

8

เริ่มต้น PCB ตัวอย่าง

ในบทนี้ท่านจะได้เรียนรู้เรื่อง

- เริ่มต้นกำหนด PCB ชั้นใหม่
- ใช้ Board Wizard
- กำหนดทางเลือกของเอกสาร (Document Option)
- กำหนดความชอบ (Preference)
- ไลบรารีของ Footprint
- นำไลบรารีจากภายนอกเข้ามาในชิ้นงาน (Import Library)
- การนำวงจรเข้ามาใน PCB
- การเชื่อมต่อใน PCB (PCB Connectivity)

หลังจากได้เรียนรู้คำสั่งพื้นฐานและความรู้เบื้องต้นต่างๆในบทที่แล้ว ในบทนี้จะลงมือสร้าง PCB โดยนำวงจรที่สร้างตั้งแต่ในภาคสร้างวงจรเข้ามาใช้ วิธีการนำเน็ทลิสต์จะกล่าวในขั้นตอนต่อไป แต่ก่อนจะนำวงจรจากเน็ทลิสต์เข้ามา จำเป็นต้องสร้างรูปร่างบอร์ดและกำหนดไลบรารีของฟุตพริ้นท์ ขั้นตอนเริ่มจากสร้างรูปร่างของ PCB โดยวาดเส้นขอบร่างอยู่ในเลเยอร์ Keep Out และอาจจะสร้างคำอธิบายเพิ่มเติมอื่นๆในเลเยอร์ Mechanical เช่นชื่อบอร์ด,ขนาดบอร์ดและวิธีการสร้างบอร์ดเป็นต้น เอกสารเหล่านี้ไม่เกี่ยวข้องกับทางไฟฟ้า มีไว้เพื่อให้เข้าใจบอร์ดและเพื่อให้โรงงานสร้าง PCB ผลิตชิ้นงานได้ตรงตามความต้องการผู้ออกแบบ จากนั้นกำหนดจำนวนเลเยอร์ กำหนดไลบรารีของฟุตพริ้นท์ให้เหมาะสมกับเน็ทลิสต์ซึ่งจะนำเข้ามา เพื่อให้ข้อมูลอุปกรณ์และการเชื่อมต่อจากวงจรมาปรากฏอย่างถูกต้อง

เริ่มต้นกำหนด PCB ขึ้นใหม่

เมื่อต้องการเริ่มต้นออกแบบชิ้นงาน PCB สิ่งแรกจะต้องสร้างรูปร่างบอร์ด *บอร์ดหรือเส้นรอบรูปบอร์ด* คือการกำหนดขอบเขต เป็นรูปร่างปิดต่างๆ เช่นสี่เหลี่ยม หรือหลายเหลี่ยมผสมกัน เพื่อให้ผู้ออกแบบทราบบริเวณวางสัญลักษณ์สำหรับการออกแบบต่างๆ และใช้เป็นแนวสำหรับตัดขนาดบอร์ดเป็นรูปร่างตามต้องการ โปรเทลจะใช้บอร์ดนี้เป็นขอบเขตระหว่างทำคำสั่ง Auto Placement หรือ Auto Routing การกำหนดมีสองวิธีคือใช้คำสั่งพื้นฐานเช่น เส้นตรง(Line), วงกลม(Circle) ประกอบกันเป็นบริเวณปิด ทั้งนี้ต้องวาดในเลเยอร์ *Keep Out* เพราะโปรเทลจะรับรู้และใช้รูปปิดในเลเยอร์นี้กำหนดขอบเขตบอร์ด วิธีที่สองคือใช้ Wizard ซึ่งผู้ออกแบบสามารถเลือกบอร์ดรูปร่างมาตรฐานได้จากไลบรารี หรือต้องการสร้างรูปร่างตามต้องการก็ได้เช่นกัน ข้อดีของ Wizard คือนอกจากสร้างบอร์ด สามารถกำหนด Documentation เช่นขนาดบอร์ด, บรรทัดเพื่อกำหนดขนาดอุปกรณ์อื่นๆ, กรอบข้อความเพื่อกำหนดชื่อและรายละเอียดอื่นๆของบอร์ด

กำหนดขอบเขตของบอร์ด

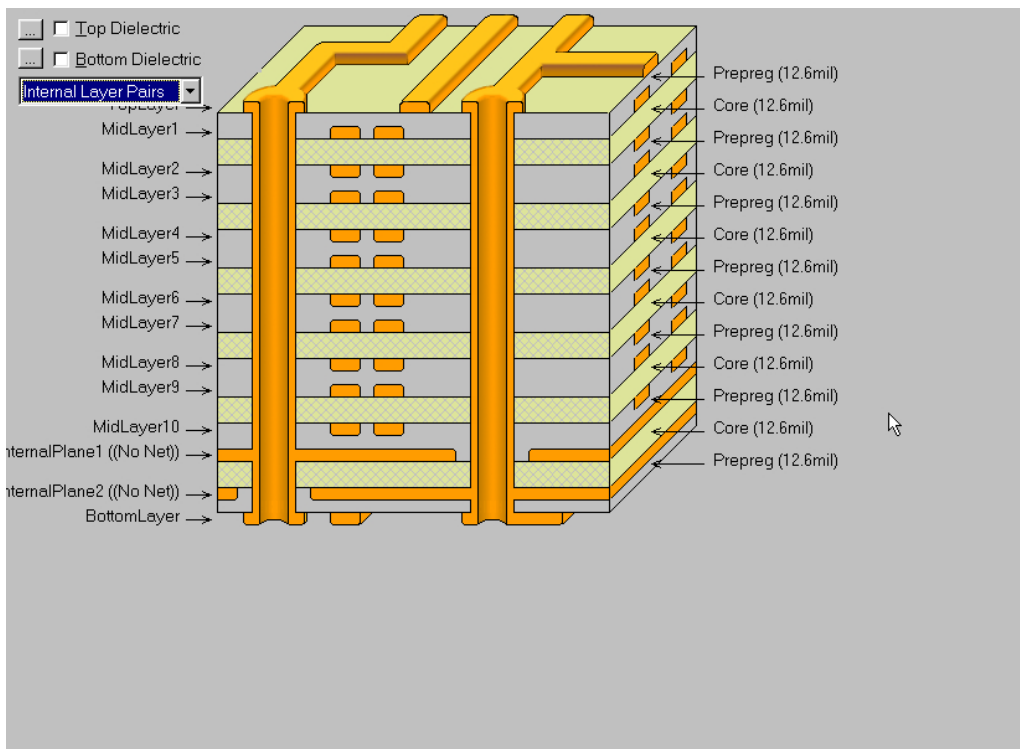
รูปร่างบอร์ดเป็นส่วนประกอบเพื่อแสดงรูปร่างที่ต้องการ การสร้างจะสร้างใน Mechanical Layer การสร้างหรือวางวัตถุใดๆใน Mechanical Layer จะไม่มีผลทางไฟฟ้าและโปรเทลจะไม่นำมารวมเมื่อตรวจสอบชิ้นงาน สิ่งที่ใส่ในเลเยอร์นี้จะใช้สำหรับสร้างอาร์ทเวิร์ค(Artwork),ปริ้นท์เอาท์(Printout) และเพื่อสร้างเอกสารอ้างอิง(Documentation) เท่านั้น จำนวน Mechanical Layer ได้กำหนดให้ใช้งานมากได้ถึง 4 เลเยอร์ แต่โดยทั่วไปจะใช้เพียง Mechanical Layer 4 เท่านั้นก็พอเพียง การวาดเส้นและการใส่วัตถุต่างๆ จะเริ่มจากคำสั่ง **Place** เป็นหลัก ขั้นตอนมีดังนี้

- คำสั่ง **Place>>Line [P,L]** สำหรับวาดเส้นตรง เมื่อเริ่มใช้คำสั่งจะเห็นเคอร์เซอร์เปลี่ยนเป็นกากบาทใหญ่ เลื่อนไปคลิกที่จุดเริ่มต้น ถ้าต้องการกำหนดพิคัดให้ใช้คำสั่ง **Jump>>Location** ใสตำแหน่ง X,Y ที่ต้องการ เมื่อเริ่มวาง *Line* และต้องการหักมุมให้คลิกหนึ่งครั้งลากไปในทิศทางอื่น หากต้องการจบเส้นให้คลิกขวาหรือกดคีย์ **ESC**
- คำสั่ง **Place>>Arc (Center)** ใช้สำหรับใส่ส่วนโค้ง โดยกำหนดจากจุดศูนย์กลางและรัศมี แล้วเลือกความยาวเส้นโค้ง ใช้ประกอบกับ **Place>>Line** เพื่อสร้างรูปร่างบอร์ดที่มีส่วนโค้งด้วย
- คำสั่ง **Place>>Arc (Edge)** เช่นเดียวกับ Arc(Center) แต่กำหนดจุดเริ่มต้นต่างกัน
- คำสั่ง **Place>>Arc (Any Angle)** เช่นเดียวกับ Arc(Center) แต่กำหนดจุดเริ่มต้นต่างกัน
- คำสั่ง **Place>>String [P,S]** ใช้สำหรับสร้างข้อความต่างๆ เพื่อประกอบคำอธิบายบอร์ด ข้อความสามารถเลือกได้ตามต้องการ

ข้อควรระวังคือก่อนใช้คำสั่ง Place ต้องอยู่ในเลเยอร์ Mechanical เท่านั้น เพราะหากผิดเลเยอร์จะทำให้วัตถุมีวัตถุประสงค์ผิดไป เช่นเมื่อ Place>>Line ใน Top Layer จะทำให้เส้นนั้นกลายเป็นลายทองแดงซึ่งกลายเป็นวัตถุทางไฟฟ้าและมีผลต่อชิ้นงาน หากวางพาดวัตถุอื่นๆและลัดวงจรโปรเทลจะเตือนให้ทราบ

