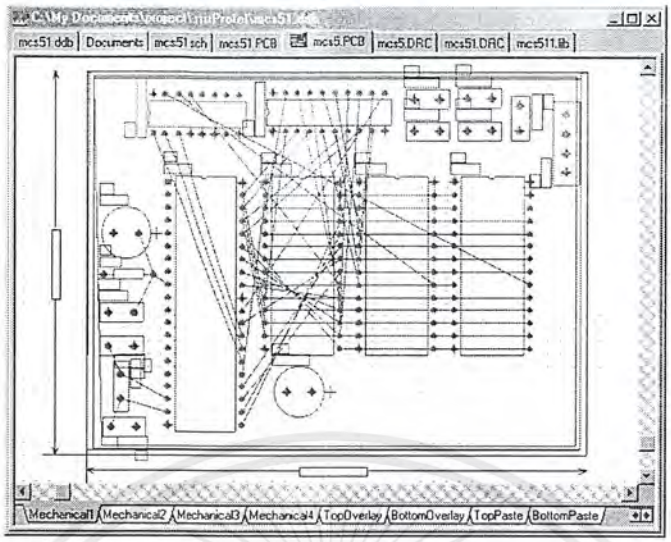
การเดินเส้นหรือ Routing ในโปรแกรม Protel 99 SE มีเครื่องมือสำหรับเดินเส้นลายทองแดงอยู่สองวิธีคือให้ผู้ออกแบบเดินด้วยต้นเอง และ วิธีอัตโนมัติ ทั้งสองวิธีมีการใช้งานตามสถานการณ์และความต้องการ ชิ้นงานบางชนิดต้องการควบคุมแทร็คอย่างใกล้ชิดคือต้องการเดินในทิศทางที่กำหนด กำหนดการใช้เวียดังนั้นต้องการใช้การเดินแทร็คด้วยมือ สำหรับวงจรทั่วไปเช่นวงจรดิจิตอล สามารถใช้ Auto Router เดินแทร็คให้อัตโนมัติ ซึ่งความสามารถของ Auto Router ของโปรเทลมีความสามารถมาก ใช้หลักของ Shape Based คือมองวัตถุต่างๆตามขนาดของจริง ไม่ใช้วิธีเดินเส้นบนกริดเช่น ซอฟต์แวร์ในอดีต

ในคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ฉบับนี้จะกล่าวถึงการเดินเส้นอัตโนมัติเพียงอย่างเดียวไม่ขอกล่าวถึงการเดินเส้นด้วยมือ

การเดินเส้นอัตโนมัติ (Auto Routing)

1. หลังจากทำการวางอุปกรณ์ลงในบอร์ดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องกำหนดขอบเขตของบอร์ดเพื่อทำ Auto Router โดยกำหนดใน Keep Out Layer ดังรูปที่ 3.127

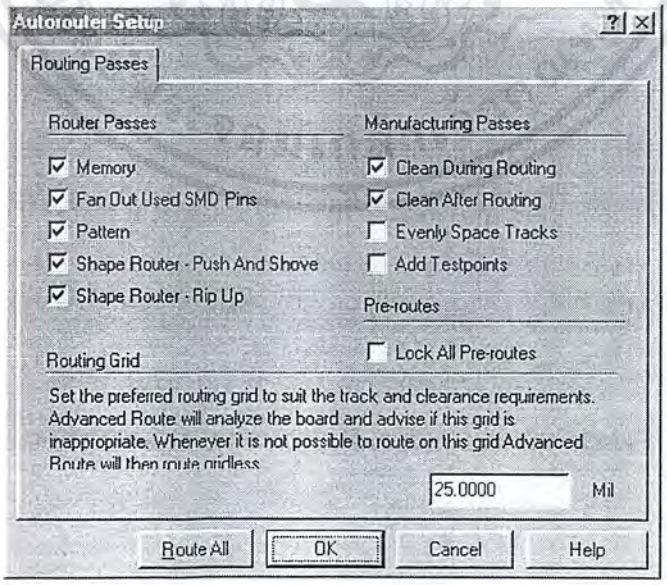
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.127 บอร์ดที่พร้อมจะทำ Auto Router

2. กำหนดขนาดกฎการออกแบบโดยเข้าไปที่ Design>>Rule ดูในช่อง Routing แล้วทำการกำหนดค่าต่างๆที่จำเป็นในการทำ Routing เช่น ขนาดของ Via ,Track, Layer ,รูปแบบการเดินเส้นต่างๆเป็นต้น

3. ทำการกำหนดค่าต่างๆสำหรับการทำ Router โดยไปที่เมนู Auto Route>>Setup จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 3.128



รูปที่ 3.128 ภายใน Auto Router Setup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายต่างๆของ Auto Router Setup

ในช่อง Routing Passes มีความหมายดังนี้

Memory การเดินเส้นสำหรับอุปกรณ์ชนิด memory ซึ่งมีเส้นซ้ำกันเพราะใช้เน็ทร่วมกันเป็นจำนวนมาก

Fan Out Used SMD Pins การเดินเส้นออกมาเล็กน้อยจาก SMD แพ็ดและใส่เวียเพื่อเป็นจุดต่อของเส้นในช่วงต่อไป เหมาะกับบอร์ดที่มีความหนาแน่นมาก

Pattern การเดินเส้นในลักษณะเรียงเป็นแถวหรือแนว ไม่ใช่ทุกเส้นขนานกัน

Push and Shove การเดินเส้นในลักษณะเบียดเส้นก่อนหน้า เพื่อสร้างช่องว่างให้เส้นใหม่

Rip Up การเดินเส้นในลักษณะยกเส้นขวางออกแล้วกลับมาเดินใหม่ภายหลัง

ในช่อง Manufacturing Passes มีความหมายดังนี้

Clean During Routing หมายถึงต้องการให้จัดเส้นให้สวยงาม ระหว่างเดินเส้นอัตโนมัติ

Clean After Routing หมายถึงต้องการให้จัดเส้นให้สวยงาม หลังจากเดินเส้นเสร็จแล้ว

Evenly Space แทร็ค การจัดเส้นให้มีช่องว่างอย่างเท่าเทียมกัน เพื่อผลดีสำหรับการผลิต

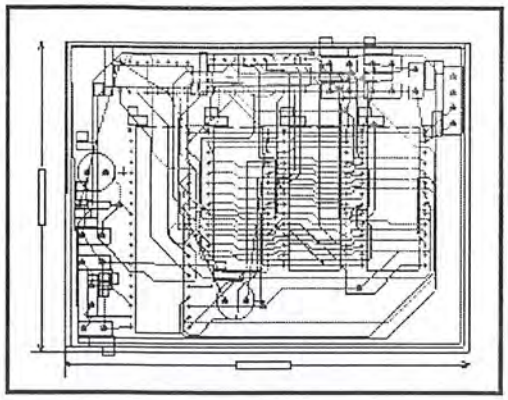
Add test points สั่งให้ Auto Router เพิ่มจุดทดสอบให้โยอัตโนมัติ

Lock All Pre-routed สั่งให้ Auto Router ไม่เคลื่อนย้ายเส้นต่างๆที่เดินมาก่อนเข้า Auto Router

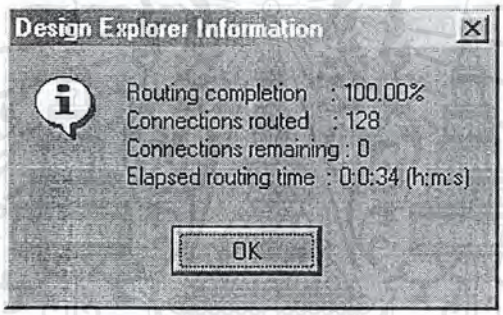
Routing Grid กำหนดขนาดของ Routing Grid โดยปกติไม่ต้องเปลี่ยนแปลงใด Auto Router จะวิเคราะห์บอร์ดและเปลี่ยนขนาดของกริดที่เหมาะสมให้เอง

4. ทำการเรียก Auto Router จากเมนู Auto Route จะมีคำสั่งย่อยให้เลือกดังนี้
   - 1) All สั่งให้ทำงานหมดทั้งบอร์ด
   - 2) Connection สั่งให้เดินเฉพาะคอนเน็คชั่น โปลเทลจะรอให้เลือกคอนเน็คชั่นก่อน
   - 3) Component สั่งเดินแทร็กเฉพาะที่ต่อกับอุปกรณ์
   - 4) Area สั่งให้เดินเส้นเฉพาะในบริเวณที่กำหนด
   - 5) Stop สั่งให้ Auto Router เลิกทำงาน
   - 6) Pause สั่งให้ Auto Router หยุดทำงานชั่วคราว
   - 7) Re-Start สั่งให้ Auto Router ทำงานต่อ
5. ทำการเดินเส้นทั้งบอร์ดโดยเลือกจากเมนู Auto Route>>All จะปรากฏหน้าต่าง Auto
6. Router Setup ให้กดปุ่ม Route ALL เพื่อเริ่มการทำงาน จะปรากฏดังรูปที่ 3.129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

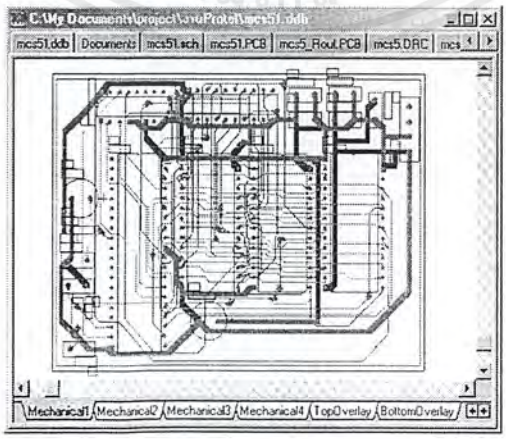


รูปที่ 3.129 ขณะทำการ Auto Router



รูปที่ 3.130 เมื่อ Auto Router ทำงานเสร็จ จะแสดงข้อมูล

7. เมื่อ Auto Router ทำงานเสร็จจะแสดงข้อมูลกดปุ่ม OK เพื่อสิ้นสุดการทำงาน



รูปที่ 3.131 Auto Router เดินเส้นเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17.7) การพิมพ์และ การสร้างไฟล์สำหรับผู้ออกแบบ PCB

1. การสร้าง Output และ Artwork

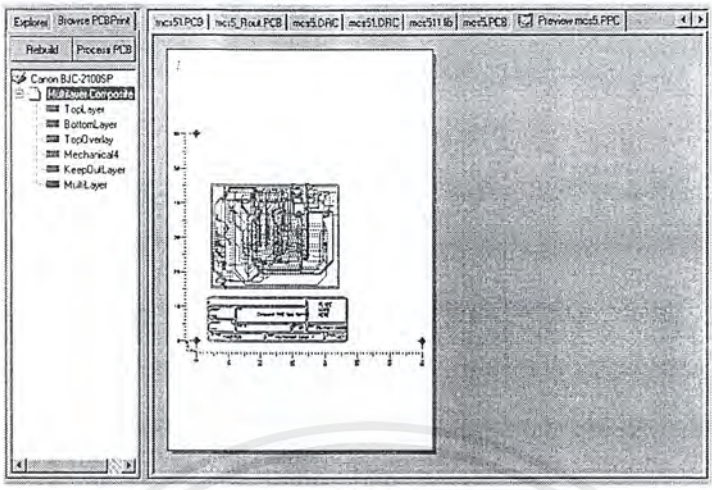
เมื่อออกแบบ PCB เสร็จสิ้น ขั้นต่อไปคือ ส่งชิ้นงานพิมพ์ออกทางกระดาษและส่งผลงานจัดไปให้ PCB ตามแบบ การพิมพ์ชิ้นงานไม่ว่าจะเพื่อตรวจสอบหรือสร้างเอกสารสำหรับอ้างอิงในการประกอบ PCB (Assembly Drawing) และอื่นๆรวมเรียกว่า Preview การพิมพ์นี้จะผ่านทางอุปกรณ์ที่ตัดต่อกับ Windows ซึ่งอาจจะเป็นเลเซอร์พริ้นเตอร์หรืออิงเจ็ตพริ้นเตอร์ สำหรับการสร้างไฟล์เพื่อส่งให้โรงงาน หมายถึงการสร้างไฟล์ที่มีความแม่นยำในระดับสูง เพื่อให้แน่ใจได้ในความถูกต้องของขนาดและความคมชัด โดยทั่วไปมักจะสร้างเป็นไฟล์ " Gerber " ทั้งสองกระบวนการโปรเทลได้แยกออกจากกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงทั้งสองอย่าง

1) Print Preview

Print Preview หมายถึงการสร้างภาพมองในลักษณะต่างๆตามการใช้งานทั้งบนจอภาพและสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ เช่น Composite หมายถึง ภาพมองของทุกเลเยอร์ปรากฏให้เห็นในหน้ากระดาษเดียวกัน เพื่อให้ตรวจสอบชิ้นงานคร่าวๆได้อย่างรวดเร็ว Power Plan Set หมายถึงภาพมองของเพลนภายในซึ่งทำเป็น Power Mask Set หมายถึง ภาพมองของพิมพ์เขียวซึ่งจะเคลือบผิว PCB ทั้งหมดยกเว้นบริเวณ Pad ซึ่งเปิดเพื่อให้บัดกรีตะกั่ว Drill Drawing หมายถึง ภาพมองของตำแหน่งเจาะรูของ Pad ฯลฯ ชนิดของภาพมองเหล่านี้ได้กำหนดเลเยอร์ไว้เรียบร้อย ผู้ใช้สามารถเลือกชนิดที่ต้องการได้ทันทีเป็นความสะดวกซึ่งโปรเทลสร้างให้ใช้งานได้ง่าย สำหรับผู้ที่คุ้นเคยโปรเทลให้ทางเลือกที่สามารถกำหนดชนิดของภาพมองโดยเปลี่ยนเลเยอร์ได้ตามต้องการ

การสร้าง Print Preview ของ PCB ทำได้โดยขณะกำลังเปิด PCB อยู่ใน Design Windows ใช้คำสั่ง File>>Print Preview [F,P] รอสักครู่หนึ่งโปรเทลจะสร้างงานชนิดใหม่ขึ้นมาเรียกว่า Power Print Configuration [PPC] โดยมีชื่อ Preview < ชื่อ PCB >.PCB พร้อมทั้งแสดงเอกสารภาพมอง(Preview) ขึ้นในพื้นที่ออกแบบวงจร เอกสารภาพมองนี้จะมีขนาดและจำนวนหน้าซึ่งได้กำหนดตามชนิดของเครื่องพิมพ์ซึ่งได้ติดตั้งและขึ้นกับอัตราส่วนของชิ้นงาน ถ้าหากชิ้นงานมีขนาดใหญ่แต่กระดาษมีขนาดเล็กจะทำให้โปรเทลสร้างภาพมองหลายหน้ากระดาษสำหรับแต่ละชนิดของภาพมอง โดยทั่วไปหน้าแรกของภาพมองจะเป็น Composite Print Out หรือรวมหลายเลเยอร์ในหน้าเดียวกันดังรูปที่ 3.132