กำหนดบริเวณสำหรับ Routing และ Placement

คือการทำหนดบริเวณหรือขอบเขตเพื่อไม่ให้ Auto Placement และ Auto Router ทำงานนอกขอบเขตนั้น โดยทั่วไปมักจะมีขนาดเท่ากับรูปร่าง PCB การกำหนดบริเวณต้องอยู่ใน Keep Out Layer วัตถุใดที่วาดในเลเยอร์นี้จะมีผลกับ Electrical Layer (เลเยอร์ที่มีผลทางไฟฟ้าทั้งหมดเช่น Top, Bottom, Internal Plane ขึ้นอยู่กับชิ้นงานเลือกใช้เลเยอร์จำนวนเท่าใด) เมื่อวาง Line, Arc ลงไปในเลเยอร์ Keep Out จะทำให้โปรเทลรับรู้ขอบเขตและจะไม่ยอมให้ Auto Placement และ Auto Router วางอุปกรณ์และแทร็คอยู่นอกหรือเข้าใกล้ขอบเขตมากเกินไป แต่ขอบเขตนี้ไม่มีผลต่อสิ่งที่ไม่ใช่วัตถุทางไฟฟ้า เช่นไม่มีผลต่อข้อความ(String) ใน Mechanical Layer, ไม่มีผลต่อ Silkscreen เป็นต้น



รูปที่ 8—1 โครงสร้างลำดับชั้นของเลเยอร์

การกำหนดขอบเขตจำเป็นต้องกำหนดเป็นบริเวณปิด เปลี่ยนไปที่เลเยอร์ Keep Out ใช้คำสั่ง Place>>Line หรือ Place>>Arc หากต้องการเปลี่ยนขนาดเส้นให้กดคีย์ TAB เปลี่ยนขนาดในช่องคุณ

สมบัติ(Properties) ลากเส้นไปเรื่อยๆ คลิกเพื่อหักมุม เมื่อต้องการเปลี่ยนรูปแบบเส้นให้กดคีย์ **Space** (รูปแบบการวาง Line จะเหมือนกับการวางเส้นทองแดง(Track) ดูในเรื่องการเดินทางเส้นทองแดงในบทต่อไป) เมื่อต้องการให้เส้นมาพบกับจุดตั้งต้น นำเคอร์เซอร์มาวางใกล้จะเห็นวงกลมใหญ่รอบๆจุดนั้น คลิกซ้ายเพื่อจบเส้น คลิกขวาเพื่อยกเลิก หรือกดคีย์ **ESC** เพื่อยกเลิกก็ได้

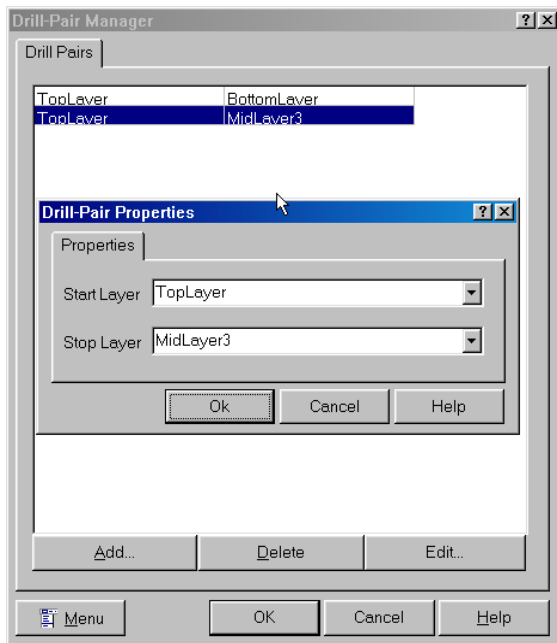
สำหรับบริเวณพิเศษในเลเยอร์ไฟฟ้า สามารถสร้าง Keep Out (บริเวณที่ไม่ต้องการให้มีวัตถุทางไฟฟ้า) ด้วยคำสั่ง **Place>>Keep Out>>Track** หรือ **Place>>Keep Out>>Arc** เช่นเมื่อสร้าง Keep Out ใน Top Layer จะทำให้เทร็คและเวียไม่สามารถเดินผ่านบริเวณในเลเยอร์ Top ทำนองเดียวกันสามารถสร้าง Keep Out ใน Bottom Layer, Internal, Plane Layer ได้เช่นกัน

กำหนด Layer stack

Layer Stack หมายถึงชั้นของเลเยอร์ของทองแดงวางซ้อนกันเพื่อสร้างเป็น Multi-layer PCB เมื่อกำหนดขนาดและ Keep Out เรียบร้อยแล้ว ใช้คำสั่ง **Design>>Layer Stack Manager** จะเห็นรูปที่ 8—1 ปรากฏขึ้นซึ่งแสดงโครงสร้างของ PCB เรียงตามลำดับชั้นจาก Top ไปสู่ Bottom มีชื่อเลเยอร์และชื่อเน็ต(ถ้าเป็น Plane)ปรากฏทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือมีปุ่มต่างๆคือ

- Add Layer สำหรับเพิ่มเลเยอร์
 - Add Plane สำหรับเพิ่ม Ground หรือ Power Plane
 - Delete สำหรับลบเลเยอร์
 - Move Up, Move Down สำหรับเลื่อนเลเยอร์ขึ้นหรือลง
 - Properties คุณสมบัติของเลเยอร์หรือ Dielectric ของฉนวนระหว่างเลเยอร์
- การเพิ่มเลเยอร์สามารถเลือกวิธีได้จากปุ่ม **Add Layer** และ **Add Plane** ขึ้นกับความต้องการ การเพิ่มสามารถเพิ่มได้สูงสุดถึง 32 เลเยอร์และมี Plane ได้มากถึง 16 เลเยอร์ หลังจากเพิ่มแล้ว สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้ปุ่ม **Move Up** หรือ **Move Down**

ในช่องทางด้านซ้ายมือจะมี Style(รูปแบบ) ของลำดับชั้นเลเยอร์ให้เลือกคือ *Layer Pair*, *Internal Layer Pair* และ *Build up* แต่ละทางเลือกมีผลต่อ Blind หรือ Buried Via ถ้าหากเป็น Through Hole Via จะไม่แตกต่าง การสร้าง PCB มากกว่า 2 ชั้นเริ่มโดยการนำ PCB สองชั้นแผ่นบางๆซึ่งมี Core เป็นฉนวนกัน สร้างลายวงจรให้เสร็จสิ้นก่อนนำมาประกบรวมกับชั้นอื่นๆโดยใช้ความร้อนและแรงกด โดยมีฉนวนกันคือ Prepreg จนกระทั่ง Prepreg แข็ง สำหรับด้านบนจะใช้แผ่นทองแดงบางวางอยู่อีกด้านของ Prepreg นำมาสร้างลายต่อไป คุณสมบัติของ Prepreg และ Core เช่นความหนา, Dielectric Constant จะมีผลการจำลอง Signal Integrity เมื่อต้องการกำหนดคุณสมบัติเหล่านี้ ให้คลิกที่ Layer, Core หรือ Prepreg จากนั้นคลิกปุ่ม **Properties** เลือกแก้ไขสิ่งที่ต้องการ



รูปที่ 8—2 แสดงการเพิ่มและแก้ไข Layer Pair

กำหนด Drill pairs

Drill Pair คือการกำหนดคู่ของเลเยอร์ระหว่างเจาะรูของเวียเชื่อมแทรีด โดยทั่วไปการออกแบบชนิด Multi-layer (มากกว่า 2 เลเยอร์ขึ้นไป) เลือกกำหนดเวียได้ 3 ชนิดคือ Through, Blind, Buried Via แต่ละชนิดต่างกันคือ Blind Via จะเริ่มจาก Top หรือ Bottom เข้าไปจบที่เลเยอร์ใน ส่วน Buried Via หมายถึงเวียเชื่อมระหว่างเลเยอร์ภายในด้วยกัน สำหรับ Through Via หมายถึงเวียจากเลเยอร์ Top ไปที่ Bottom หรือกลับกัน การกำหนดให้เจาะจากเลเยอร์ใดไปที่เลเยอร์ใดกำหนดได้จาก Drill Pairs

ที่ปุ่มด้านล่างขวาของ Layer Stack Manager ชื่อ Drill Pair เมื่อคลิกจะเห็นรูปที่ 8—2 ปรากฏขึ้น เมื่อต้องการเพิ่มคู่เลเยอร์ใดให้คลิกที่ปุ่ม Add และเมื่อ

ต้องการลบคู่เลเยอร์ใดคลิกที่ปุ่ม Delete ส่วนปุ่ม Edit ใช้สำหรับแก้ไขคู่เลเยอร์อื่นๆ

การสร้างคำอธิบายเพิ่มเติมใน Mechanical Layer

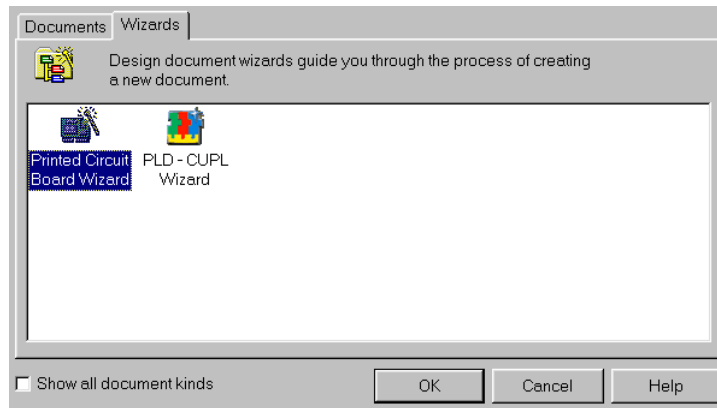
ใน Mechanical Layer มีสำหรับกำหนดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับทางไฟฟ้า วัตถุที่ใส่บน Mechanical Layer จะไม่มีผลต่อวัตถุบน Electrical Layer และไม่นำมารวมในกระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน (Design Rule Check) ภายในโปรเทลกำหนดให้มี Mechanical Layer ได้สูงสุดถึง 16 เลเยอร์ การสร้างวัตถุต่างๆ เช่น เส้นตรง (Line) ข้อความ (String) รูปหลายเหลี่ยมทึบ (Fill) วงกลม (Circle) เส้นโค้ง (Arc) และอื่นๆใช้คำสั่งเช่นเดียวกันคือ Place สิ่งที่มีกสร้างใน Mechanical Layer เช่นขอบรูปร่างภายนอกของ PCB, คำอธิบายต่างๆสำหรับสร้างบอร์ดเช่นกำหนดชนิดวัสดุ จำนวนเลเยอร์ชิ้นงาน ความหนาของแผ่น PCB ตำแหน่งที่ต้องการสร้างสัญลักษณ์พิเศษ ตำแหน่งการเจาะรูรูปร่างพิเศษ เป็นต้น

ใช้ Board Wizard

นอกจากวิธีสร้างรูปร่างบอร์ดด้วยตัวเอง โปรเทลได้สร้างเครื่องมืออัตโนมัติเรียกว่า Board Wizard เมื่อต้องการใช้ต้องเริ่มต้นที่ไฟล์เดือร์สำหรับเก็บไฟล์ PCB เพราะ Wizard จะสร้างเอกสารใหม่และเก็บไว้ที่ไฟล์เดือร์ขณะนั้น ในกรณีไฟล์ตัวอย่างจะมีไฟล์เดือร์ชื่อ Document ซึ่งโปรเทลสร้างให้เมื่อสร้างชิ้นงาน

คู่มือ Protel99

ใหม่ ดังนั้นกรณีนี้ให้เปลี่ยนไปที่โฟลเดอร์นี้และเรียกใช้คำสั่ง **File>>New [F,N]** เปลี่ยนไปที่แถบ **Wizard** จะเห็นว่าใน Wizard มีทางเลือกสองชนิดคือ PLD และ PCB (ขึ้นกับซอฟต์แวร์ที่ได้ติดตั้ง PLD ด้วยหรือไม่) เลือก **Printed Circuit Board Wizard** ในกรณีนี้ให้เลือก **PCB** และคลิกที่ **OK**

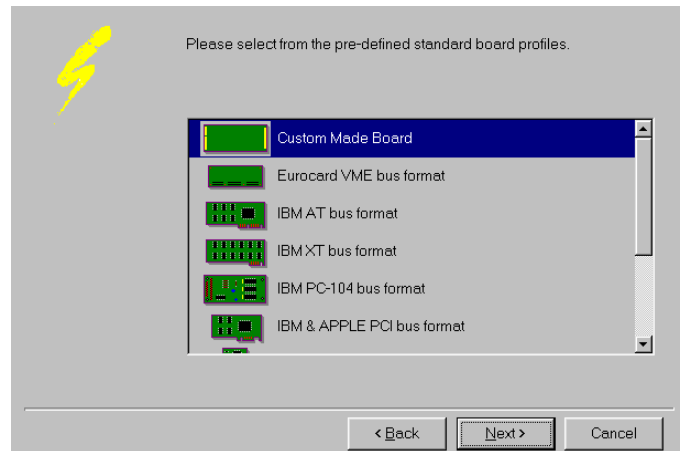


รูปที่ 8—3 เลือก Printed Circuit Board Wizard จากคำสั่ง File>>New

เมื่อคลิก OK จะเห็นรูปที่ 8—4 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของ Wizard โปรแกรมจะแสดงไดอะล็อกบ็อกซ์ พร้อมถามความต้องการเกี่ยวกับ PCB ที่จะสร้าง เมื่อจบกระบวนการจึงจะได้เอกสาร PCB ที่ต้องการ การเลื่อนแต่ละไดอะล็อกบ็อกซ์จะต้องคลิกที่ปุ่ม **Next** ระหว่างทางสามารถยกเลิกโดยคลิกที่ปุ่ม **Cancel** ในกรณีต้องการกลับไปเปลี่ยนความต้องการในไดอะล็อกบ็อกซ์ก่อนหน้า สามารถคลิกที่ปุ่ม **Back** ได้เสมอ

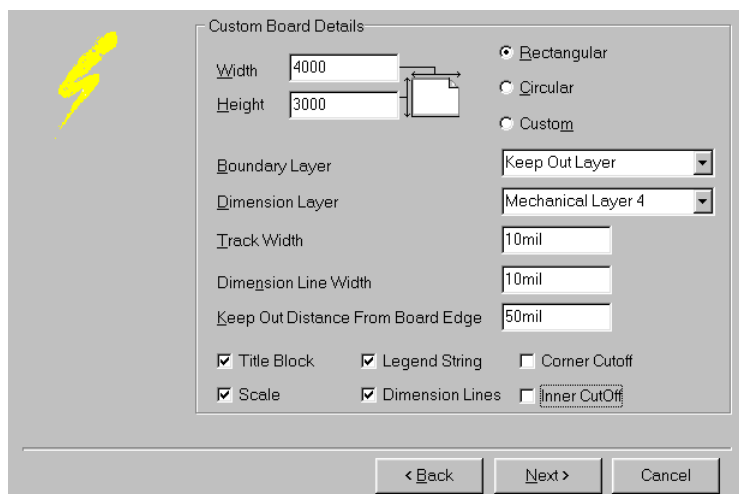


รูปที่ 8—4 เริ่มต้น PCB Wizard



รูปที่ 8—5 เลือกชนิดของ PCB ที่ต้องการสร้าง ในกรณีตัวอย่างเลือก Custom

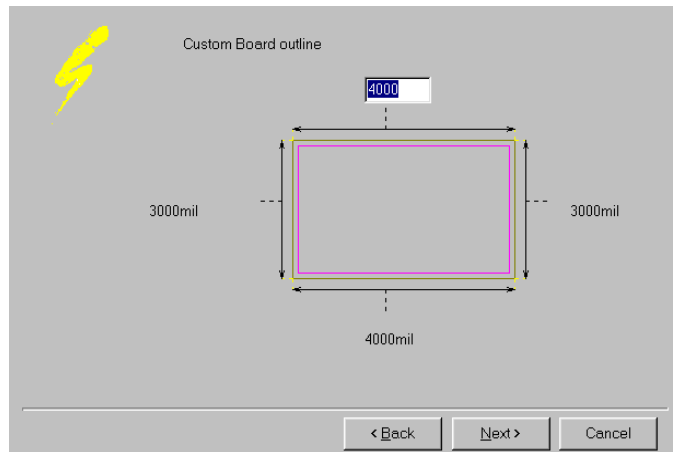
รูปที่ 8—5 แสดงชนิดรูปร่างบอร์ดที่เลือกได้ ถ้าออกแบบ PCB ที่มีรูปร่างตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเช่น บอร์ด IBM PC AT, XT, VME เป็นต้น สามารถเลือกชนิดได้โดยตรงไม่ต้องกำหนดขนาดเอง ในกรณีสร้างบอร์ดไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ให้เลือกจาก **Custom Made Board** จากนั้นคลิกที่ **Next** เพื่อเลื่อนไปหน้าต่อไป



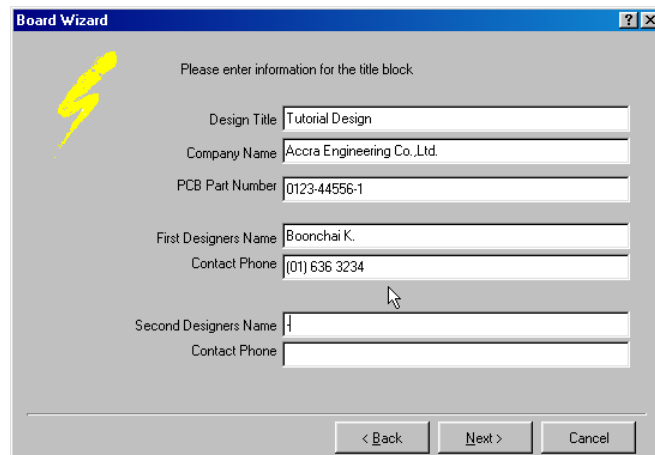
รูปที่ 8—6 กำหนดขนาดคือ 4x3 นิ้ว ส่วนอื่นๆใช้ตามตัวอย่าง

ขั้นต่อไปต้องกำหนดขนาดความกว้างและยาวบอร์ด ดูจากในรูปที่ 8—6 กำหนดความกว้างในช่องชื่อ **Width** และความสูงในช่อง **Height** กำหนดรูปร่างบอร์ดเป็นสี่เหลี่ยม (**Rectangular**) สำหรับ **Boundary Layer** คือเลเยอร์ขอบเขตบอร์ด จะต้องกำหนดใน **Keep Out** เช่นเดียวกับ **Dimension Layer** คือเลเยอร์สำหรับกำหนดขนาดและเอกสารอื่นๆกำหนดใน **Mechanical Layer** ส่วน **Track**

Width, Dimension Width คือความกว้างเส้นแทร็คและเส้นวาดกำหนดขนาดหากไม่มีความต้องการเป็นพิเศษควรใช้ตามที่กำหนดให้ ช่อง **Keep Out Distance From Board Edge** หมายถึงต้องการให้เส้นรอบรูปขอบเขต ห่างเข้ามานับจากรูปร่างบอร์ดเป็นระยะเท่าใด โดยทั่วไปจะกำหนดให้ Keep Out เล็กกว่าขนาดบอร์ดเล็กน้อย เพื่อแน่ใจว่าไม่มีอุปกรณ์และแทร็คเดินเข้าใกล้ขอบบอร์ดมากเกินไป **Conner Cutout** หมายถึงให้เว้นมุมไม่สร้างขอบบอร์ด กรณีบอร์ดตัวอย่างไม่ต้องเลือก **Inner Cutout** สำหรับตัดบางส่วนในบอร์ดออกไป กรณีบอร์ดตัวอย่างไม่ต้องเลือก ช่อง **Title Block** คือวาดกรอบใส่คำอธิบายบอร์ด **Scale** คือใส่บรรทัดบอกสัดส่วน **Legend String** ให้อธิบายสัญลักษณ์บนบอร์ด **Dimension Line** หมายถึงเส้นบอกขนาด