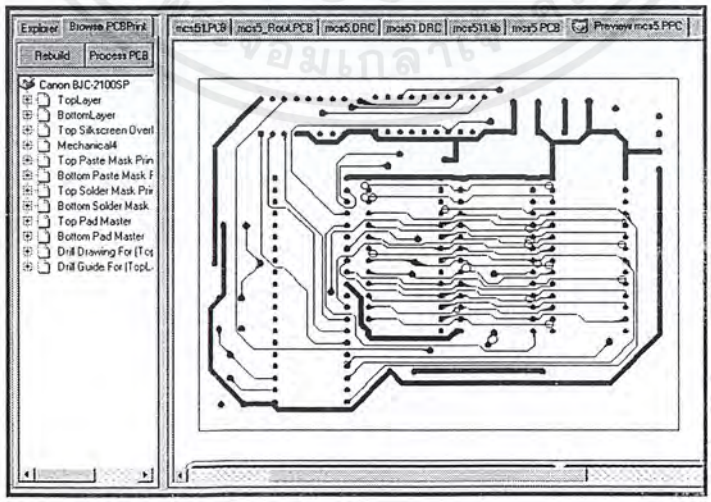
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.132 หน้าต่างเมื่อใช้คำสั่ง Print Preview

การเลือกชนิดของ Preview ทำได้โดยขณะที่เปิดหน้า PPC เรียกคำสั่งจากเมนู Tools จะเห็นทางเลือกชนิดของ Preview ดังนี้

Tools >> Create Final เพื่อสร้าง Preview ซึ่งประกอบด้วยภาพมองทุกชนิดใช้งาน เช่น Power Plan , Solder Mask, Drill Drawing, Assembly Drawing เมื่อเลือก Create Final แล้วไม่จำเป็นต้องเลือกทางเลือกดังแสดงในข้อต่อไปเพราะจะรวมทุกอย่างไว้แล้ว ข้อจำกัดของ Create Final คือจะใช้เวลาทำงานมาก ดังนั้นโปรแกรมจึงเพิ่มทางเลือกสำหรับกรณีต้องการเฉพาะภาพมองที่สนใจ ดังแสดงในรูปที่ 3.133



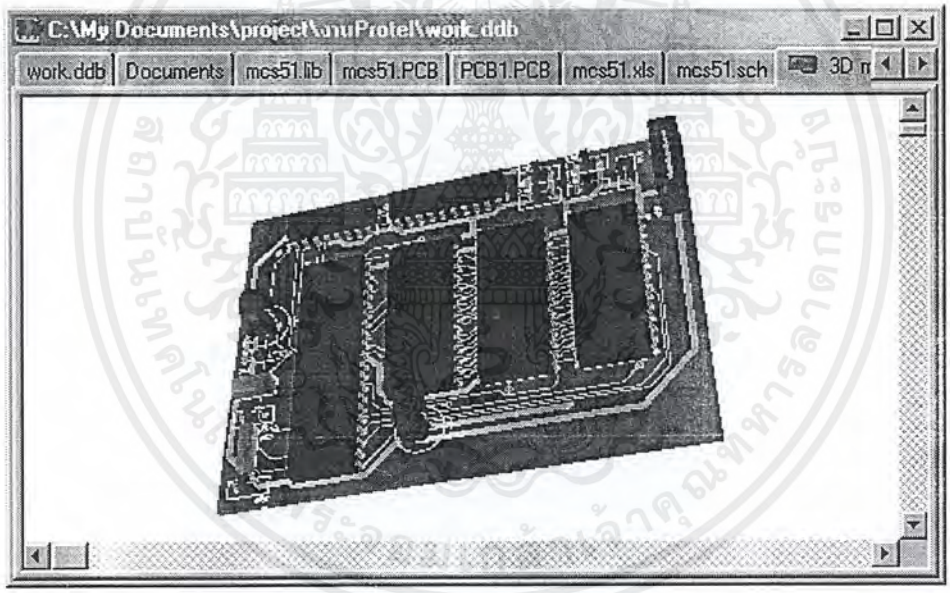
รูปที่ 3.133 หน้าต่างเมื่อเลือก Create Final

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17.8) การมอง PCB ในรูป 3D

การมอง PCB ในรูป 3D หมายความว่าโปรแกรมจะแสดงรูปร่างและขนาดบอร์ดในรูปของ 3 มิติโดยนำข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เช่น บอร์ด, Track, Pad, อุปกรณ์มาแสดงอยู่ร่วมกัน ข้อมูลความสูงของอุปกรณ์จะคำนวณโดยอัลกอริทึมภายในโดยนำชื่อ Ref, Des, ชื่อ Footprint ประกอบกัน สำหรับอุปกรณ์ที่โปรแกรมไม่รู้จัก ข้อมูลความสูงจะถูกสร้างขึ้นมาเช่นกัน

การมองบอร์ดในรูป 3D เมื่อต้องการมองบอร์ดในรูป 3 D ใช้คำสั่ง View>>Borad in 3D [V,3] โปรแกรมจะสร้างเอกสารชุดใหม่มีชื่อเรียกว่า 3D <ชื่อไฟล์ PCB> และแสดงรูปร่างบอร์ดในลักษณะมีความสูงของอุปกรณ์ และแสดงสีที่ถูกต้องของทั้ง PCB และอุปกรณ์ และระยะในการสร้างรูป 3D จะต่างกันตามความเร็วของเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับ AMD K6-2 550MHz รูปในตัวอย่างใช้เวลา 1 นาที



รูปที่ 3.134 รูปภาพ 3D ของบอร์ด Mcs51.PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

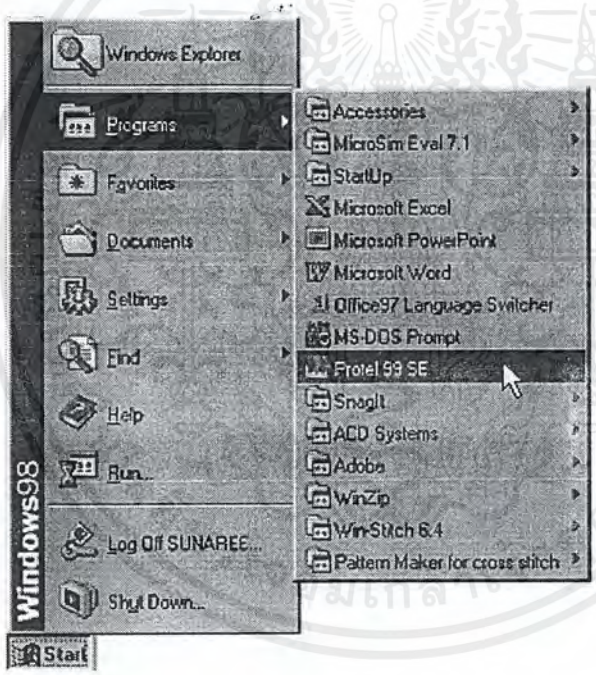
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

ตัวอย่างวงจรที่จะนำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นการออกแบบวงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำเข้ากับ MCS-51ตั้งแต่วาดวงจรจนถึงทำเป็นแผ่น PCB

4.1.1 การเปิดโปรแกรมใช้งาน

วิธีการเปิดโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การเปิดโปรแกรม Protel 99 SE

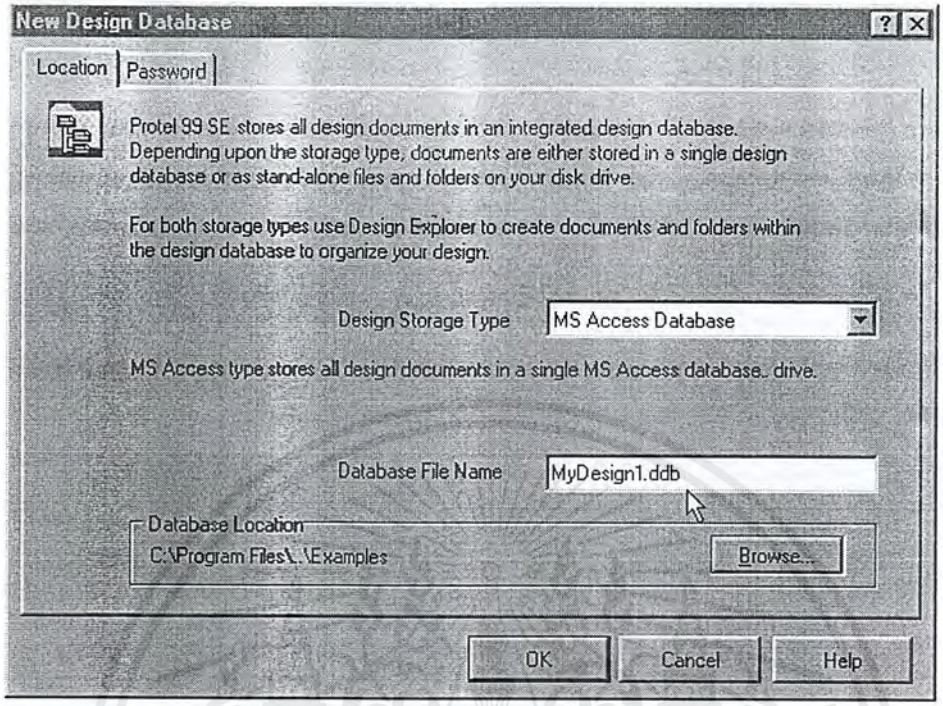
4.1.2 การสร้าง Design Database

มีขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกเมนู File >> New Design

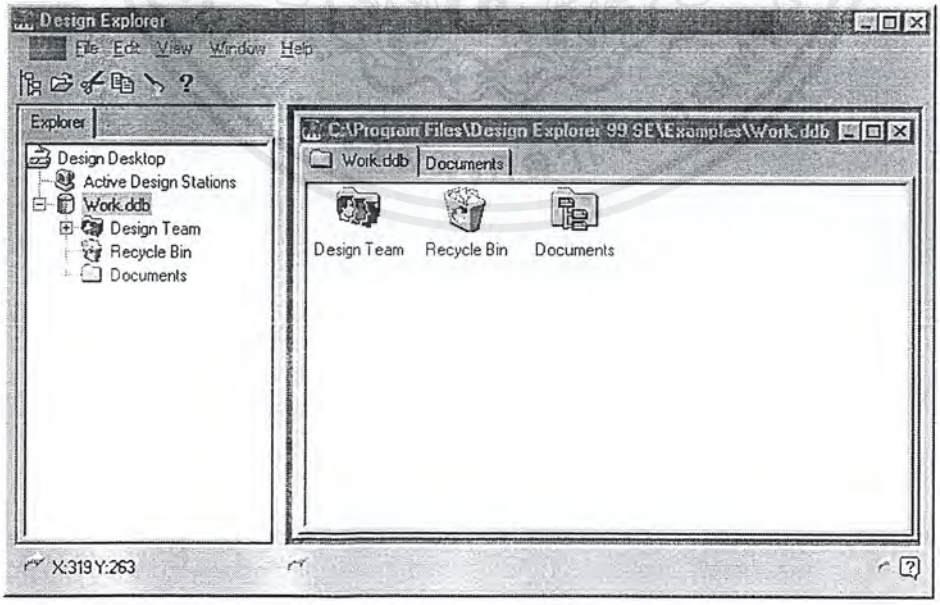
2. จากหน้าต่าง New Design Database ดังรูปที่ 4.2 โปรแกรมจะกำหนดชื่อมาให้แล้วคือ MyDesign1.ddb แต่ให้เปลี่ยนใหม่เป็น Work.ddb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การสร้าง Design Database

3. โปรแกรมจะทำการสร้าง Sub-folder มาให้ แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดง Sub-folder ภายใน Work.ddb

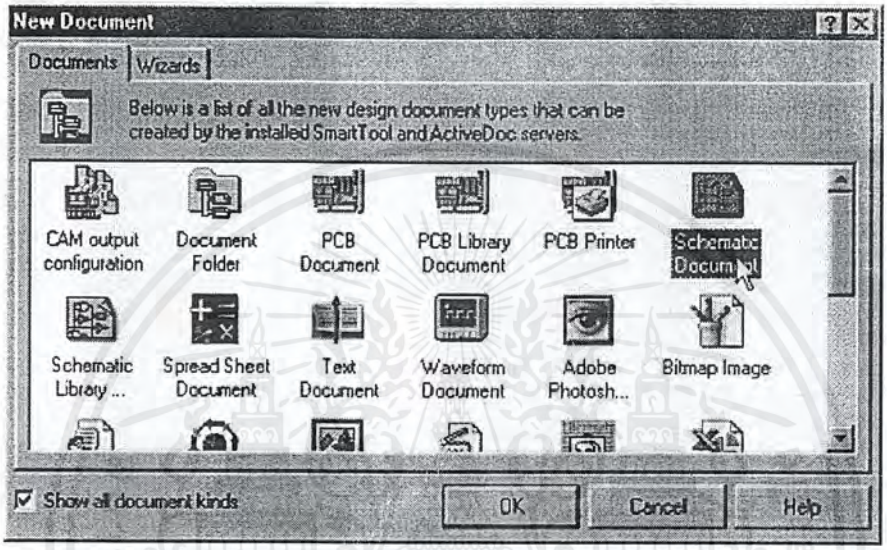
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การสร้าง Schematic Document

ทำตามขั้นตอนดังนี้

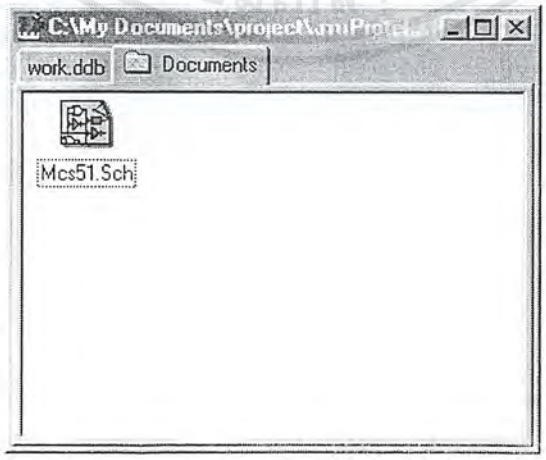
1. จากรูปที่ 4.3 ให้ดับเบิ้ลคลิกที่ Document

2. จากหน้าต่าง New Document ที่ปรากฏ ให้เลือก Schematic Document จากนั้นคลิก OK



รูปที่ 4.4 การเลือก Schematic Document

3. โปรแกรมจะกำหนดชื่อของ Document มาให้คือ Sheet1.Sch ให้เปลี่ยนใหม่เป็น Mcs51.Sch จากนั้นเลือกเมนู File >> Save เพื่อบันทึกข้อมูล



รูปที่ 4.5 ไอคอน Mcs51.Sch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

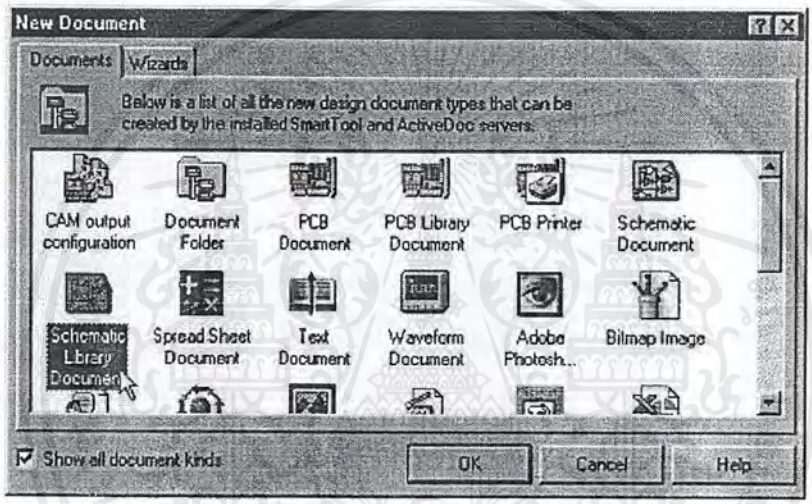
4.1.4 การสร้างไลบรารี

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

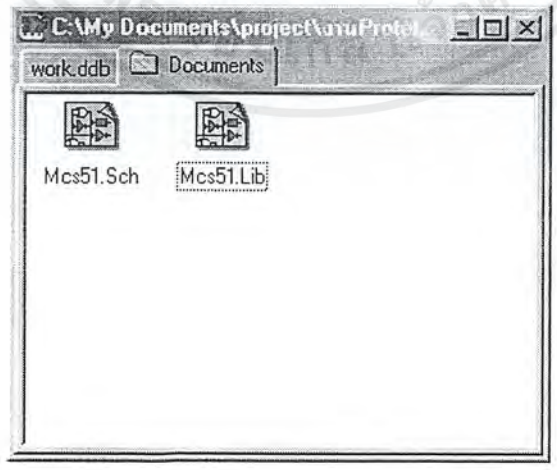
1. จากรูปที่ 4.5 คลิกขวาบนที่ว่างใน folder view จากนั้นเลือก New จากเมนูที่ปรากฏ

2. จากหน้าต่าง New Document ดังรูปที่ 4.6 ให้เลือก Schematic Library Document แล้วคลิก OK

3. โปรแกรมจะกำหนดชื่อ Document มาให้แล้วคือ Schlib1.Lib ให้ทำการเปลี่ยนชื่อใหม่เป็น Mcs51.Lib ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.6 การเลือก Schematic Library Document



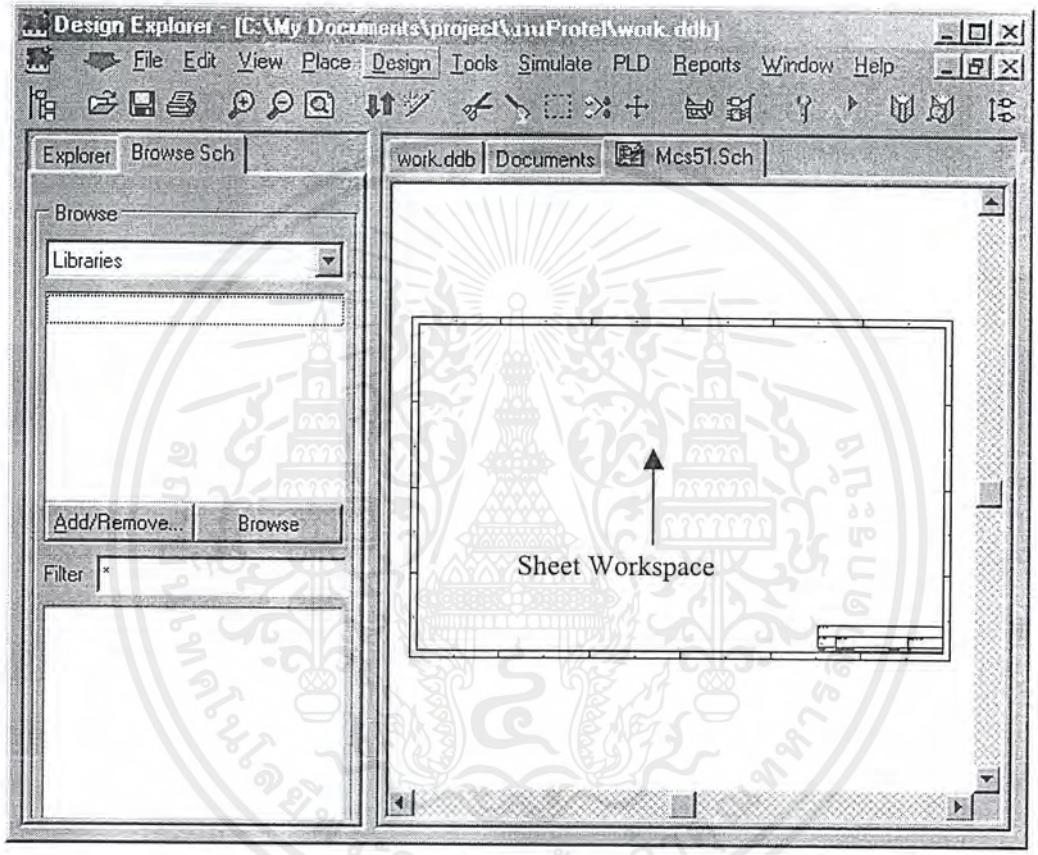
รูปที่ 4.7 ไอคอน Mcs51.Lib และ Mcs51.Sch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การเพิ่มและลบไลบรารี

มีขั้นตอนดังนี้

1. จากรูปที่ 4.7 ให้ดับเบิ้ลคลิกบนไอคอน Mcs51.Sch จะปรากฏ Schematic Sheet Editor ของ Mcs51.Sch ดังรูปที่ 4.8



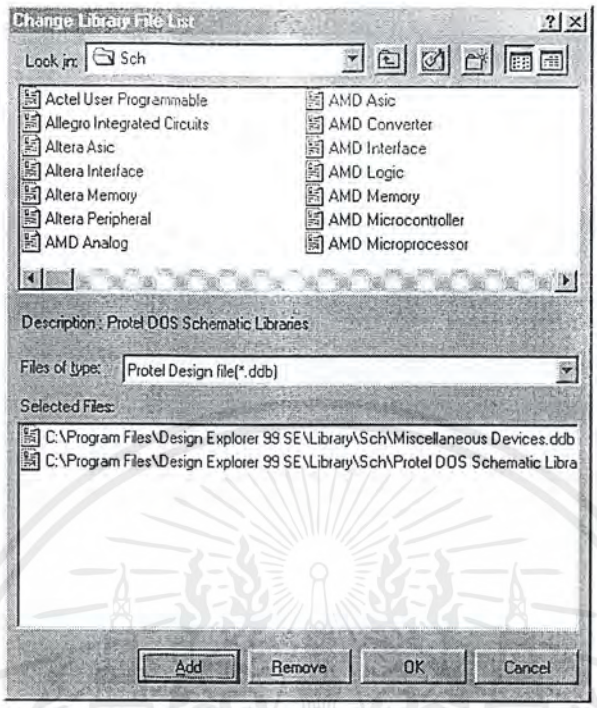
รูปที่ 4.8 Schematic Sheet Editor ของ Mcs51.Sch

2. จากรูปที่ 4.8 ให้คลิกที่ Add/Remove

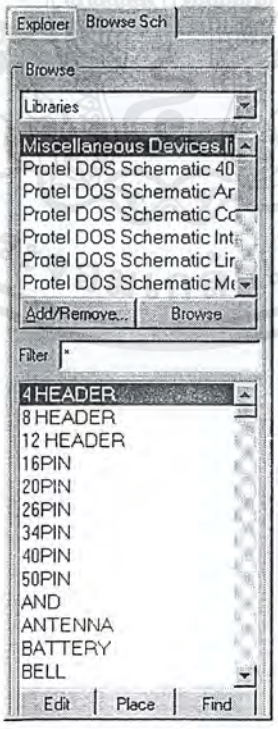
3. จากหน้าต่าง Change Library File List ดังแสดงในรูปที่ 4.9 ให้เลือกไลบรารี Protel Dos Schematic Libraries และ Miscellaneous Device จากนั้นคลิกที่ Add ตามด้วย OK

4. ไลบรารีที่ทำการเพิ่มเข้ามาแสดงในรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การเลือกไลบรารี



รูปที่ 4.10 ไลบรารีที่ทำการเพิ่มเข้ามาใน Mcs51.sch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

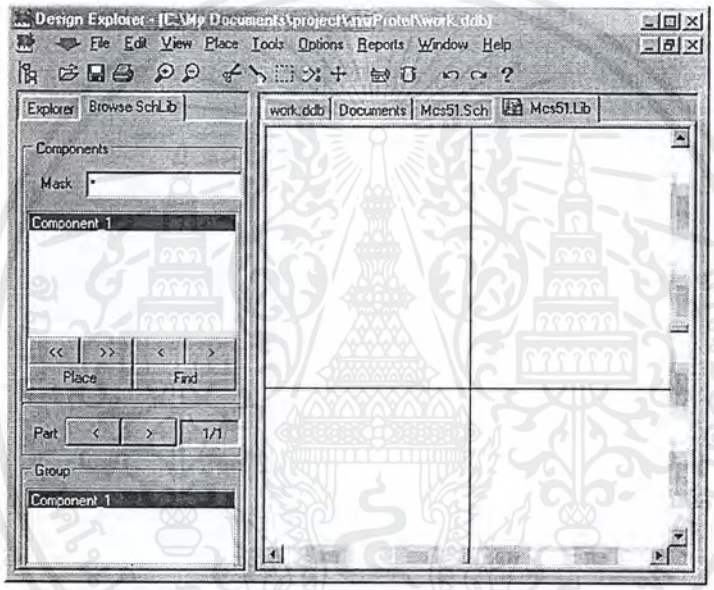
4.1.6 การสร้างอุปกรณ์

อุปกรณ์ตัวอย่างที่จะทำการสร้างคือไดโอดเปล่งแสดง (Light Emitting Diode) และ สวิทช์ (Switch)

1) การสร้างไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode)

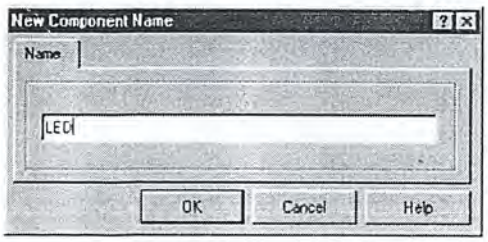
มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 4.7 ให้ดับเบิ้ลคลิกบนไอคอน Mcs51.Lib จากนั้นจะปรากฏ Schematic Library Editor ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 Schematic Library Editor ของไลบรารี Mcs51.Lib

2. ทำการเปลี่ยนชื่อ Component_1 โดยการเลือกเมนู Tools >> Rename จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนชื่อจาก Component_1 เป็น LED แล้วคลิกปุ่ม OK ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์เป็น LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถ้าโปรแกรมใช้คำสั่ง Snap Grid อยู่ให้ยกเลิกคำสั่ง Snap Grid โดยการเลือกเมนู View >> Snap Grid

4. การเปลี่ยนรูปแบบการวางออปเจ็กต์บน Sheet Workspace ทำได้โดยการกด Space Bar

5. เลือกทูล Pin จากทูลบาร์ Drawing Tools เพื่อทำการสร้าง Pinให้กับ LED

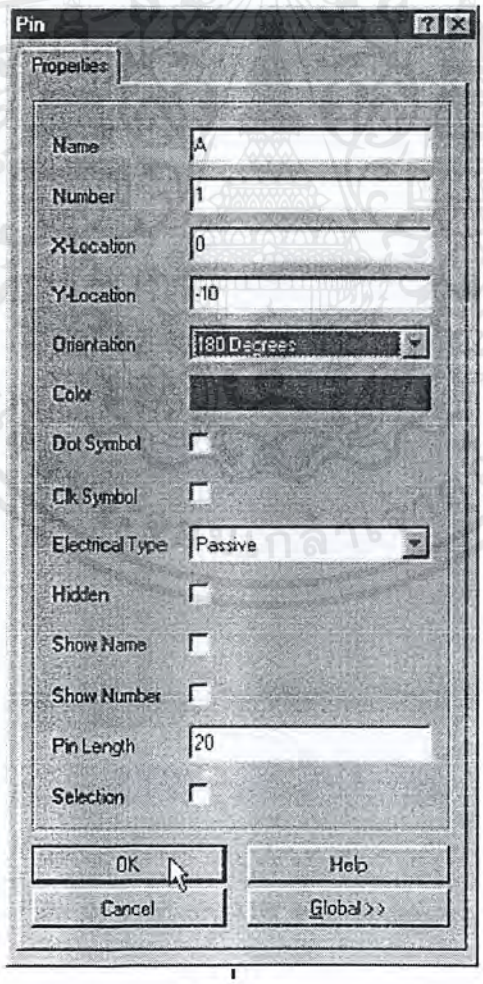
6. ก่อนทำการวางให้กดคีย์ Tab เพื่อกำหนดคุณสมบัติของ Pin ดังรูปที่ 4.13 จากนั้นคลิก OK (ใน Color field ใช้สีหมายเลข 3)

7. ทำการวาง Pin แล้วกดคีย์ Tab อีกครั้งหนึ่ง

8. กำหนดคุณสมบัติของ Pin ดังนี้ : Name เท่ากับ K , Number เท่ากับ 2 แล้วคลิก OK

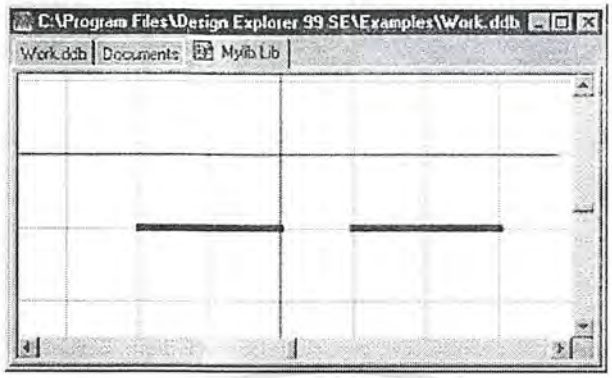
9. ทำการวาง Pin ตรงตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 4.14

10. คลิกขวาเพื่อยกเลิกคำสั่ง Place Pin



รูปที่ 4.13 การกำหนดคุณสมบัติ Pin ของอุปกรณ์ LED

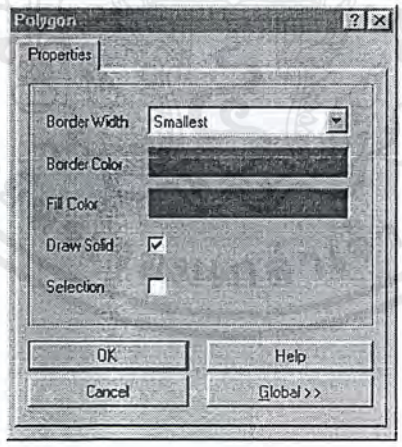
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 การวางตำแหน่ง Pin ของอุปกรณ์ LED

11. เลือกทูล Polygon จากทูลบาร์ Drawing Tools เพื่อสร้างรูปสามเหลี่ยมแทนสัญลักษณ์ขั้วบวกของ LED

12. ก่อนทำการวาดรูปให้กดคีย์ Tab แล้วกำหนดคุณสมบัติของ Polygon ดังรูปที่ 4.15 จากนั้นคลิก OK (ใน Border Color field และ Fill Color field ให้ใช้สีหมายเลข 229)