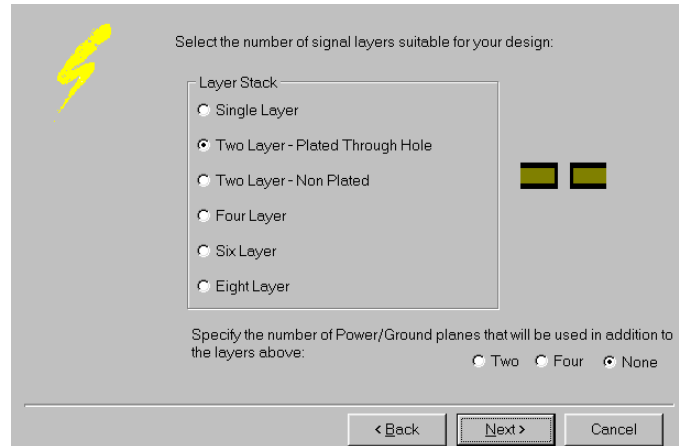


รูปที่ 8-7 หากต้องการแก้ไขค่าใดๆ เลื่อนเมาส์ไปเหนือช่องนั้นๆ จะใส่ค่าได้ทันที



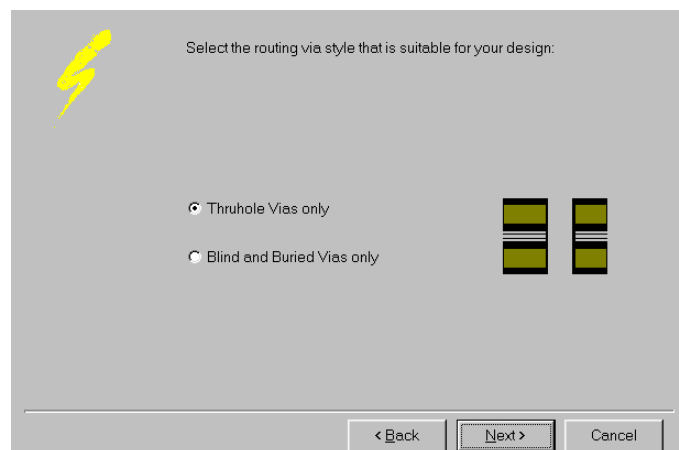
รูปที่ 8-8 กำหนดข้อความสำหรับแสดงในกรอบข้อมูลบนบอร์ด

รายละเอียดที่ใส่เข้าไปตามรูปที่ 8—8 จะปรากฏในกรอบอธิบายบนชั้นงาน PCB ข้อมูลที่ใส่จะประกอบด้วยชื่อบอร์ด, ชื่อบริษัท, Part Number ชั้นงานเป็นต้น



รูปที่ 8—9 เลือกจำนวนเลเยอร์ และชนิดของการข้ามหน้า (Through Hole)

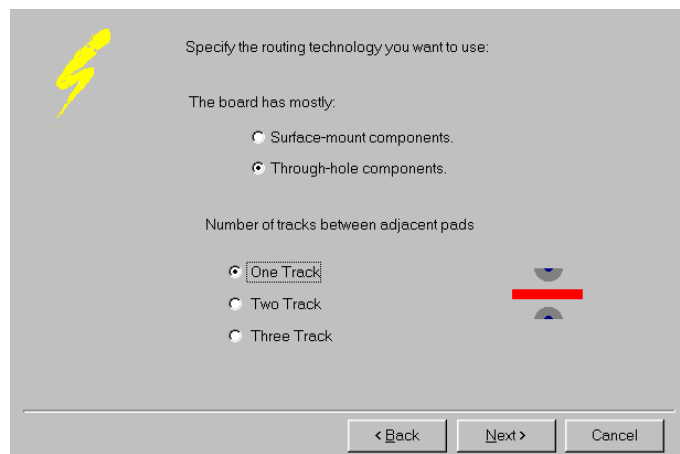
รูปที่ 8—9 แสดงทางเลือกของจำนวนเลเยอร์และชนิดของรูเจาะของอุปกรณ์ กำหนดได้เริ่มตั้งแต่ **Single Layer**—หน้าเดียว จนถึง **Eight Layer**—8 เลเยอร์ สำหรับกรณี **Two Layer** จะเลือกได้สองทางคือ **Plated Through Hole** และ **Non Plated** หมายถึงต้องการให้รูเจาะซึ่งเชื่อมระหว่างด้าน Top และ Bottom มีการเคลือบโลหะเพื่อให้นำไฟฟ้าไปถึงกันหรือไม่ ในกรณีมากกว่า 2 เลเยอร์เลือกกำหนดจำนวนระนาบทองแดง(Plane) เพื่อทำเป็น Power หรือ GND



รูปที่ 8—10 กำหนดชนิดของ Via

จำนวนเลเยอร์ในไดอะล็อกบ็อกซ์นี้ไม่ได้หมายความว่าโปรเทลออกแบบชิ้นงานได้เพียง 8 เลเยอร์ แต่ Wizard ออกแบบสำหรับการใช้งานที่เรียกใช้บ่อย ดังนั้นจึงกำหนดไว้สูงสุดเพียง 8 หากต้องการกำหนดมากกว่า จำเป็นต้องเพิ่มจาก Layer Stack Manager เสริม

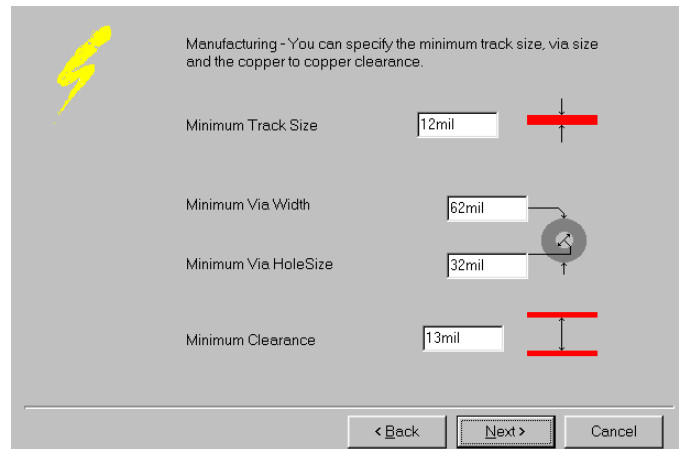
รูปที่ 8—10 **Through Via** หมายถึงรูเจาะข้ามหน้าจากด้านบน(Top) มาด้านล่าง(Bottom) **Blind Via** หมายถึงรูเจาะข้ามหน้ามาจกด้านบนหรือล่างแต่ไม่ทะลุอีกด้านหนึ่ง จะไปจบที่เลเยอร์ภายในเท่านั้น สำหรับ **Buried Via** หมายถึงเวียซึ่งเชื่อมระหว่างเลเยอร์ภายใน ไม่สามารถมองเห็นจากด้านบนหรือล่าง



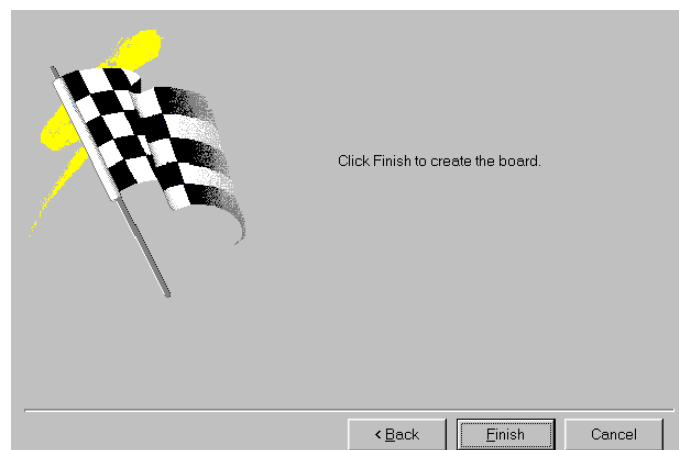
รูปที่ 8—11 กำหนดชนิดของอุปกรณ์และจำนวนเส้นระหว่างขาอุปกรณ์

รูปที่ 8—11 กำหนดชนิดของอุปกรณ์ส่วนใหญ่เป็น **SMD-อุปกรณ์ยึดที่ผิว PCB** หรือ **Through Hole-อุปกรณ์ซึ่งมีขาทะลุบอร์ด** ทั่วไปและเลือกขนาดแทร์ค เพื่อให้ลอดผ่านระหว่างขา IC จำนวนเท่าใดต่อช่องลอด

รูปที่ 8—12 **Minimum Track Size** กำหนดขนาดเส้นที่เล็กที่สุด โดยทั่วไปโปรเทลกำหนดให้โดยนำข้อมูลจากรูปที่ 8—11 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเส้นระหว่างขาของ IC **Minimum Via Width** กำหนดขนาดเวีย **Minimum Via Hole Size** ขนาดรูเจาะของเวียที่เล็กที่สุด **Minimum Clearance** ระยะห่างระหว่างเส้นน้อยที่สุด