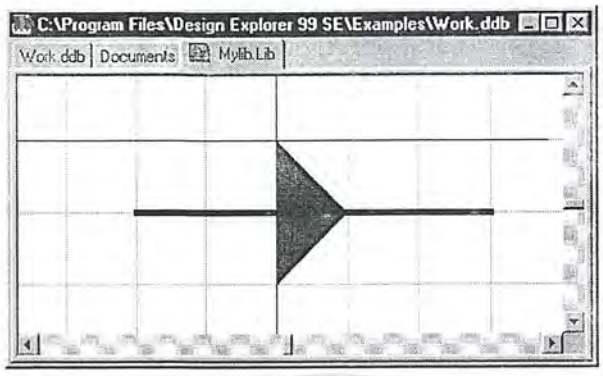
รูปที่ 4.15 การกำหนดคุณสมบัติ Polygon ของอุปกรณ์ LED

13. เลือกเมนู Edit >> Jump >> Origin (หรือกดคีย์ J,O) เพื่อให้เคอร์เซอร์ไปอยู่ที่จุด origin

14. คลิกที่จุด origin เพื่อกำหนดตำแหน่งมุมแรกของรูปสามเหลี่ยม จากนั้นจึงคลิกเพื่อกำหนดตำแหน่งของมุมที่ 2 และ 3 ดังรูปที่ 4.16

15. คลิกขวาเพื่อยกเลิกคำสั่ง Place Polygon

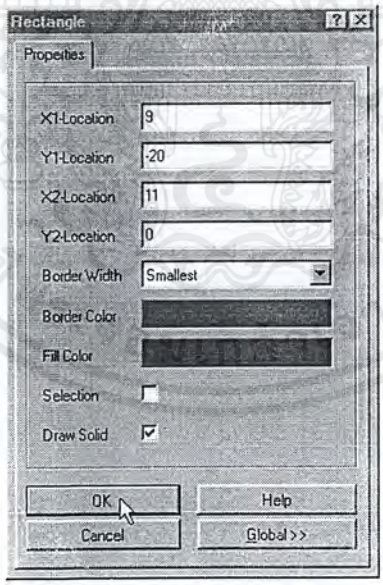
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 การวางตำแหน่ง Polygon ของอุปกรณ์ LED

16. เลือกทูล Rectangle จากทูลบาร์ Drawing Tools เพื่อวาดสัญลักษณ์ขั้วลบของ LED

17. ก่อนทำการวาง Rectangle ให้กดคีย์ Tab เพื่อกำหนดคุณสมบัติดังรูปที่ 4.17 จากนั้นคลิก OK (ใน Border Color field และ Fill Color field ให้ใช้สีหมายเลข 229)

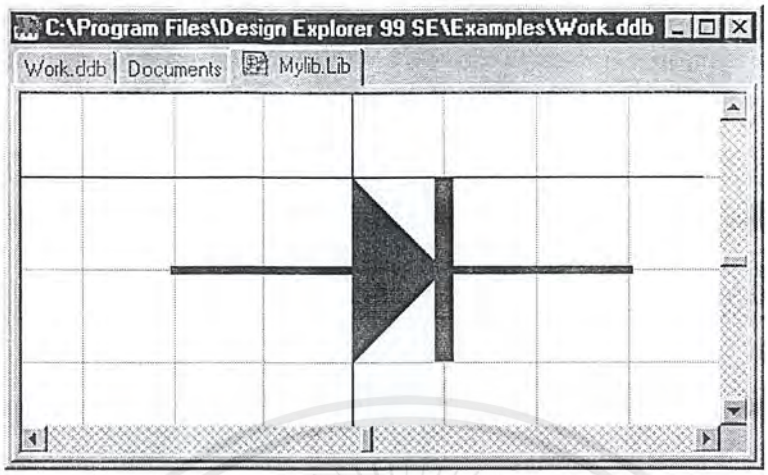


รูปที่ 4.17 การกำหนดคุณสมบัติ Rectangle ของอุปกรณ์ LED

18. คลิกเพื่อกำหนดตำแหน่งมุมล่างด้านซ้ายของ Rectangle และคลิกอีกครั้งหนึ่งเพื่อกำหนดตำแหน่งมุมบนด้านขวาของ Rectangle ดังรูปที่ 4.18

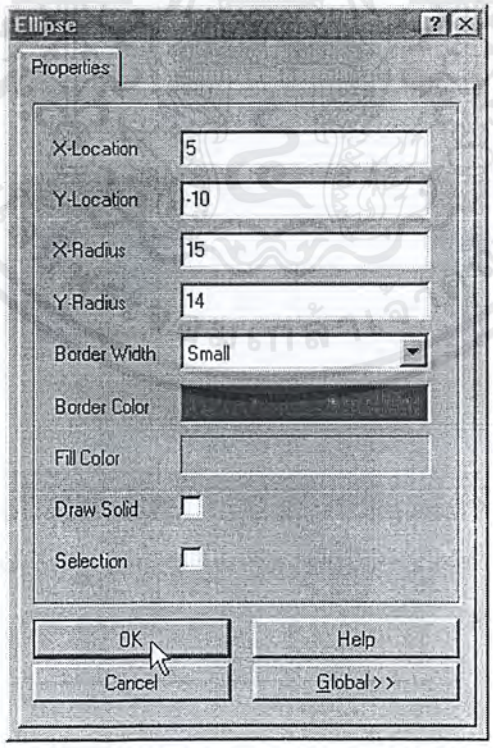
19. คลิกขวาเพื่อยกเลิกคำสั่ง Place Rectangle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 การวาง Rectangle ของอุปกรณ์ LED

20. เลือก Ellipse จากทูลบาร์ Drawing Tools
21. ก่อนทำการวาง Ellipseให้กดคีย์ Tab เพื่อกำหนดคุณสมบัติดังรูปที่ 4.19

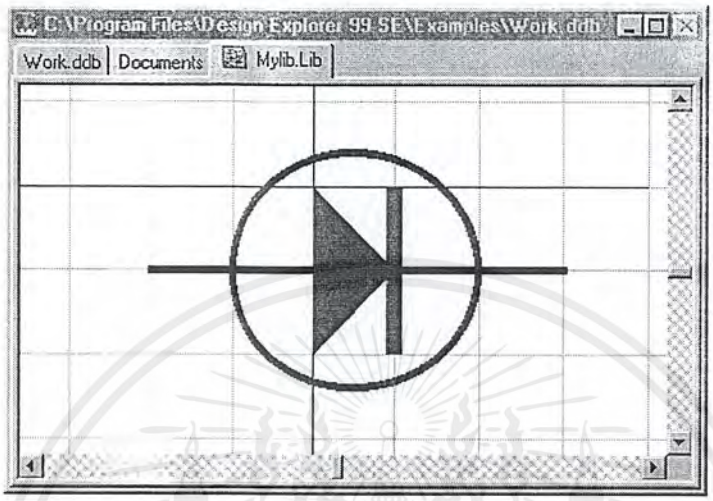


รูปที่ 4.19 การกำหนดคุณสมบัติ Ellipse ของอุปกรณ์ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. ทำการวาง Ellipes ตรงตามตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 4.20

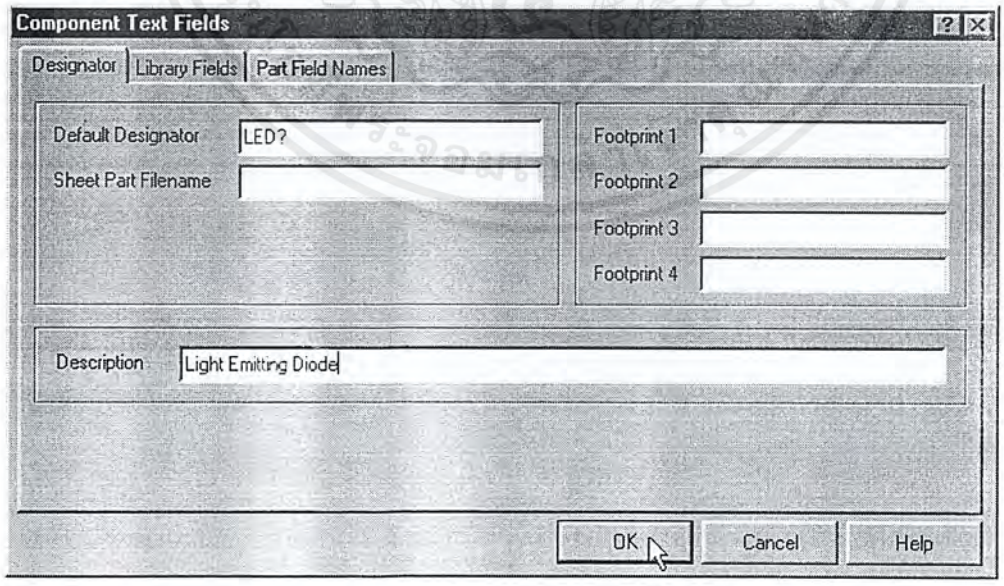
23. คลิกขวาเพื่อยกเลิกคำสั่ง Place Ellipes



รูปที่ 4.20 การวางตำแหน่งออบเจ็กต์ทั้งหมดของอุปกรณ์ LED

24. คลิกที่ปุ่ม Description เพื่อทำการกำหนด Description ให้กับอุปกรณ์ ดังรูปที่ 4.21

25. เลือกเมนู File >> Save เพื่อบันทึกอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นใหม่



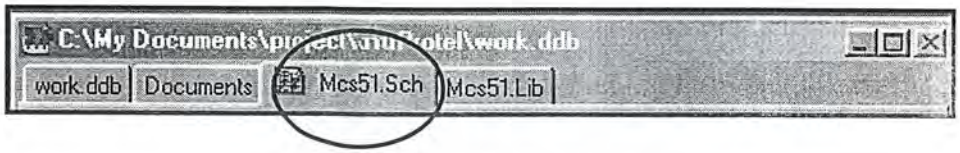
รูปที่ 4.21 การกำหนด Description ของอุปกรณ์ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 การวาง Part

กระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เข้าสูหน้าต่าง Schematic Sheet Editor ของ Mcs51.sch โดยคลิกที่แท็ป ดังรูปที่ 4.22



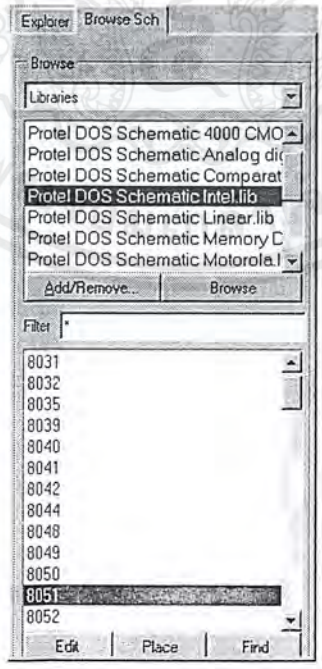
รูปที่ 4.22 การคลิกแท็ป Mcs51.sch

2. จากรูปที่ 4.23 คลิกที่ไลบรารี Protel Dos Schematic intel.lib แล้วเลือก 8051 จากนั้น คลิก Place

3. ก่อนที่จะทำการวาง Part บน Sheet Workspace ให้กดคีย์ Tab

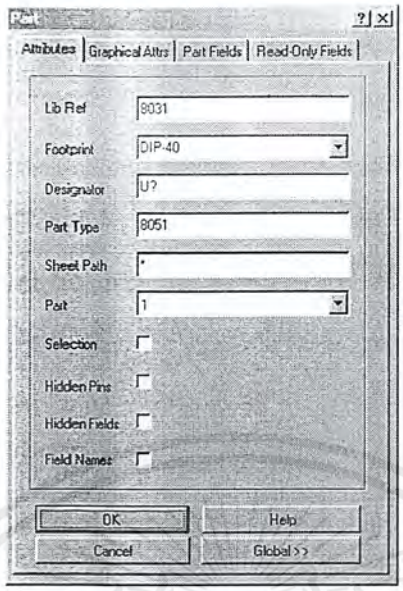
4. จากหน้าต่าง Part ที่ปรากฏ ให้กำหนดคุณสมบัติ (Attributes) ของ Part ดังรูปที่ 4.23 แล้วคลิก OK

5. คลิกบน Sheet Workspace เพื่อทำการวาง Part จากนั้นคลิกขวาเพื่อยกเลิกคำสั่ง Place Part



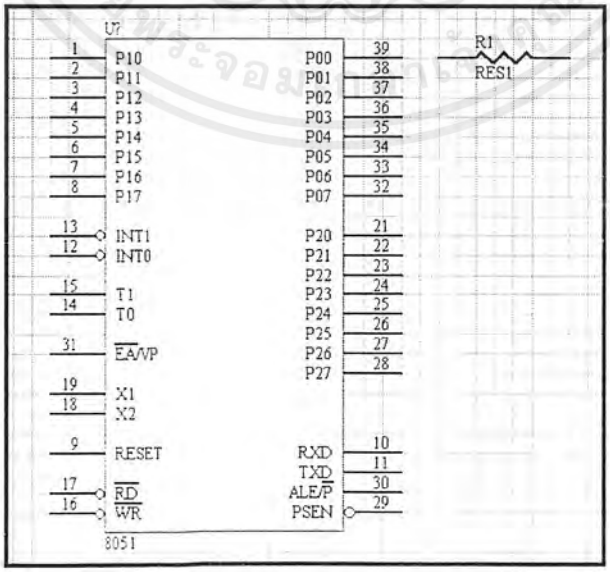
รูปที่ 4.23 การเลือก Part 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 การกำหนดคุณสมบัติ Part 8051

6. คลิกที่ไลบรารี Miscellaneous Device.Lib แล้วเลือก RES จากนั้นคลิก Place
7. ก่อนทำการวาง Part ลงบน Sheet Workspace ให้กดคีย์ Tab
8. จากหน้าต่าง Part ที่ปรากฏให้กำหนด Designator เท่ากับ R1 แล้วคลิก OK
9. ถ้าต้องการเปลี่ยนลักษณะการวางออปเจกต์บน Sheet Workspace ให้กด Space Bar
10. คลิกบน Sheet Workspace เพื่อทำการวาง Part



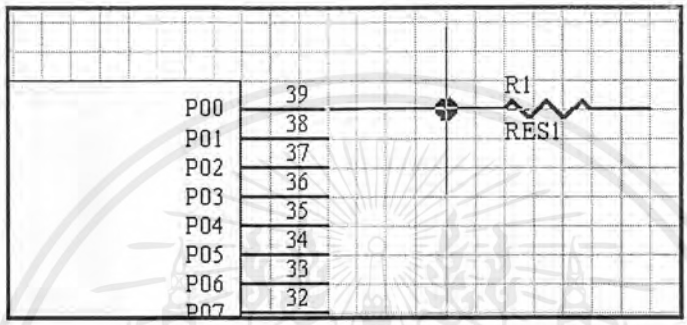
รูปที่ 4.25 การวาง Part 8051 และ R1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8 การวาง Wire

กระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เลือกทูล Wire จากทูลบาร์ Wiring Tools
2. คลิกที่ขาอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งเพื่อกำหนดจุดเริ่มต้น Wire
3. คลิกที่ขาอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งเพื่อกำหนดจุดปลายของ Wire จากนั้นคลิกขวาเพื่อจบ Wire