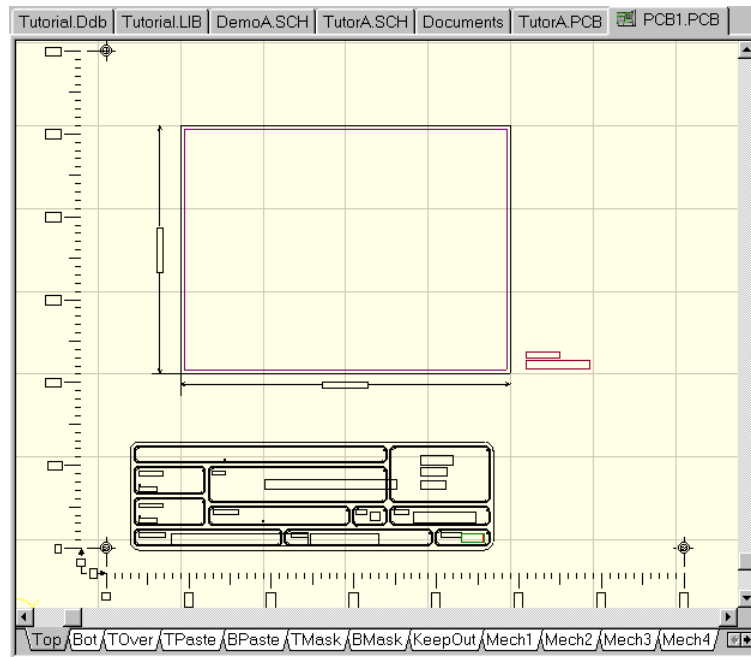
รูปที่ 8—12 กำหนดขนาด pad, via , ระยะห่าง, รูเจาะของ pad, via



รูปที่ 8—13 เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ

เมื่อเสร็จขั้นตอนทุกอย่างคลิกที่ปุ่ม **Finish**

รูปที่ 8—14 แสดงบอร์ดที่ได้จาก Wizard ชื่อของบอร์ดโปรเทลจะตั้งให้เป็น **PCB1** (หรือ PCB2 หากเคยสร้าง PCB1 มาแล้ว) จะเห็นว่านอกจากรูปร่างบอร์ดแล้ว โปรเทลจะสร้างเครื่องหมายกำหนดขนาด(Dimension) และ Title Block สำหรับกำหนดชื่อ, และรายละเอียดของชิ้นงานในกรอบด้านล่างของบอร์ด



รูปที่ 8—14 บอร์ดที่ได้จาก Wizard

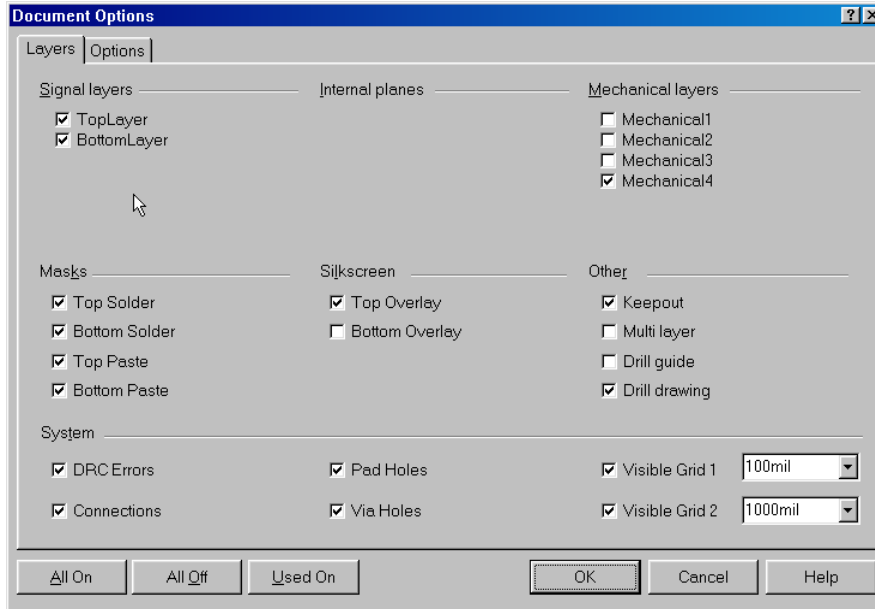
หากต้องการเปลี่ยนชื่อต้อง**ปิดเอกสาร PCB1 ก่อน** วิธีปิดเอกสาร PCB1 ไปที่แถบของ PCB1 คลิกเมาส์ปุ่มขวาเลือกคำสั่ง **Close** การเปลี่ยนชื่อต้องทำที่ไฟล์เดอร์ *Document* โดยใช้คำสั่ง **Edit>>Rename [E,M]** หรือใช้วิธีคลิกที่ไอคอนของ PCB1 แล้วใช้คำสั่ง **Edit>>Rename [E,M]** เปลี่ยนชื่อเป็น **TutorA.PCB**

กำหนดทางเลือกของเอกสาร (Document Option)

เลเยอร์คือชั้นสำหรับใส่วัตถุ เลเยอร์ Top สำหรับวางเส้นทองแดงเดินหน้าบน(Component Side-หรือหน้าอุปกรณ์) และเลเยอร์ Bottom สำหรับเดินเส้นทองแดงในหน้าล่าง (Bottom Side - หน้าบัดกรี) การแบ่งเป็นชั้นช่วยแยกแยะวัตถุได้สะดวก เลือกเปิด-ปิดเพียงเลเยอร์ที่ต้องการ พอจะเปรียบเทียบระหว่างเลเยอร์ของ PCB จริงๆกับเลเยอร์ระหว่างออกแบบได้ แต่ทั้งนี้จำนวนเลเยอร์ในซอฟต์แวร์จะมีจำนวนน้อยกว่า เมื่อต้องการสร้างฟิล์ม Artwork จะต้องนำเลเยอร์หรือชั้นย่อยๆมาผสมกัน

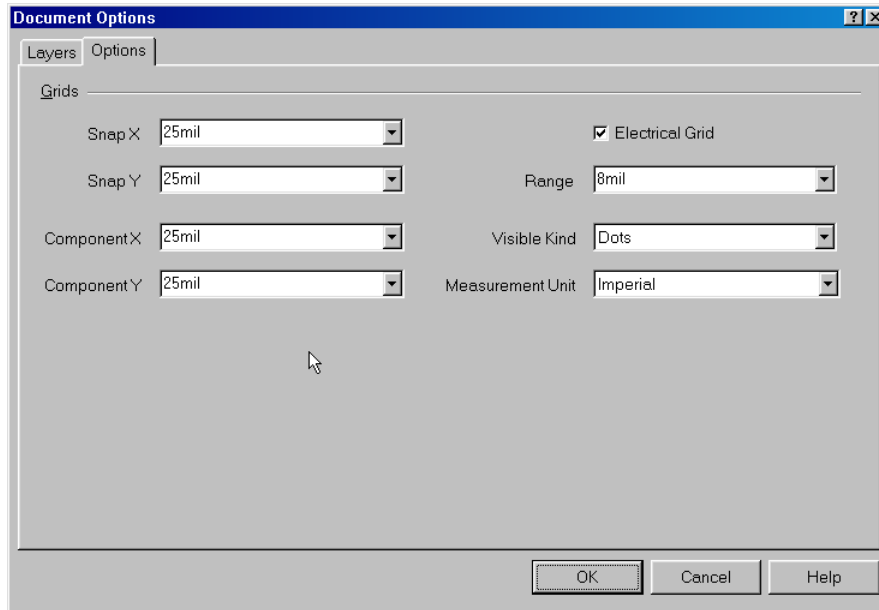
คำสั่ง **Document>>Option [D,O]** ใช้กำหนดทางเลือกของเอกสาร ทางเลือกเอกสารนี้มีผลเฉพาะชั้นงานที่กำลังใช้งานอยู่ และจะบันทึกไปพร้อมกับ Design Database ภายในมี 2 ทางย่อยคือ กำหนดเลเยอร์และกริด ในช่อง **Signal Layer** หมายถึงเลเยอร์ที่มีผลทางไฟฟ้าจะสอดคล้องกับจำนวนชั้นซึ่งชั้นงานใช้อยู่ ตามรูปที่ 8—15 จะเห็นชื่อ Top และ Bottom และมีเครื่องหมายถูกปรากฏอยู่ หมายความว่าสั่งให้ทั้งสองเลเยอร์แสดงบนพื้นที่ออกแบบ ส่วนเลเยอร์อื่นๆหากไม่กำหนดมาก่อนจาก

Design>>Layer Stack Manager จะไม่ปรากฏในช่อง เช่นในตัวอย่างไม่มีกำหนด Plane ดังนั้นช่อง *Internal Planes* จะไม่มีชื่อระนาบใดๆ



รูปที่ 8—15 ภายใต้คำสั่ง Design>>Option>>Layer จะเห็นชื่อเลเยอร์ต่างๆและสภาวะ

ช่อง *Mechanical* ใช้สำหรับใส่เครื่องหมายและสัญลักษณ์เพื่อกำหนดขนาด และรายละเอียดของชิ้นงานที่ออกแบบ เช่น Title Block, Dimension เป็นต้น โดยทั่วไปใช้เพียง Mechanical 4 เท่านั้น *Drill Layer* ใช้สำหรับกำหนด Drill Guide—แนวสำหรับเจาะรูของขาอุปกรณ์ด้วยมือ ช่วยเล็งตำแหน่งศูนย์กลางได้ง่ายขึ้น *Drill Drawing*—คือสัญลักษณ์ระบุขนาดรูเจาะต่างๆ *Solder Mask*—ใช้สำหรับสร้างหน้ากากของแพ็ดด้านบนหรือล่าง เพื่อไม่ต้องเคลือบสารที่ผิวของแผ่นวงจรพิมพ์(โดยทั่วไปมักเป็นสีเขียว) *Paste Mask*—สำหรับสร้างหน้ากากของเครื่องทากาวตะกั่ว ใช้ในกรณีออกแบบอุปกรณ์ SMD(Surface Mount Device) *Silkscreen*—สำหรับกำหนดรูปร่างอุปกรณ์ในชั้นบนหรือล่าง และสร้างข้อความอื่นๆบนพิมพ์ขาวของบอร์ด ช่อง *System* หมายถึงวัตถุที่ไม่ขึ้นกับเลเยอร์เช่น Keep Out ซึ่งใช้สร้างบอร์ด จะสร้างเพียงครั้งเดียวแต่ปรากฏในทุกๆเลเยอร์ ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้วัตถุอื่นๆออกนอกขอบเขต ไม่ว่าจะในเลเยอร์ใดก็ตาม