รูปที่ 4.26 การวาง Wire จากขา 39 ของ U1 ไปยังขาของ R1

4.1.9 การวาง Power Port

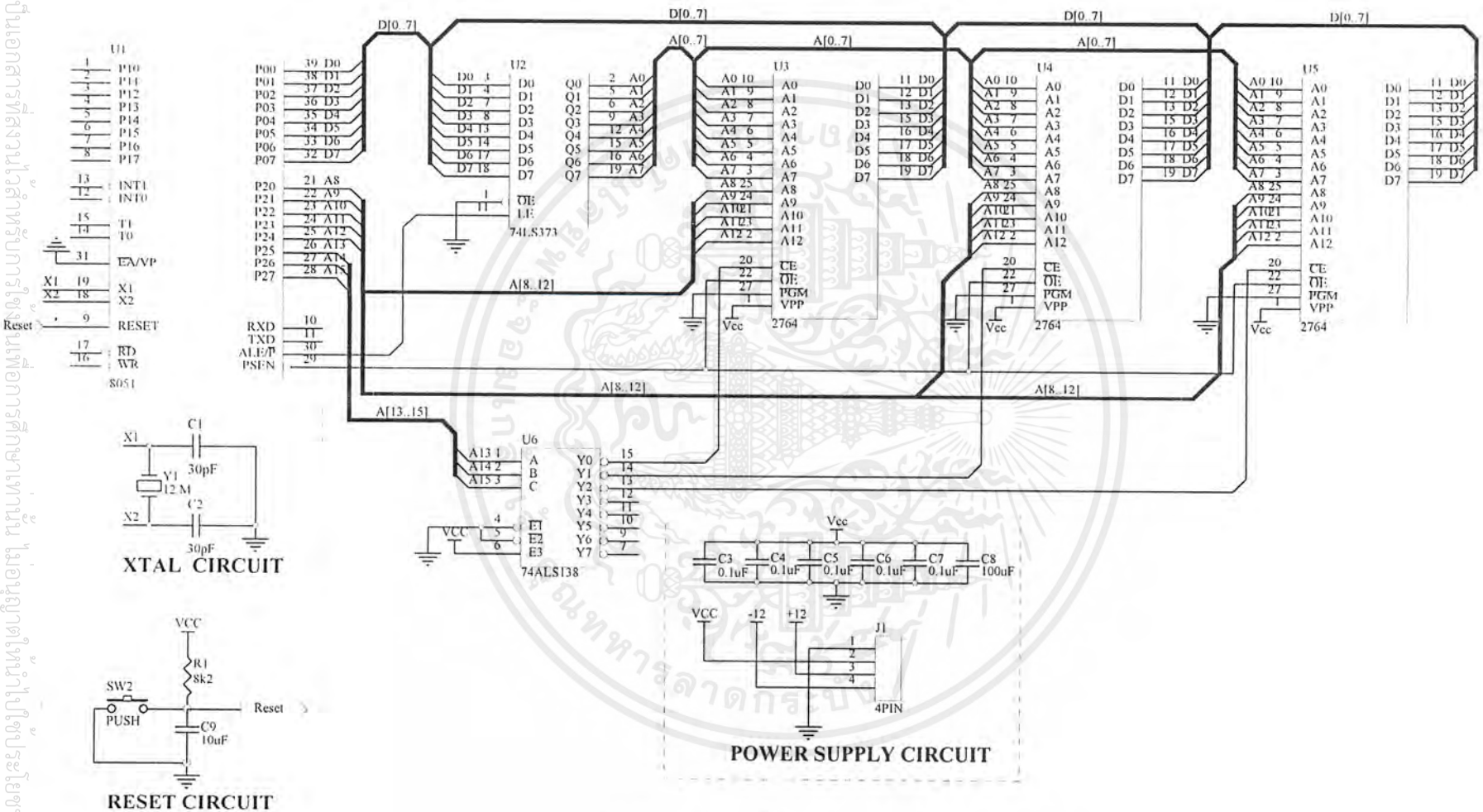
Power Port ที่ต้องใช้ได้แก่ Signal Ground, Power port, Earth power port และ +12 power port ซึ่งทั้งสามตัวนี้ได้จากทูลบาร์ Power Objects

รูปที่ 4.27 ทูลบาร์ Power Objects

ขั้นตอนการวาง Power Port มีดังนี้

1. เลือก Signal power port จากทูลบาร์ Power Objects
2. คลิกบน Sheet เพื่อทำการวาง power port
3. คลิกขวาเพื่อยกเลิกการวาง power port
4. การวาง power port ตัวอื่นๆ ก็ทำเช่นเดียวกับ Signal power port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



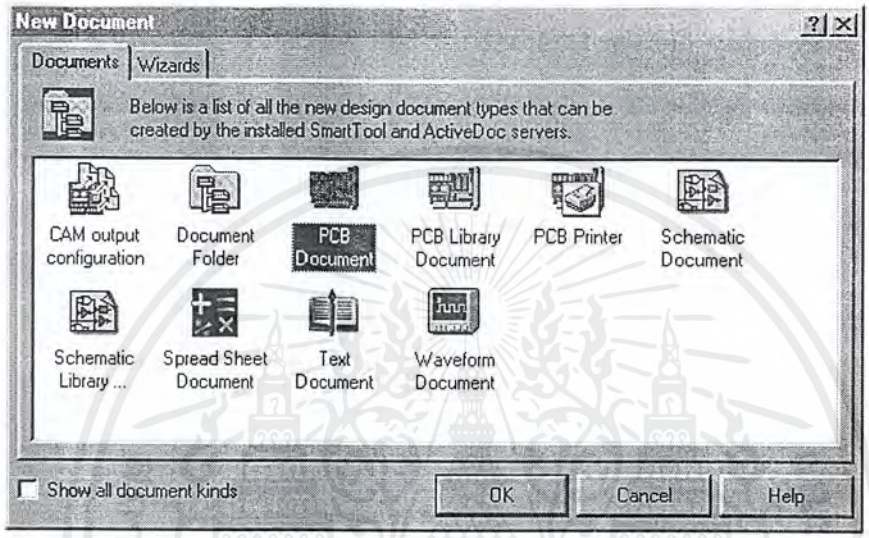
รูปที่ 4.28 วงจรการเชื่อมต่อหน่วยความจำกับ MCS-51

4.1.10 การสร้าง PCB Document

ทำตามขั้นตอนดังนี้

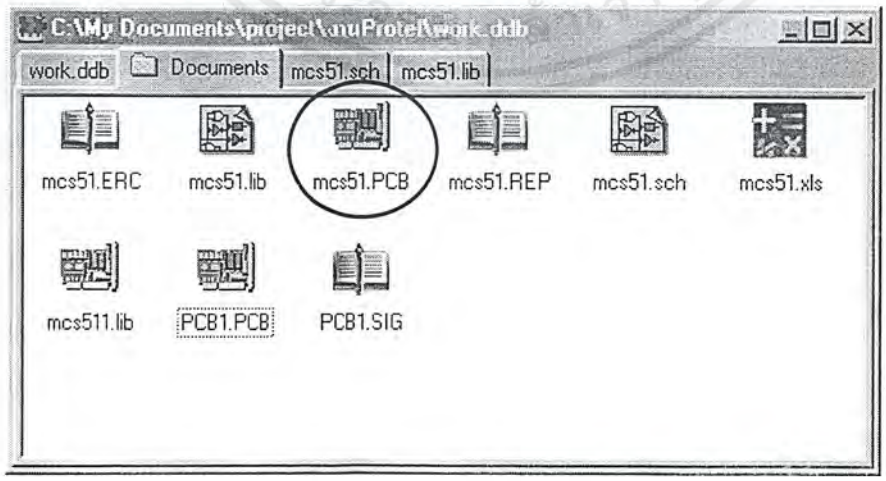
1. จากรูปที่ 4.3 ให้ดับเบิ้ลคลิกที่ Document

2. จากหน้าต่าง New Document ที่ปรากฏ ให้เลือก PCB Document จากนั้นคลิก OK



รูปที่ 4.29 การเลือก PCB Document

3. โปรแกรมจะกำหนดชื่อของ Document มาให้คือ PCB1.PCB ให้เปลี่ยนใหม่เป็น Mcs51.PCB จากนั้นเลือกเมนู File >> Save เพื่อบันทึกข้อมูล



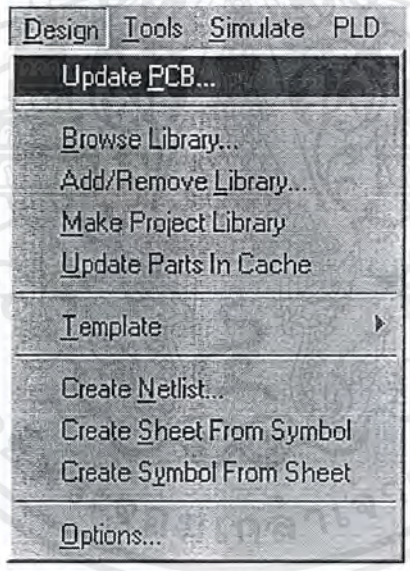
รูปที่ 4.30 ไอคอน Mcs51.PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.11 การนำวงจรเข้ามาใน PCB

การนำวงจรเข้ามาใน PCB เป็นขั้นตอนของการนำเอาวงจรที่ได้ออกแบบด้วย Schematic มีทำเป็นแผ่น PCB ซึ่งมีขั้นตอนการทำดังนี้

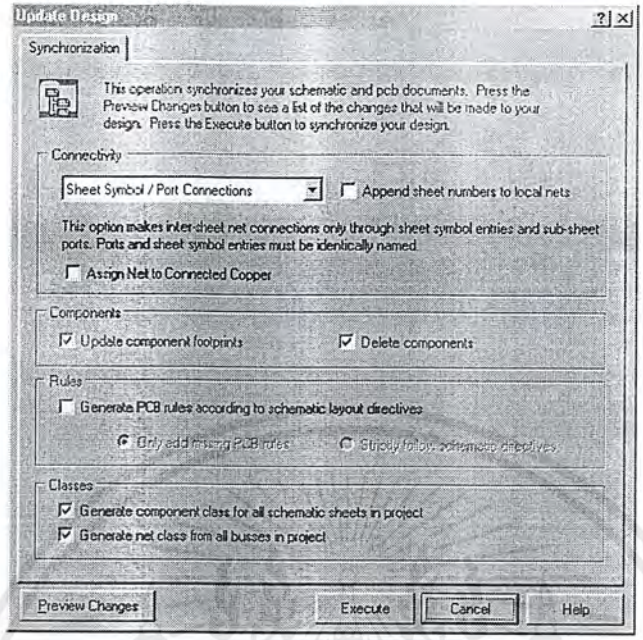
1. เปิดเอกสาร Mcs51.PCB ไว้
2. เปิดเอกสาร Mcs51.SCH ซึ่งเป็นวงจรที่ได้สร้างมาก่อนหน้านี้
3. ทำการ Add library สำหรับ Footprint เข้ามาใน PCB Editor ให้ครบ
4. ตรวจสอบเพิ่มไลบรารีเข้ามาในระบบครบหรือไม่
5. ระหว่างกระบวนการถ่ายทอดเน็ทลิสต์จากสเต็มมาติกไปที่ PCB จะมีการเรียกใช้เอกสารเหล่านี้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมไว้ก่อน หากโปรแกรมไม่สามารถค้นหาฟุทปริ้นท์ที่ระบุในวงจร จากไลบรารีใดๆพบโปรแกรมจะแจ้งความผิดพลาดที่เกิดขึ้น



รูปที่ 4.31 การนำวงจรเข้ามาใน PCB โดยคำสั่ง UpDate PCB

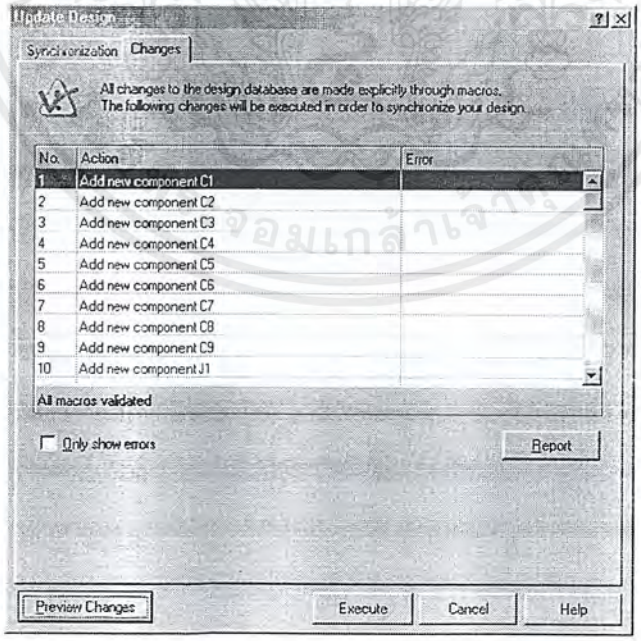
6. เมื่อทุกอย่างพร้อมเริ่มต้นโดยขณะอยู่ที่Mcs51.SCH เรียกคำสั่ง Design>>UpDate PCB รอสักครู่หนึ่งจะเห็น รูปที่ 4.32 ปรากฏขึ้นแต่ละบรรทัดแสดงคำสั่ง (Macro) ซึ่งตีความใน PCB เช่นคำสั่ง Add Component หมายถึง PCB ไปดึงฟุทปริ้นมาจากไลบรารีเป็นต้น ในช่อง ERROR ต้องไม่มีข้อความใดๆปรากฏเลื่อนไปดูให้ครบหากมี ต้องค้นหาสาเหตุและแก้ไขก่อนทำขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 การตั้งค่าก่อน UpDate PCB

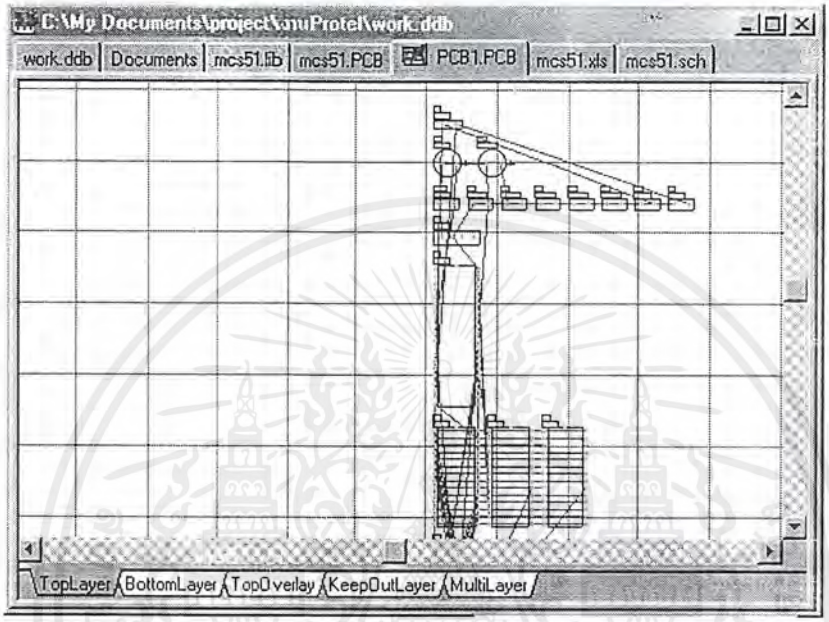
7. กดปุ่ม Preview Changes เพื่อดูความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะแสดงดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 แสดงหน้าต่างรายงานผลข้อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เมื่อแน่ใจความถูกต้องเรียบร้อย ให้คลิกที่คำว่า Execute รอสักครู่จะเห็นรูปที่ 4.34 ซึ่งเป็นส่วนใน PCB ปรากฏขึ้น ซึ่งหมายความว่าฟุทปรินท์ของอุปกรณ์และคอนเน็คชั่นต่างๆได้ถูกนำเข้ามาใน PCB เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.34 เมื่อ Footprint ของอุปกรณ์ต่างๆได้ถูกนำเข้ามาใน PCB เรียบร้อย