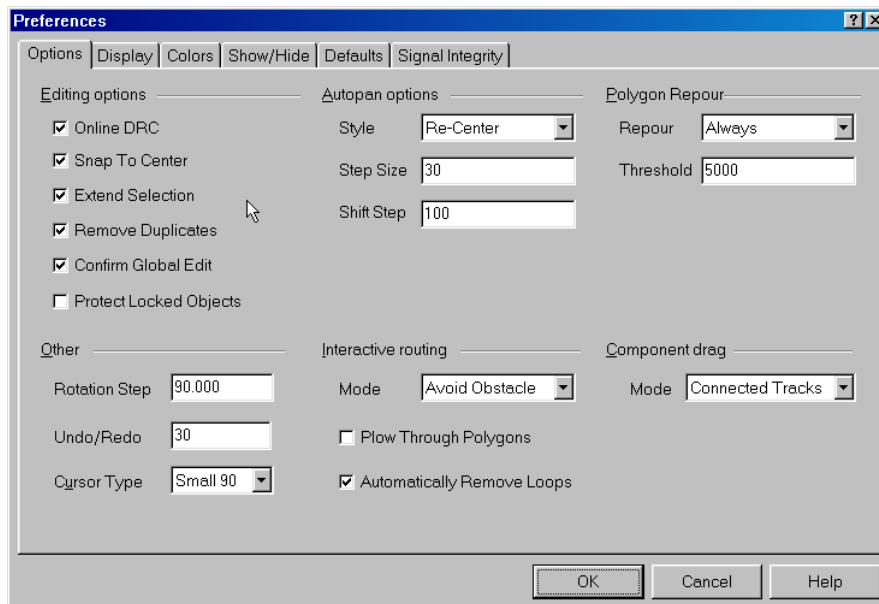


รูปที่ 8—16 ในแถบกริดแสดงค่าที่กำหนดและใช้อยู่

สำหรับในแถบ *Option* แสดงค่า *Snap Grid*—หมายถึงหน่วยของระยะที่เล็กที่สุด สม่่าเสมอทั้งแนวตั้งและแนวนอน ที่สามารถวางวัตถุได้ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ *Snap Grid* ระหว่างวางอุปกรณ์เป็นจำนวนเท่าของ *Routing Grid* เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเดินเส้นนอกกริด *Visible Grid*—หมายถึงขนาดกริดที่มองเห็นบนจอภาพ มี 2 ค่า เพื่อให้มองเห็นได้ที่ระดับการขยายภาพที่ต่างกัน *Visible Kind*—หมายถึงให้แสดงกริดเป็นเส้น (Line) หรือจุด (Dot) *Electrical Grid*—หมายถึงระยะห่างระหว่างวัตถุที่มีผลทางไฟฟ้า (เช่น Track, Pad, Via เป็นต้น) เมื่อเข้ามาใกล้ในระยะกริดนี้จะวิ่งเข้าหา(Snap) กัน เหมาะสำหรับเดินเส้นจากแพ็ดของ SMD ซึ่งมีขนาดละเอียดและไม่อยู่บนกริดทั่วไป

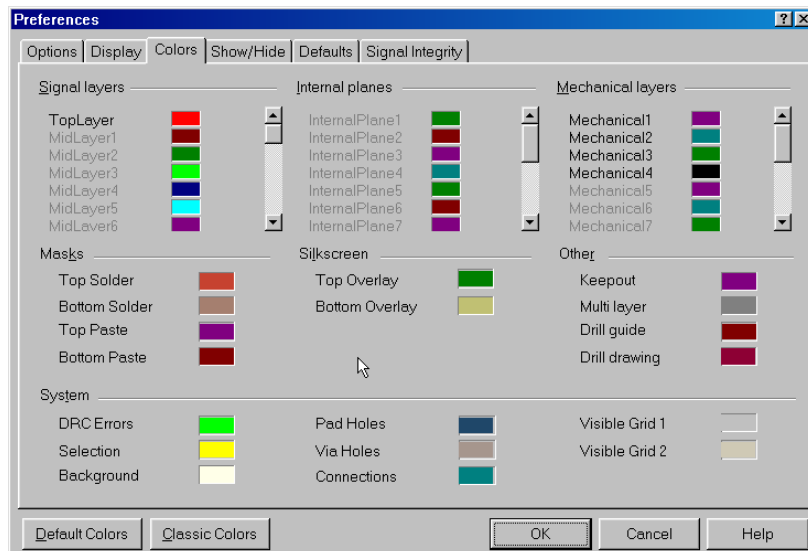
กำหนดความชอบ (Preference)

Preference หรือความชอบ ใช้สำหรับกำหนดพารามิเตอร์ของโปรเทลซึ่งมีผลทั้งหมดกับทุกชิ้นงาน ใช้กำหนดการแก้ไข, การแสดงผล, การตรวจสอบความผิดพลาด DRC(Design Rule Check) และกำหนดสีของแต่ละเลเยอร์ เมื่อต้องการกำหนดความชอบเรียกคำสั่ง **Tools>>Preference [T,P]**



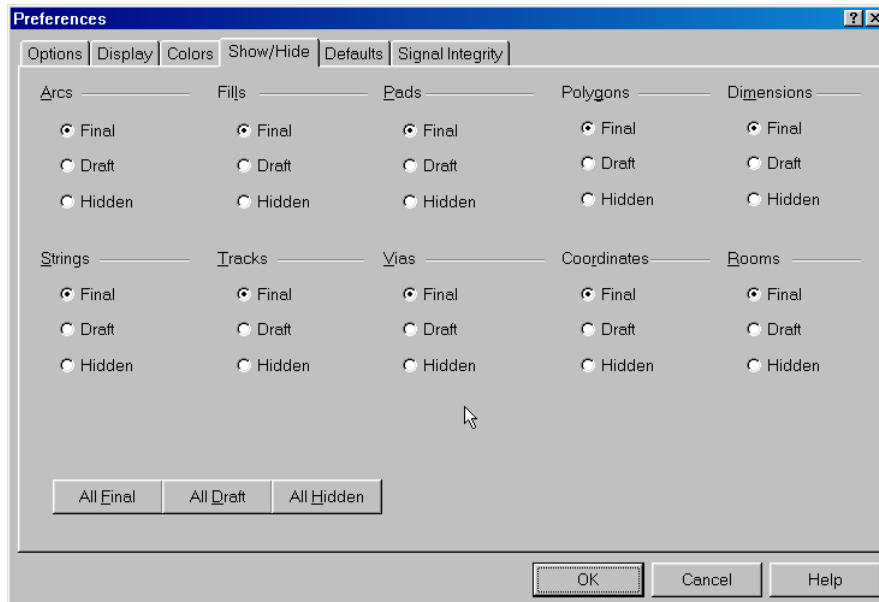
รูปที่ 8—17 ทางเลือกต่างๆสำหรับแก้ไขวัตถุดิบ PCB

ช่อง *Editing Option* ใช้กำหนดพฤติกรรมระหว่างแก้ไข, การหมุน, การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ การใช้งานจะแทรกระหว่างคำสั่งต่างๆในหัวข้อต่อไป ช่อง *Auto Pan* กำหนดขนาดการเลื่อนหน้าจอเมื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปใกล้ๆขอบหน้าต่าง ความหมายเหล่านี้ได้อธิบายโดยละเอียดในบทที่ 7 สำหรับตัวอย่างขอให้กำหนดค่าให้เหมือนตามรูป



รูปที่ 8—18 กำหนดสีของวัตถุในเลเยอร์ต่างๆ

แถบ *Color* กำหนดสีของวัตถุในเลเยอร์ต่างๆ เมื่อต้องการเปลี่ยนสีใด ให้คลิกในช่องนั้นๆ จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์ของสีปรากฏขึ้น เลือกสีตามต้องการ



รูปที่ 8—19 กำหนดให้แสดงหรือซ่อน

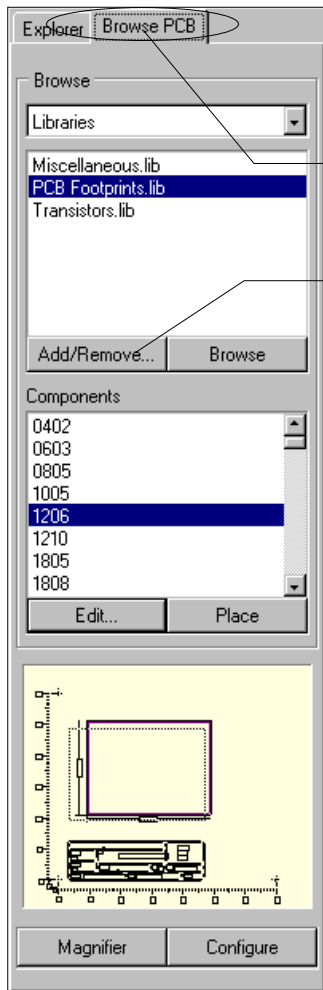
ในแถบ *Show/Hide* ใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลของชิ้นส่วนพื้นฐาน(Primitive) เช่นแทรีค (เส้นทองแดงเชื่อมระหว่างขา) จะให้แสดงผลเป็น Final—รูปร่างจริง, Draft—รูปร่างภายนอกไม่ใส่สีเติมทั้งเส้น, Hidden—ไม่แสดงไม่ว่าจะอยู่ในเลเยอร์ใด เป็นต้น