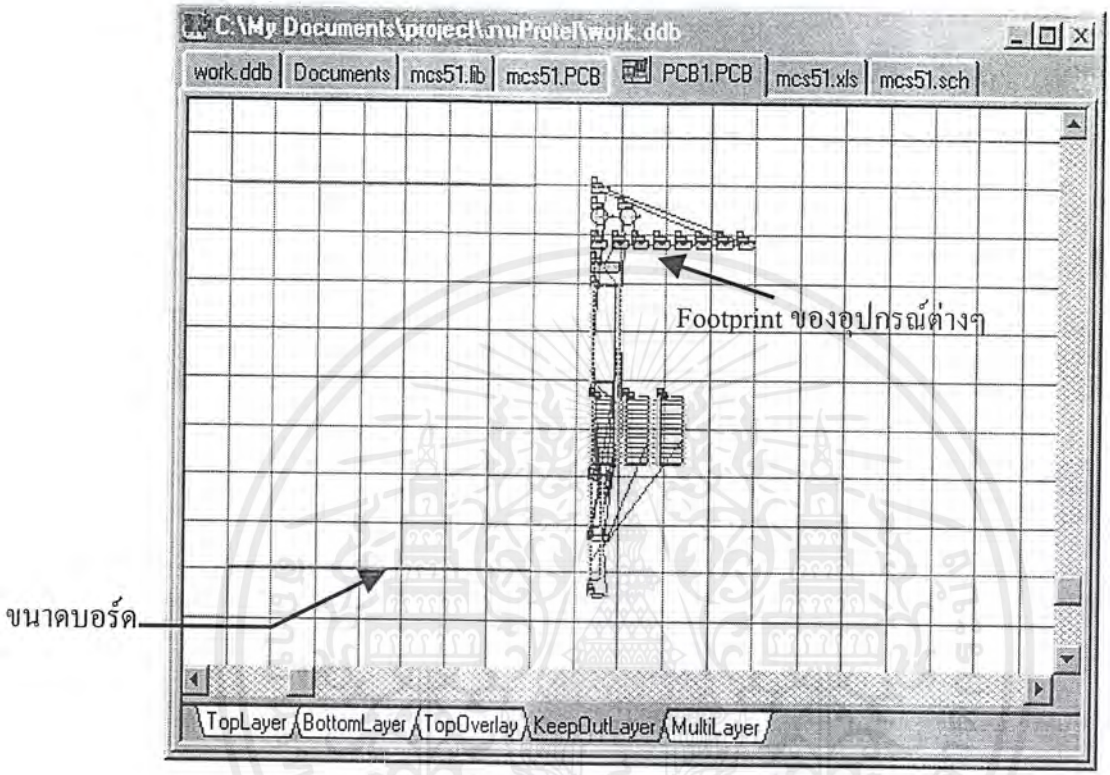
9. จากรูปที่ 4.34 จะเห็นรูปภาพจะเห็นฟุทปริ้นท์ของอุปกรณ์ต่างๆปรากฏอยู่อย่างเป็นระเบียบ แต่ละอุปกรณ์จะมีสายเชื่อมโยงเข้าหากัน สายเหล่านี้แทนการเชื่อมต่อหรือคอนเน็คชั่นและต้องเปลี่ยนให้เป็นเส้นทองแดงให้หมด

4.1.12 การกำหนดบริเวณสำหรับ Routing และ Placement

การกำหนดบริเวณสำหรับบริเวณสำหรับ Routing และ Placement คือการกำหนดบริเวณหรือขอบเขตเพื่อไม่ให้ Auto Placement และ Auto Router ทำงานนอกขอบเขตนั้น โดยทั่วไปมักจะมีขนาดเทากับรูปร่าง PCB การกำหนดบริเวณต้องอยู่ใน Keep Out Layer วัตถุใดที่วาดในเลเยอร์นี้จะมีผลกับ Electrical Layer (เลเยอร์ที่มีผลทางไฟฟ้าทั้งหมดเช่น Top, Bottom, Internal Plane) เมื่อวาง Line, Arc ลงไปในเลเยอร์ Keep Out จะทำให้ Protel รับรู้ขอบเขตและจะไม่ยอมให้ Auto Placement และ Auto Router วางอุปกรณ์และแทร็คอยู่นอกหรือเข้าใกล้ขอบเขตมากเกินไป แต่ Layer ไม่มีผลต่อ Silkscreen สามารถกำหนดได้ดังนี้ ขอบเขตนี้ไม่มีผลต่อสิ่งที่ไม่ใช่วัตถุทางไฟฟ้า เช่นไม่มีผลต่อข้อความ (String) ใน Mechanical

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะอยู่ใน PCB Editor เปลี่ยนไปที่ Keep Out Layer แล้วใช้คำสั่ง Place>>Line ทำการวาดขนาดของบอร์ดลงใน PCB Editor จะปรากฏดังรูปที่ 4.39

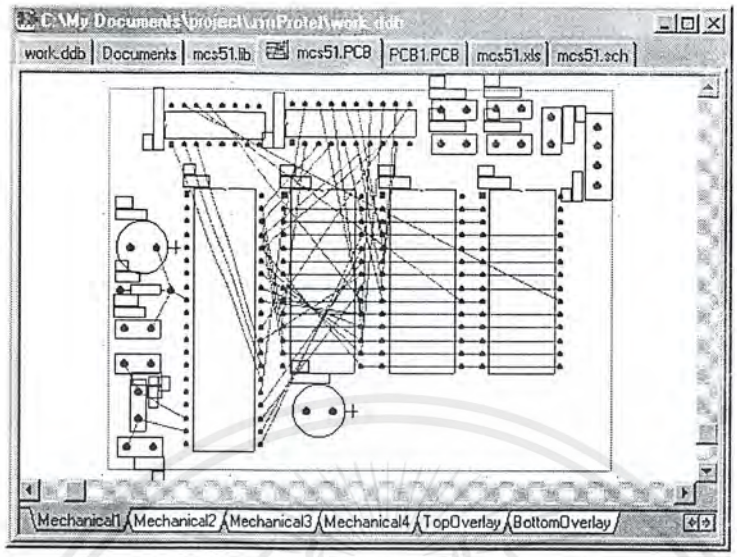


รูปที่ 4.35 กำหนดขนาดของบอร์ด

4.1.13 การย้ายอุปกรณ์เข้ามายังบอร์ด

การย้ายอุปกรณ์เข้ามายังบอร์ดทำได้โดย ขณะอยู่ที่ PCB Editor เรียกใช้คำสั่ง Move >> Component [M,C] เลื่อนไปเลือกอุปกรณ์ โดยวางเมาส์ให้เหนือตัวอุปกรณ์ที่ตำแหน่งขาใดก็ได้ จะเห็นว่าเมื่อเมาส์เข้าใกล้หรืออยู่ในบริเวณที่เลือกอุปกรณ์ได้ จะมีสัญลักษณ์วงกลมปรากฏที่เคอร์เซอร์ คลิกหนึ่งครั้งอุปกรณ์จะลอยติดมากับเมาส์และเคลื่อนไปมาพร้อมกัน เมื่อต้องการวางอุปกรณ์ในตำแหน่งที่ต้องการ ให้คลิกเมาส์หนึ่งครั้งอุปกรณ์จะถูกวาง ให้ทำอย่างนี้จนกว่าจะวางอุปกรณ์ครบทุกตัวจะได้ดังรูปที่ 4.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

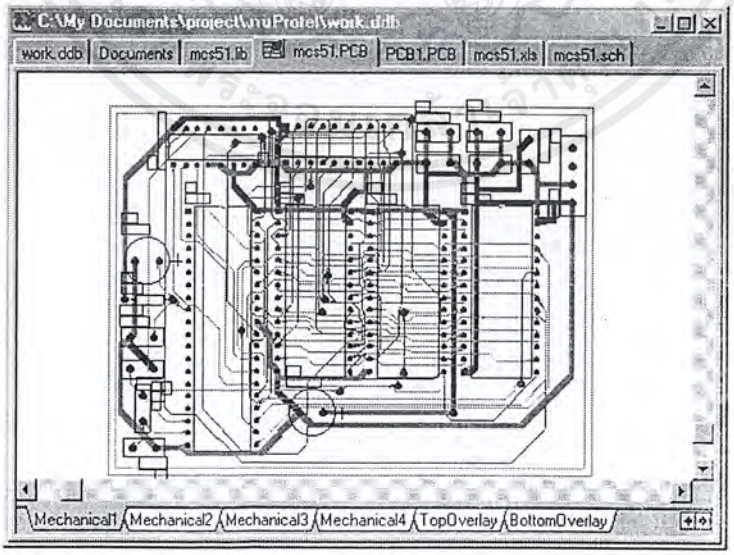


รูปที่ 4.36 อุปกรณ์ที่วางเรียบเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4.1.14 การเดินเส้น (Routing)

การเดินเส้นลายทองแดงสามารถทำได้โดย

1. เมื่อวางอุปกรณ์บนบอร์ดเรียบร้อยแล้วให้ใช้คำสั่ง Auto Route>>All (A,A) จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 เมื่อทำการเดินเส้นลายทองแดงเสร็จเรียบร้อย

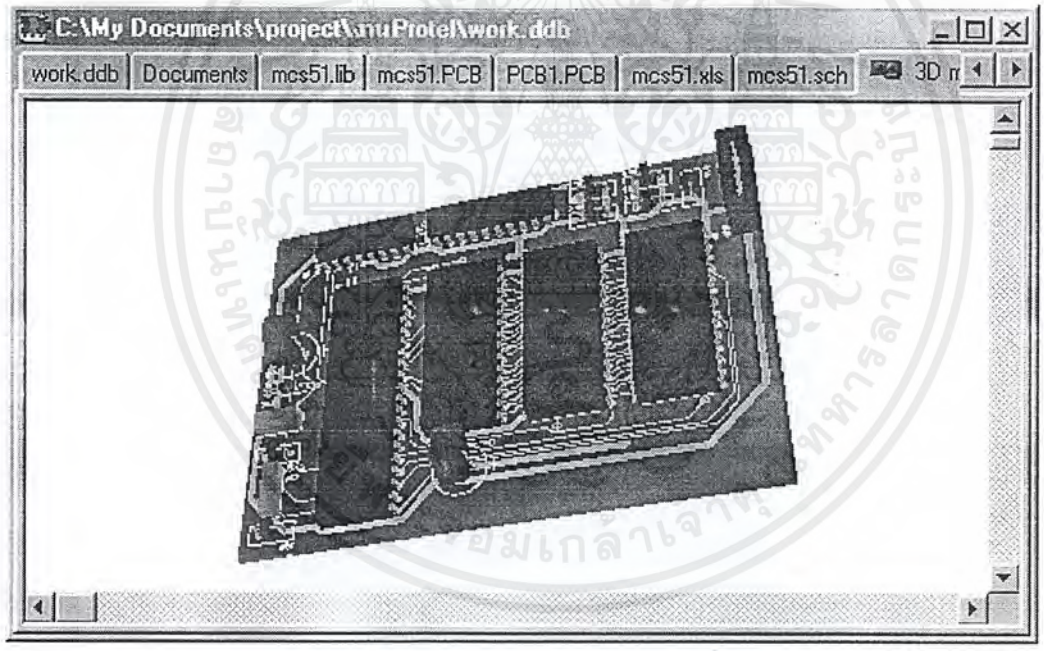
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.15 การมอง PCB ในรูป 3D

การมอง PCB ในรูป 3D หมายความว่าโปรเทลจะแสดงรูปร่างและขนาดบอร์ดในรูปของ 3 มิติโดยนำข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เช่น บอร์ด, Track, Pad, อุปกรณ์มาแสดงอยู่ร่วมกัน ข้อมูลความสูงของอุปกรณ์จะคำนวณโดยอัลกอริทึมภายในโดยนำชื่อ Ref, Des, ชื่อ Footprint ประกอบกัน สำหรับอุปกรณ์ที่โปรเทลไม่รู้จัก ข้อมูลความสูงจะถูกสร้างขึ้นมาเช่นกัน

1. การมองบอร์ดในรูป 3D

เมื่อต้องการมองบอร์ดในรูป 3 D ใช้คำสั่ง View>>Borad in 3D [V,3] โปรเทลจะสร้างเอกสารชุดใหม่มีชื่อเรียกว่า 3D <ชื่อไฟล์ PCB> และแสดงรูปร่างบอร์ดในลักษณะมีความสูงของอุปกรณ์ และแสดงสีที่ถูกต้องของทั้ง PCB และอุปกรณ์ และระยะในการสร้างรูป 3D จะต่างกันตามความเร็วของเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับ AMD K6-2 550MHz รูปในตัวอย่างใช้เวลา 1 นาที



รูปที่ 4.38 รูปภาพ 3D ของบอร์ด Mcs51.PCB

2. การเปลี่ยนมุมมอง

การเปลี่ยนบอร์ดในรูป 3D สามารถแสดงได้หลายมุมมองไม่จำกัดการมองเพียงจากด้านบนหรือด้านข้างเท่านั้น เมื่อต้องการเปลี่ยนมุมมองต้องไปที่แถบ Browse PCB3D ใน Design Manager จะเห็นข้อมูลที่สามารถ Browse ได้คือ Net หากต้องการให้แสดง Net บนมุมมองของ 3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้คลิกที่ชื่อ Net และคลิกที่ปุ่ม Highlight สำหรับปุ่ม Clear สำหรับการยกเลิกการแสดงสีเน้นของ Net ใดๆ

ในช่องต่อมาคือ Display-ใช้สำหรับเลือกส่วนต่างๆ Component ต้องการให้แสดงอุปกรณ์หรือไม่ Silkscreen-ต้องการให้แสดง Silkscreen บน 3D หรือไม่ Copper-ต้องการให้แสดงลาย Track บน 3D หรือไม่ Text-ต้องการให้แสดงข้อความบน 3D หรือไม่

ในช่อง Wire Frame สำหรับกำหนดให้แสดงรูป 3D ใน Wire Frame –มีเพียงเส้นรอบรูป ไม่แสดงสีของผนังรอบรูป

หากต้องการเปลี่ยนมุมมอง 3D ทำได้โดยคลิกเมาส์ใน MiniViewer จะเห็นรูปร่างเมาส์เปลี่ยนเป็นดังแสดงในรูป กดเมาส์ค้างแล้วเลื่อนไปมาจะเห็นรูปบอร์ดเปลี่ยนไปตามด้วย เมื่อปล่อยเมาส์มุมมอง 3D ของบอร์ดจะเปลี่ยนไปตามทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

โครงงานการศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ที่ได้สร้างขึ้นนี้ผลของโครงงานนั้นสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้กล่าวคือ

1. สามารถใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ได้
2. สารมารถสร้างคู่มือการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ได้
3. สามารถทดสอบฟังก์ชันและการใช้งานต่างๆของโปรแกรม Protel 99 SEได้
4. สามารถนำคู่มือการใช้งานและการศึกษานี้ไปใช้ประกอบการใช้งานโปรแกรม Protel 99 SE ได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1. **ปัญหา** ประสิทธิภาพเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้จัดทำยังไม่ดีพอ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์และหน่วยความจำแรม ทำให้การทำงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการโหลดโปรแกรม, การ Capture รูปภาพ และอื่นๆ เป็นไปอย่างล่าช้า

การแก้ไข เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วต่ำ ได้แก้ปัญหาโดยการลบโปรแกรมและข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่จำเป็นต่อการจัดทำโครงงานออกไป

2. **ปัญหา** การจัดทำรูปภาพบางรูปต้องใช้เวลาพอสมควร เพราะหลังจาก Capture รูปมาแล้วยังต้องแก้ไขให้รูปมีรายละเอียดที่ถูกต้องชัดเจน เหมาะสมต่อการนำไปเป็นตัวอย่าง

การแก้ไข ฝึกทักษะการใช้งานโปรแกรมต่างๆที่ใช้ในการจัดทำรูปภาพ ได้แก่ โปรแกรม SnagIt 5.0, Paint และ Adobe Photoshop 5.0

3. **ปัญหา** ขาดประสบการณ์ในการใช้งานโปรแกรม ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ขึ้น เช่น การจัดเรียงลำดับความสำคัญของเนื้อหาไม่เหมาะสม, การเรียบเรียงข้อความเพื่อใช้ในการอธิบายยังไม่ชัดเจน และขาดการยกตัวอย่างที่จะเสริมความเข้าใจให้กับผู้ใช้โปรแกรม เป็นต้น

การแก้ไข ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดต่างๆ และวิธีการใช้งานโปรแกรมให้มากที่สุด

4. **ปัญหา** การนำแทรกรูปภาพลงในคู่มือการใช้งาน Protel 99 SE ทำให้รูปภาพหายทำต้องเสียเวลาแทรกรูปภาพใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ไข ขณะ Capture รูปภาพบันทึกเป็นไฟล์ที่มีขนาดเล็ก

5. **ปัญหา** ไฟล์คู่มือมีขนาดใหญ่ไม่สามารถ Copy ไปทำที่อื่นได้

การแก้ไข ตัดเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้สามารถ Copy ไปทำที่อื่นได้

6. **ปัญหา** ผู้จัดทำขาดความชำนาญในการแปล ภาษาอังกฤษ ทำให้การเรียบเรียงเนื้อหาแต่ละเรื่องเป็นไปค่อนข้างช้า

การแก้ไข ศึกษาภาษาอังกฤษเพิ่มเติม

5.3 แนวทางในการพัฒนา

1. เพิ่มเนื้อหาต่างๆ ที่จะทำให้คู่มือการใช้งานโปรแกรมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เช่น รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือ, เมนู และออปชั่นต่างๆ เป็นต้น

2. เพิ่มตัวอย่างสำหรับการอธิบายการใช้งานโปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเข้าใจได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้นยิ่งขึ้น

3. เพิ่มตัวอย่าง การสร้างโปรแกรม ที่มีความซับซ้อนมากกว่าตัวอย่างที่มีอยู่เดิม เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมได้พัฒนาทักษะในการสร้างวงจรให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

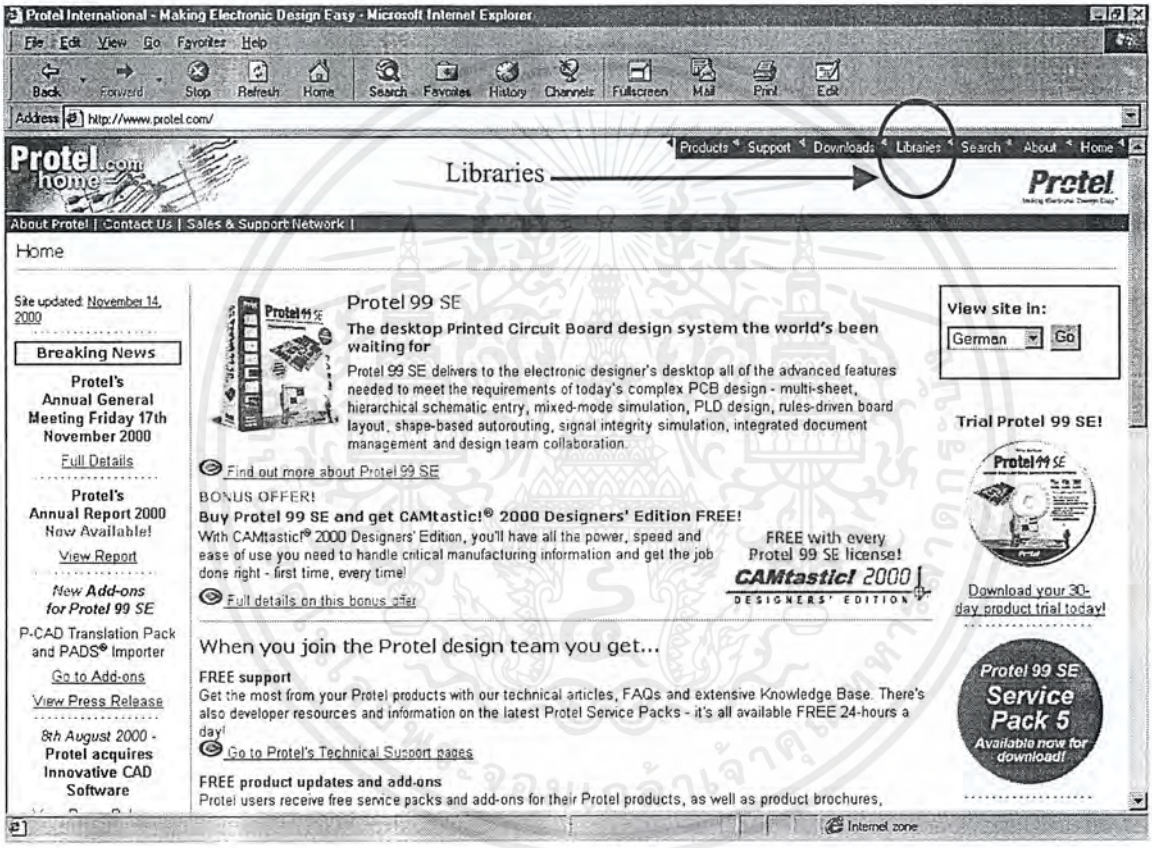
ภาคผนวก ก
การ Download Library ของโปรแกรม Protel 99 SE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ Download Library ของโปรแกรม Protel 99 SE

การ Download Library ของโปรแกรม Protel มีขั้นตอนดังนี้

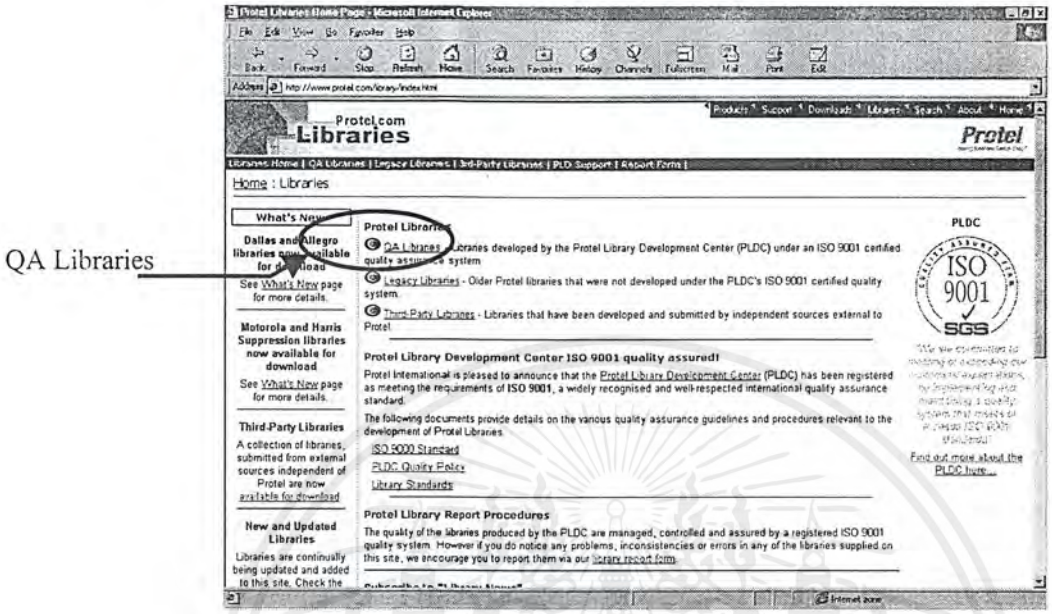
1) ให้ไปที่เว็บไซต์ Http://www.protel.com เมื่อเข้าไปในเว็บไซต์นี้แล้วจะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 หน้าต่างของเว็บไซต์ Http://www.protel.com

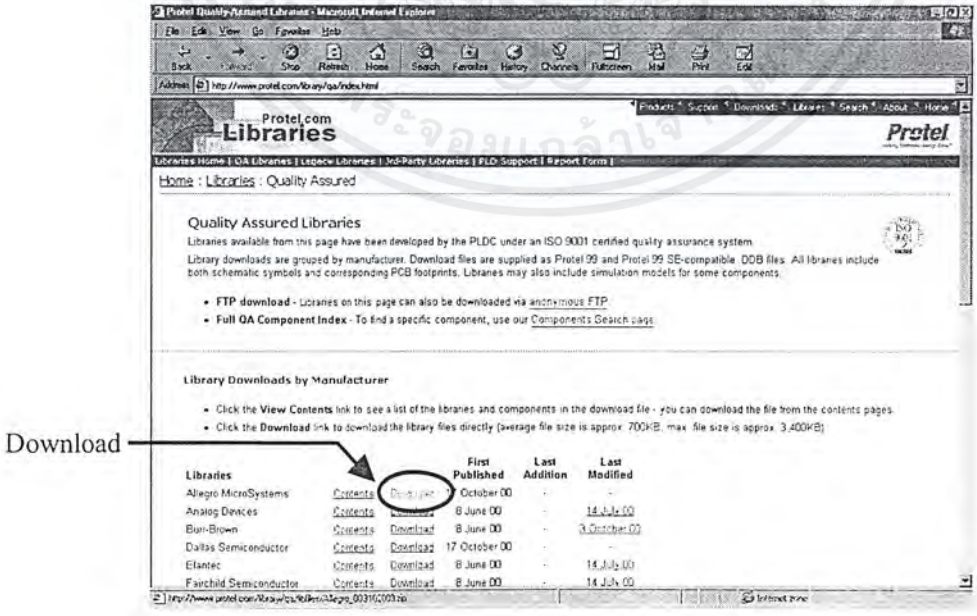
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ขั้นตอนต่อไปให้ไปคลิกที่เมนู Libraries ในรูปที่ ก.1 จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 หน้าต่างของ Library

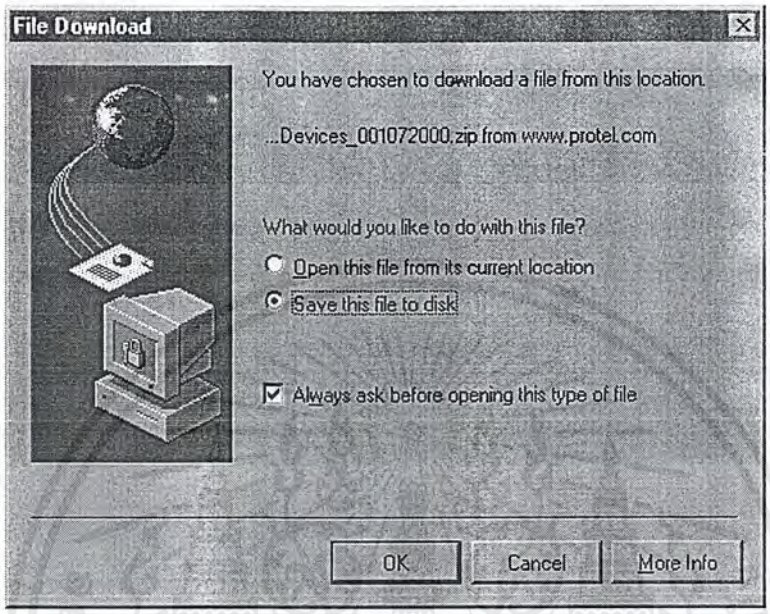
3) ขั้นตอนต่อไปคลิกเลือกที่ QA Libraries ในหัวข้อ Protel Librariesในรูปที่ ก.2 จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 หน้าต่างของ QA Libraries

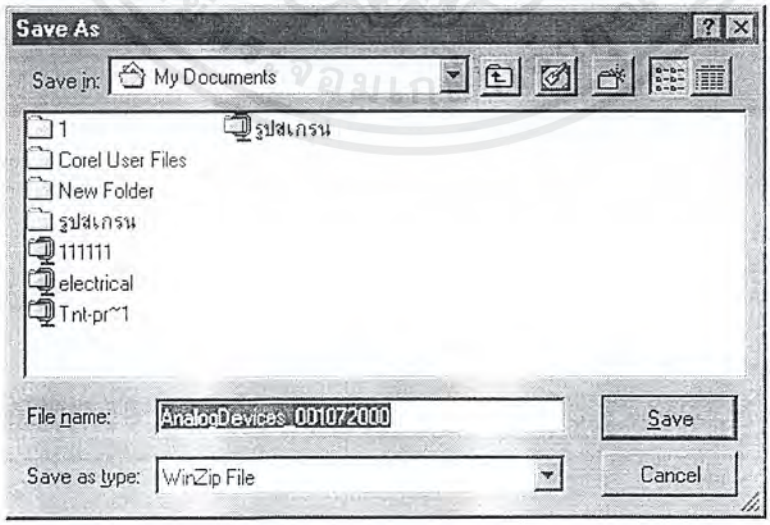
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ขั้นตอนต่อไปถ้าต้องการ Download Library ให้คลิกที่ Download ในรูปที่ ก.3 จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4 หน้าต่าง File Download เลือก Save this file to disk

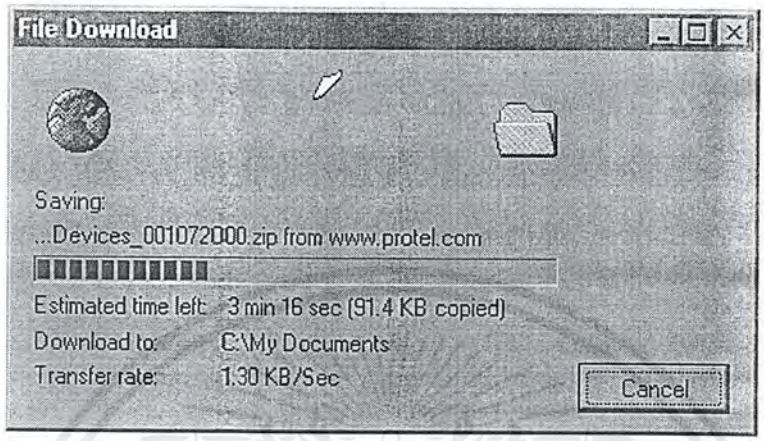
5) ขั้นตอนต่อไปเลือก Save this file to disk เพื่อต้องการ Save ข้อมูลลงในฮาร์ดดิสจากนั้นกดปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.5 หน้าต่าง Save As เลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการและเปลี่ยนชื่อไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) จากนั้นกดปุ่ม Save เครื่องจะทำการ Download ไลบรารีของโปรเทลมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำลังทำงานอยู่