ไลบรารีของ Footprint

Footprint เป็นรูปร่างกราฟิกของอุปกรณ์ซึ่งปรากฏระหว่างออกแบบ PCB ใช้เป็นตัวแทนสำหรับตำแหน่ง, การเชื่อมต่ออุปกรณ์ รูปร่างฟุตพริ้นท์ที่มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือด้านกว้างและยาวไม่มีความสูง โดยทั่วไปฟุตพริ้นท์ ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ Silkscreen—วาดเหมือนรูปร่างและขนาดเท่าจริง มักเป็นรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมหรือวงกลมและ Pad-จุดสำหรับวางขาอุปกรณ์และเดินเส้นทองแดงเข้าไปเชื่อม

ในไลบรารีของโปรเทลมีฟุตพริ้นท์สร้างไว้เป็นจำนวนมาก และมีชื่อเรียกตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเช่น DIP, SOIC, LCC, QFP เป็นต้น ก่อนเรียกใช้ฟุตพริ้นท์จำเป็นต้องเพิ่มรายชื่อไลบรารีเข้ามาในระบบ วิธีเพิ่มต้องให้ PCB เปิดอยู่เลือกที่แถบ *Browse PCB* นั้นในช่อง *Browse* เลือก *Library* คลิกที่ปุ่ม **Add/Remove** จะเห็นรูปที่ 8—20 ปรากฏขึ้น จะเห็นว่าเหมือนการเพิ่มไลบรารีเมื่อสร้างวงจรเพียงแต่เปลี่ยนไดเรกทอรีเป็นของ PCB

ให้เพิ่มไลบรารีโดยคลิกที่ชื่อ **Miscellaneous LIB, PCB Footprint LIB, Transistor LIB** ครั้งละชื่อแล้วคลิกที่ปุ่ม **ADD** เมื่อครบแล้วคลิกที่ปุ่ม **OK**

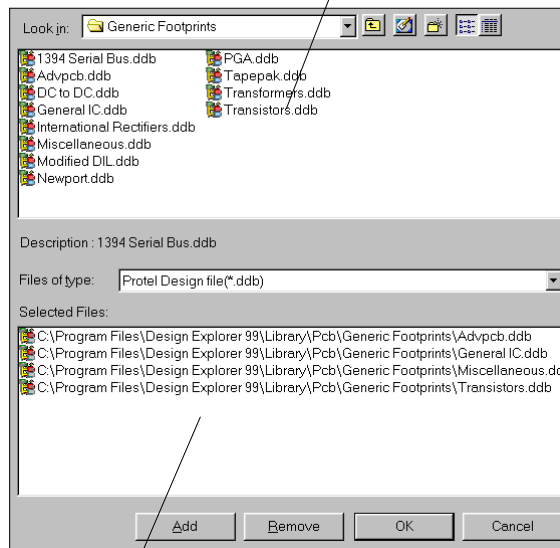


1.คลิกที่นี้ก่อน

2.คลิก Add เพื่อเพิ่ม Library เข้ามาในระบบ

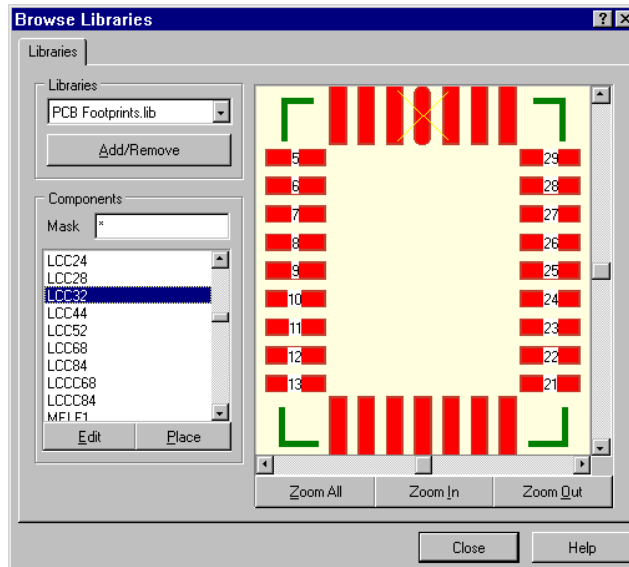
เมื่อนำไลบรารีเข้ามาในระบบแล้ว หากต้องการดูรายละเอียดภายในไลบรารีมี Footprint รูปร่างใดบ้าง ให้คลิกที่ปุ่ม **Browse** ใน Design Manager คลิกในช่อง **Component** เพื่อให้แสดงฟุทพรีนธ์ของอุปกรณ์นั้นๆ

3. เลือกไลบรารีที่ต้องการ



รูปที่ 8—20 เมื่อต้องการเพิ่มชื่อไลบรารีเข้ามาในระบบ

4. รายชื่อที่เพิ่มเข้ามาแล้ว



รูปที่ 8—21 ภายในไลบรารีมี Footprint รูปปร่างใดบ้าง เรียกมาดูได้

นำไลบรารีจากภายนอกเข้ามาในชิ้นงาน (Import Library)

เนื่องจากในโปรเทลเก็บไฟล์ทุกอย่างในโครงการไว้ในไฟล์เดียวคือ Design Database ดังนั้นหากต้องการนำไลบรารีจากภายนอกเข้ามาใช้งานจะต้องใช้วิธี Import ไฟล์ภายนอกเข้ามาใน Design Database มารวมกับชิ้นงานปัจจุบันก่อน จึงจะใช้งานได้

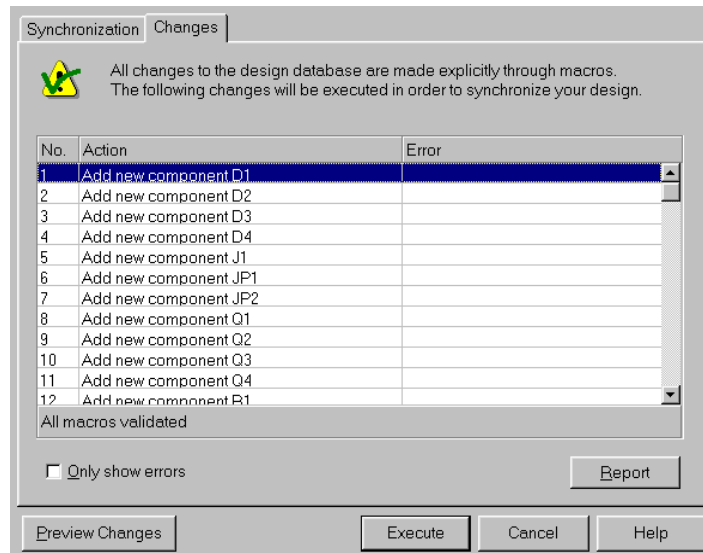
ในแผ่น CD ของไฟล์ตัวอย่างได้ให้ไลบรารีสำหรับชิ้นงานตัวอย่างคือ Tutorial.LIB ซึ่งเราจะนำเข้าไปรวมใน Design Database ให้คลิกที่โฟลเดอร์ชื่อ Document ใน Design Manager ให้โฟลเดอร์นี้อยู่ในภาวะปัจจุบัน เพื่อให้คำสั่งต่างๆทำกับโฟลเดอร์นี้ จะ Import ไฟล์ชื่อ Tutorial.LIB เข้ามา ใช้คำสั่ง **File>>Import** จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์ชื่อไฟล์ปรากฏขึ้น เลื่อนไปเลือกไฟล์ชื่อ Tutorial.LIB จากแผ่น CD จากนั้นคลิกที่ปุ่ม **OK** รอสักครู่หนึ่งจะเห็นไอคอน Tutorial.LIB มาปรากฏในโฟลเดอร์ Document คลิกที่ไอคอนนี้หนึ่งครั้งเพื่อเปิดไลบรารี ภายในมีฟุทพรีนท์สำหรับอุปกรณ์ในวงจรตัวอย่าง

การนำวงจรเข้ามาใน PCB

ขั้นต่อไปจะนำวงจร ซึ่งสร้างในบทก่อนหน้าเข้ามาทำ PCB ก่อนอื่นต้องตรวจสอบสิ่งต่างๆเหล่านี้คือ

1. เปิดเอกสาร TutorA.PCB ซึ่งได้สร้างมาจาก Board Wizard ไว้
2. เปิดเอกสาร TutorA.LIB ซึ่งเป็นไลบรารีของฟุทพรีนท์สำหรับตัวอย่างไว้
3. เปิดเอกสาร TutorA.SCH ซึ่งเป็นวงจรได้สร้างมาก่อนหน้าไว้
4. ตรวจสอบเพิ่มไลบรารีเข้ามาในระบบครบหรือไม่

ระหว่างกระบวนการถ่ายทอดเน็ทลิสต์จากวงจรไปที่ PCB จะมีการเรียกใช้เอกสารเหล่านี้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมไว้ก่อน หากโปรเทลไม่สามารถค้นหาฟุทปรีนท์ที่ระบุในวงจร จากไลบรารีใดๆพบ โปรเทลจะแจ้งความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

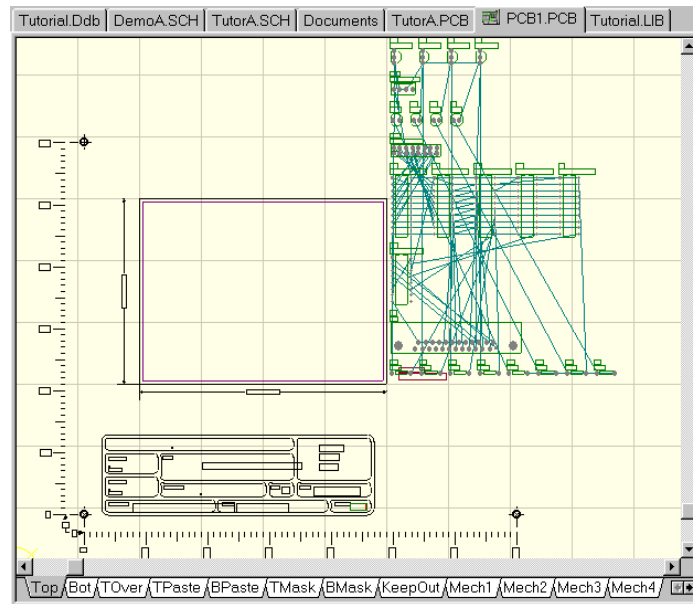


รูปที่ 8—22 เมื่อเรียก Design>>UpDate PCB จะเห็นคำสั่งเพิ่มอุปกรณ์ต่างๆเข้าไปใน PCB