รูปที่ ก.6 หน้าต่างระหว่างทำการ Download

7) กดปุ่ม OK เมื่อทำการ Download เสร็จเรียบร้อยแล้ว

รูปที่ ก.7 กดปุ่ม OK เพื่อเสร็จสิ้นการ Download

8) หลังจาก Download ไลบรารีมาเก็บไว้ยังเครื่องคอมพิวเตอร์เสร็จให้ทำการ Unzip ไฟล์แล้วนำไปเก็บในโฟลเดอร์ไลบรารีของโปรเทล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
รายชื่ออุปกรณ์ในไลบรารีของฟุทปริ้นท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายชื่ออุปกรณ์ในไลบรารีของฟุทปริ้นท์

1.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ 1394 Serial Bus.lib

GPF48-9.2S50	GPF64-12.2S50	GPF80-14.2S50	GPF100-21.2S65
GPF176-25.2S50	SS0P56-9.65		

2.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ DC to DC.lib

78SRXXYH	78SRXXYV	E1118	ERG_E1118
KWS5	KWS10	KWS15	NMAXX_DIL
NMAXX_SIL	TED0511	UM215	UM216
UM407			

3.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ General IC.lib

1005(2)	1206(2)	1210(2)	1805(2)
1808(2)	1812(2)	1825(2)	2220(2)
2225(2)	3216(2)	2518(2)	3527(2)
3528(2)	60328(2)	7227(2)	7243(2)
CAN_8	CAN_10	CAN_12	CAN_H08C
CFP-14	CFP-16	CFP-20	CFP-24
CFP-48	CFP-56	CRYSSOP20	DALTSSOP20
DIP-4	DIP-6	DIP-8	DIP-12
DIP-14	DIP-16	DIP-18	DIP-20
DIP-22	DIP-24	DIP-28	DIP-32
DIP-40	DIP-48	DIP-52	DIP-64
DIP-64X	ETHM10BASE2	HD44100H	HEPTA1
ILEAD-8	ILEAD-14	ILEAD-14	ILEAD-16
ILEAD-18	ILEAD-20	ILEAD-22	ILEAD-24
ILEAD-28	JEDECA-28	JEDECA-44	JEDECA-52
JEDECA-68	LCC-18	LCC-18ECA	LCC-18ECB
LCC-20D	LCC-32	LCCC-68	LCCC-84
MO-015B(56)	MO-0189B(64)	MPLCC-84	MPLCC-100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MPLCC-132	MPLCC-164	MPLCC-196	MPLCC-244
MULTI-11	MULTI-15	PDSO_G20	PENTA1
PFP-14	PFP-18	PFP-20	PFP-28
PJLCC-156	PLCC-18	PLCC-18L	PLCC-22
PLCC-28R	PLCC-32	QFP-52	QFP-54
QFP-56	QFP-56-2	QFP-60	QFP-64
QFP-64-2	QFP-64-4	QFP-64-5	QFP-70
QFP-74	QFP-74	QFP-88	QFP-94
QFP-100	QFP-136	QFP-196	RS-28
SO4	SO4S	SOKET-28	SOKET-32
SOKET-44	SOKET-52	SOKET-64	SOJ32P400
SOJ40P400	SOJ48P400	SOT25	TO-220-3S
TO-220-5S	TO-220-5V	TO-220-7S	TO3K_4
TO66_4	TQFP-80	TQFP22X22-112	ZIP-7H ZIP-7V
ZIP-11H	ZIP-11V	ZIP-15H	ZIP-15V
ZIP28P400	ZIP40		

4.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ International Rectifiers.lib

D-37	D-37R	D-38	D-44
D-46	D-60	D-64	D-67
D-70	D-71	D61-6SL	D61-6SM
D61-8	D61-8SL	D61-8SM	DIODE0.4
DIODE0.7	DIP6-MER	DIP8	DIP8-MER
DIP8-MER2	DIP14	DIP14A	DIP16
DIP16-MER	DIP16A	DIP28	DO-41
DO-201AD	DO-204AR	HD-1	IMS-1
ISM-2	MICRO6	MIRO8	PLCC44A
SIP9A	SMB/P4.5	SMC	SMD-10
SMD-220	S0-8	S0-16W	S0-28W
SOT-23/P1.9	SOT-223/P2.3	SUPER-247	THIN-PAK
TO-220	TO-220-J9	TO-220-J10	TO-220AC-M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TO-220HS	TO-247	TO-247-J12	TO-247-M
TO-247AC	TO-247AC-M	TO-247HS	TO-251AA
TO-252AA			

5.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ Miscellaneous.lib

96-CON	AXIAL-0.3	AXIAL-0.4	AXIAL-0.5
AXIAL-0.6	AXIAL-0.7	AXIAL-0.8	AXIAL-0.9
AXIAL-1.0	BNC-5	DB-9/F	DB-9/M
DB-9RA/F	DB-9RA/M	DB-25/F	DB-25/M
DB-25RA/F	DB-25RA/M	DB-37/F	DB-37/M
DB-37RA/F	DB-37RA/M	DIN-96	DIN-96RA
DIODE-0.4	DIODE-0.7	FLY-4	FUSE1
IDC-10	IDC-16	IDC-20	IDC-26
IDC-34	IDC-36	IDC-40	IDC-40P
IDC-50	IDC-50P	POLAR-0.6	POLAR-0.8
POLAR-1.0	POLAR-1.2	POWER-4	POWER-6
QUIT-64	RAD-0.1	RAD-0.2	RAD-0.3
RAD-0.4	RB-.2/.4	RB-.3/.6	RB-.4/.8
RB-.5/1.0	SIP-2	SIP-3	SIP-4
SIP-5	SIP-6	SIP-7	SIP-8
SIP-9	SIP-10	SIP-12	SIP-16
SIP-20	SPADE360X160	VR-1	VR-2
VR-3	VR-4	VR-5	XTAL-1

6.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ Modified DIL.lib

DIP8(S)	DIP14(S)	DIP16(S)	DIP18(S)
DIP20(S)	DIP22L(S)	DIP24(S)	DIP24L(S)
DIP24X(S)	DIP28(S)	DIP28X(S)	DIP40X(S)
DIP48X(S)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ Newprot.lib

NDDIL24	NDDIL24B	NPDIP8	NPDIP14
NPDIP14B	NPDIP14C	NPDIP14D	NPDIP14E
NPDIP16	NPDIP16B	NPDIP16C	NPDIP20
NPDIP20B	NPNMXSOD	NPNMXSOS	NPNMXUD
NPNMXUS	NPSIP4	NPSIP7	NPSIP7B
NPSIP7C	NPSIP7D	NPS0IC14	NPSOIC18

8.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ PCB Footprints.lib

96CON	0402	0603	0805
1005	1206	1210	1805
1808	1812	1815	2220
2225	3216	3518	3527
3528	6032	7227	7243
7257	AXIAL0.3	AXIAL0.4	AXIAL0.5
AXIAL0.6	AXIAL0.7	AXIAL0.8	AXIAL0.9
AXIAL1.0	BNC	CAN8	CAN10CAN12
CFP14	CFP16	CFP20	CFP24
CFP48	CFP56	DB9/F	DB9/M
DB9RA/F	DB9RA/M	DB15/F	DB15/M
DB15RA/F	DB15RA/M	DB25/F	DB25/M
DB25RA/F	DB25RA/M	DB37/F	DB37/M
DBRA/F	DBRA/M	DIN96	DIN96RA
DIODE0.4	DIODE0.7	DIP4	DIP6
DIP8	DIP14	DIP16	DIP18
DIP20	DIP22	DIP24	DIP28
DIP32	DIP40	DIP48	DIP52
DIP64	FLY4	FUSE	HEPTA
IDC10	IDC16	IDC20	IDC26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IDC34	IDC36	IDC40	IDC40P
IDC50	IDC50P	ILEAD8	ILEAD14
ILEAD16	ILEAD18	ILEAD20	ILEAD22
ILEAD24	ILEAD28	JEDECA28	JEDECA44
JEDECA52	JEDECA68	LCC16	LCC18
LCC18ECA	LCCECB	LCC20	LCC20ECD
LCC24	LCC28	LCC32	LCC44
LCC52	LCC68	LCC84	LCC100
LCC124	LCC156	LCCC68	LCCC84
MELF1	MELF2	MLL34	MLL41
MO-00310	MO-00314	MO-00410	MO-00414
MO-00416	MO-01840	MO-01924	MO-01928
MO-02036	MO-02040	MO-02116	MO-02124
MO-02136	MO-02220	MO-2242	MO-2336
MO-2350	MPLCC84	MPLCC100	MPLCC132
MPLCC164	MPLCC196	MPLCC224	MULTI11
MULTI15	PENTA	PFP14	PFP18
PFP20	PFP28	PGA52X9	PGA64X10
PGA68X10	PGA68X11	PGA68X11	PGA84X10
PGA84X11	PGA84X12	PGA84X13	PGA88X13
PGA100X10	PGA114X13	PGA120X13	PGA124X13
PGA128X13	PGA132X13	PGA168X17	PGA179X18
PGA208X17	PJLCC28	PJLCC44	PJLCC52
PJLCC68	PJLCC84	PJLCC100	PJLCC124
PJLCC156	PLCC18	PLCC18L	PLCC20
PLCC22	PLCC28	PLCC28R	PLCC32
PLCC44	PLCC52	PLCC68	PLCC84
PLCC100	PLCC124	POLAR0.6	POLAR0.8
POLAR1.0	POLAR1.2	POWER4	POWER6
QFP44	QFP44-1	QFP44-2	QFP44-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QFP48	QFP52	QFP54	QFP56
QFP56-2	QFP60	QFP64	QFP64-1
QFP64-2	QFP64-3	QFP64-4	QFP64-4
QFP70	QFP74	QFP80	QFP88
QFP94	QFP120	QFP128	QFP136
QFP144	QFP160	QFP196	QUIL64
RAD0.1	RAD0.2	RAD0.3	RAD0.4
RB.2/.4	RB.3/.6	RB.4/.8	RB.5/1.0
SIP2	SIP3	SIP4	SIP5
SIP6	SIP7	SIP8	SIP9
SIP10	SIP12	SIP16	SIP20
SO-8	SO-14	SO-16	SOCKET28
SOCKET32	SOCKET44	SOCKET52	SOCKET68
SOJ-14	SOJ-16	SOJ-18	SOJ-20
SOJ-22	SOJ-24	SOJ-26	SOJ-28
SOL-14	SOL-16	SOL-20	SOL-24
SOL-28	SOL-48	SOL-56	SOT-23
SOT-25	SOT-89	SOT-143	SPADE
TAPE84-15	TAPE100-20	TAPE124-10	TAPE132-10
TAPE140-20	TAPE180-20	TAPE188-15	TAPE204-10
TAPE220-20	TAPE224-15	TAPE244-20	TAPE284-10
TAPE284-20	TAPE324-15	TAPE324-20	TAPE364-10
TAPE364-20	TAPE372-15	TAPE404-20	TAPE428-15
TAPE484-10	TAPE484-15	TAPE644-10	TAPE724-10
TAPE 804-10	TO-3	TO-5	TO-18
TO-39	TO-46	TO-52	TO-66
TO-72	TO-92A	TO-126	TO-220
VR1	VR2	VR3	VR4
VR5	XTAL1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ PGA.lib

PGA25_5X5	PGA36_6X6	PGA49_7X7	PGA52_9X9
PGA64_8X8	PGA64_10X10	PGA65_10X10	PGA68_10X10
PGA68_11X11	PGA72_11X11	PGA72_A11X11	PGA73_11X11
PGA81_9X9	PGA84_10X10	PGA84_11X11	PGA84_12X12
PGA_13X13	PGA97_11X11	PGA100_10X10	PGA108_12X12
PGA114_13X13	PGA121_11X11	PGA124_13X13	PGA128_13X13
PGA132_13X13	PGA132_14X14	PGA133_14X14	PGA144_12X12
PGA144_13X13	PGA144_15X15	PGA145_15X15	PGA168_17X17
PGA169_13X13	PGA179_18X18	PGA196_14X14	PGA208_17X17
PGA225_15X15	PGA289_17X17		

10.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ Tapepak.lib

TAPE84_15	TAPE84_20	TAPE100_20	TAPE124_10
TAPE134_15	TAPE140_20	TAPE180_20	TAPE188_15
TAPE204_10	TAPE220_20	TAPE244_15	TAPE244_20
TAPE284_15	TAPE284_20	TAPE324_15	TAPE324_20
TAPE364_10	TAPE364_20	TAPE372_15	TAPE372_20
TAPE404_20	TAPE428_15	TAPE484_10	TAPE484_15
TAPE644_10	TAPE724_10	TAPE804_10	

11.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ Transformers.lib

TRAF_FL2_8	TRAF_FL10_30	TRAF_FL42	TRAF_FL52
TRAFO54W	TRAFOFL84X70	TRF_EI30_1	TRF_EI30_2
TRF_EI38_1	TRF_EI38_2	TRF_EI42_1	TRF_EI42_2
TRF_EI48_1	TRF_EI48_2	TRF_EI54_1	TRF_EI54_2
TRF_TFB467	TRF_TFB468	TRF_TFB469	TRF_TFB470

12.รายชื่ออุปกรณ์ของไฟล์ Transistors.lib

TO3	TO5	TO18	TO39
TO46	TO52	TO66	TO72
TO92A	TO92B	TO92C	TO126H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TO126V	TO 202H	TO 202V	TO202VS
TO218H	TO218V	TO220H	TO220HS
TO220V	TO220VS	TO247H	TO 247V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จุติมา บุทเสน และ บุญชัย เจนอักษรกุล. "โปรแกรมช่วยสอนการใช้งานโปรแกรม Protel." ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542

บัณฑิต จามรภูมิ. **คู่มือการใช้ Protel for Windows.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายพริ้นติ้ง. 2540

บุญชัย กิ่งรุ้งเพชร. **คู่มือ Protel99.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: แอคครา เอ็นจิเนียริ่ง.2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ	นายสัญญา ผิวจันทร์
วันเดือนปีเกิด	21 มิถุนายน พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	74 หมู่ 6 บ้านสร้างหว้า ต.หนองกุง อ.ตาลสุม จ.อุบลราชธานี 34330
ที่อยู่ปัจจุบัน	300/108 หมู่ 10 หมู่บ้านรุ่งอรุณ1 ถ.ฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520
โทรศัพท์	02-7373897
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหนองกุง
มัธยมศึกษา	โรงเรียนบ้านหนองกุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ	นางสาวสุนารี ทวีวานัย
วันเดือนปีเกิด	10 กรกฎาคม พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	104/3 หมู่ 6 ต.ที่วัง อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110
ที่อยู่ปัจจุบัน	369/6 ซอย 32 ถนนจรัลสนิทวงศ์ แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพ 10700
โทรศัพท์	02-4344735
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนรัตนศึกษา
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสตรีทุ่งสง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	โรงเรียนเทคโนโลยีภาคใต้
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคใต้
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ทำตนเป็นคนดีของครอบครัวและประเทศชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้