เมื่อทุกอย่างพร้อม เริ่มต้นโดยขณะอยู่ที่ TutorA.SCH เรียกคำสั่ง **Design>>UpDate PCB** รอสักครู่หนึ่งจะเห็นรูปที่ 8—22 ปรากฏขึ้น แต่ละบรรทัดแสดงคำสั่ง(Macro) ซึ่งจะตีความใน PCB เช่นคำสั่ง *Add Component* หมายถึงให้ PCB ไปดึงฟุทปรีนท์มาจากไลบรารีเป็นต้น ในช่อง *ERROR* ต้องไม่มีข้อความใดๆปรากฏ เลื่อนไปดูให้ครบหากมี ต้องค้นหาสาเหตุและแก้ไขก่อนทำขั้นต่อไป

เมื่อแน่ใจความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่คำว่า **Execute** รอสักครู่จะเห็นรูปที่ 8—23 ซึ่งเป็นส่วนใน PCB ปรากฏขึ้น หมายความว่าฟุทปรีนท์ของอุปกรณ์และคอนเนคชั่นต่างๆได้ถูกนำเข้ามาใน PCB เรียบร้อยแล้ว

จากรูปที่ 8—23 จะเห็นรูปภาพเมื่อนำข้อมูลเน็ทลิสต์เข้ามา รูปร่างบอร์ดเหมือนสร้างไว้ แต่ทางด้านขวามือจะเห็นฟุทปรีนท์ของอุปกรณ์ต่างๆปรากฏอยู่อย่างเป็นระเบียบ แต่ละอุปกรณ์จะมีสายเชื่อมโยงเข้าหากัน สายเหล่านี้แทนการเชื่อมต่อ เรียกว่าคอนเนคชั่น เราต้องเปลี่ยนให้เป็นเส้นทองแดงให้หมด



รูปที่ 8—23 เมื่อ Footprint ของอุปกรณ์ต่างๆได้ถูกนำเข้ามาใน PCB เรียบร้อยแล้ว

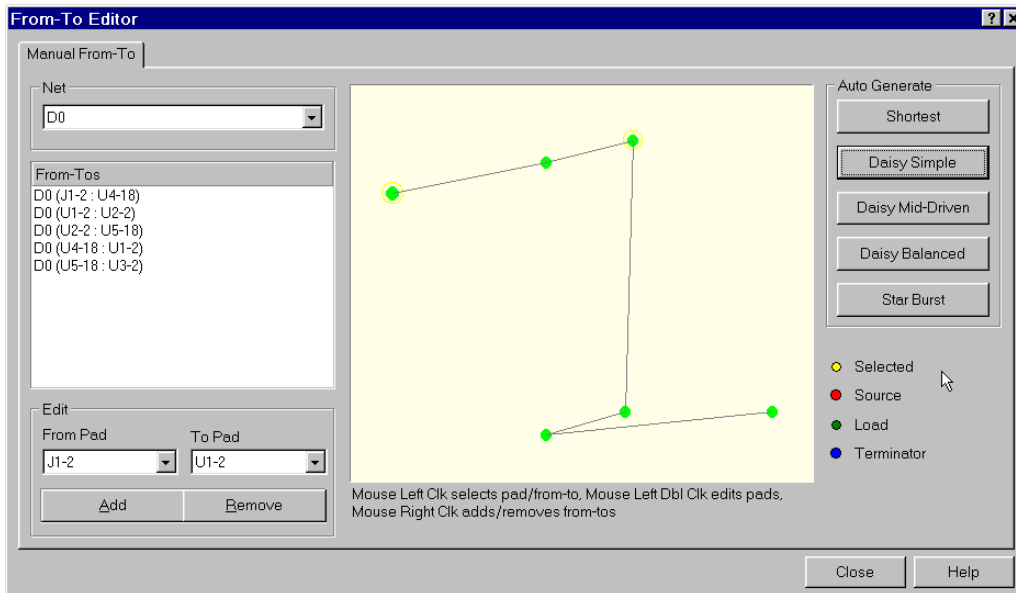
การเชื่อมต่อใน PCB (PCB Connectivity)

PCB Connectivity หมายถึงข้อมูลการเชื่อมต่อระหว่างขา(Pad-แพ็ด)ของอุปกรณ์ เป็นเส้นตรง(ตามรูปที่ 8—23 เห็นเป็นสีเขียวและไขว้ไปมาซ้อนๆกัน) เส้นเหล่านี้มาจากการเชื่อมต่อ(Wire และ Bus) ในสเค็มมาติก การจัดเรียงเส้นอยู่ในรูป From(จากขาใด) To(ไปที่ขาใด) เมื่อรวมแต่ละคอนเนคชั่นจึงนับเป็นเน็ต เมื่อเริ่มต้นสร้างชิ้นงาน รูปแบบของคอนเนคชั่นจะเป็นไปตามกฎการออกแบบ(Design Rules) และเมื่อกำหนด From-To แล้ว Auto Router จะเดินแทร็คตามคอนเนคชั่นที่กำหนดเท่านั้น จะไม่เปลี่ยนจุดต่อระหว่างทำงาน อย่างไรก็ตามการกำหนดรูปแบบ คอนเนคชั่นใน *Routing Topology* ของกฎการออกแบบเป็นกฎกว้างๆ ไม่สามารถบังคับให้ละเอียดลงไปถึงระหว่างจุดไปยังจุด (ในลำดับการบังคับของกฎการออกแบบ From-To จะมีความสำคัญสูงกว่า Board) ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วย From-To Editor

กำหนดรูปแบบคอนเนคชั่นโดยใช้ From-Tos editor

เมื่อต้องการกำหนดรูปแบบคอนเนคชั่นระหว่างอยู่ใน PCB Editor ให้เรียกคำสั่ง **Design>>From-To Editor** จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์ดังในรูปที่ 8—24 ปรากฏขึ้น ในช่อง *Net* แสดงรายชื่อเน็ตทั้งหมดที่มีในชิ้นงาน ในช่อง *From-To* แสดงชื่อจุดเชื่อมจากจุดเริ่มต้น(From Pad) ไปยังจุดสิ้นสุด(To Pad) จำนวนรายชื่อที่ปรากฏขึ้นอยู่กับจำนวนคอนเนคชั่นที่มีในเน็ตเช่นในตัวอย่างเน็ต D0 มีจำนวน 5 คอนเนคชั่นเป็นต้น ในช่อง *Edit* ใช้สำหรับเปลี่ยนคู่ของ From-To การเปลี่ยนนี้จะเปลี่ยนได้ระหว่างจุดที่เป็นสมาชิกของเน็ตเท่านั้น ในรูปกลางจะแสดงการโยงของจุดเชื่อมต่อให้เห็นแนวการเดินทาง สัญลักษณ์ของสีที่แพ็ด

แสดงที่มุมล่างด้านขวา สำหรับในช่อง *Auto Generate* ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบชนิดอัตโนมัติให้แก่เน็ตที่เลือกไว้

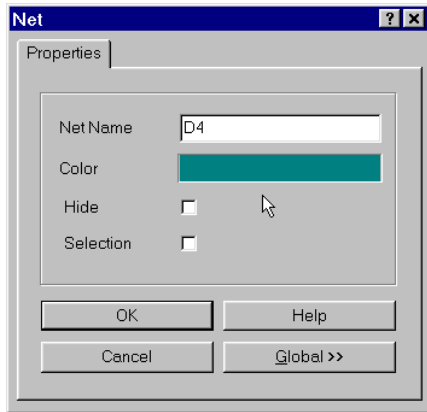


รูปที่ 8—24 From-To-Editor

การสั่งให้แสดง/ซ่อนคอนเนคชั่น

คอนเนคชั่นใน PCB เป็นเส้นสำหรับชี้แนวทางการเดินแทร็คเพื่อเชื่อมต่อระหว่างจุดต่างๆเข้าหากันครบสมบูรณ์ตามวงจรไฟฟ้า เมื่อเริ่มนำชิ้นงานเข้ามาใน PCB จะเห็นคอนเนคชั่นแสดงอยู่เสมอ เส้นเหล่านี้จะหายไปเมื่อได้เปลี่ยนเป็นเส้นทองแดง อย่างไรก็ตามก่อนจะเดินเส้นเราสามารถซ่อนคอนเนคชั่นด้วยคำสั่งดังนี้

- **View>>Connection>>Show หรือ Hide Net** หมายถึงสั่งให้แสดงหรือ ซ่อนเฉพาะเน็ตเมื่อเรียกคำสั่ง โปรแกรมจะรอให้เลือกเน็ตโดยเลื่อนไปคลิกจุดที่ต้องการ กดคีย์ **ESC** หรือเมาส์ปุ่มขวาเพื่อยกเลิกภาวะคำสั่ง
- **View>>Connection>>Show หรือ Hide Component Net** หมายถึงสั่งให้แสดงหรือซ่อนเฉพาะเน็ตที่ต่อกับอุปกรณ์ เมื่อเรียกคำสั่งแล้วโปรแกรมจะรอให้เลือกอุปกรณ์ เลื่อนไปคลิกตัวที่ต้องการ กดคีย์ **ESC** หรือเมาส์ปุ่มขวาเพื่อยกเลิกภาวะคำสั่ง
- **View>>Connection>>Show หรือ Hide All** หมายถึงสั่งให้แสดงหรือซ่อนทั้งหมดอย่างไม่มีเงื่อนไข



รูปที่ 8—25 การแก้ไขคุณสมบัติของ Net

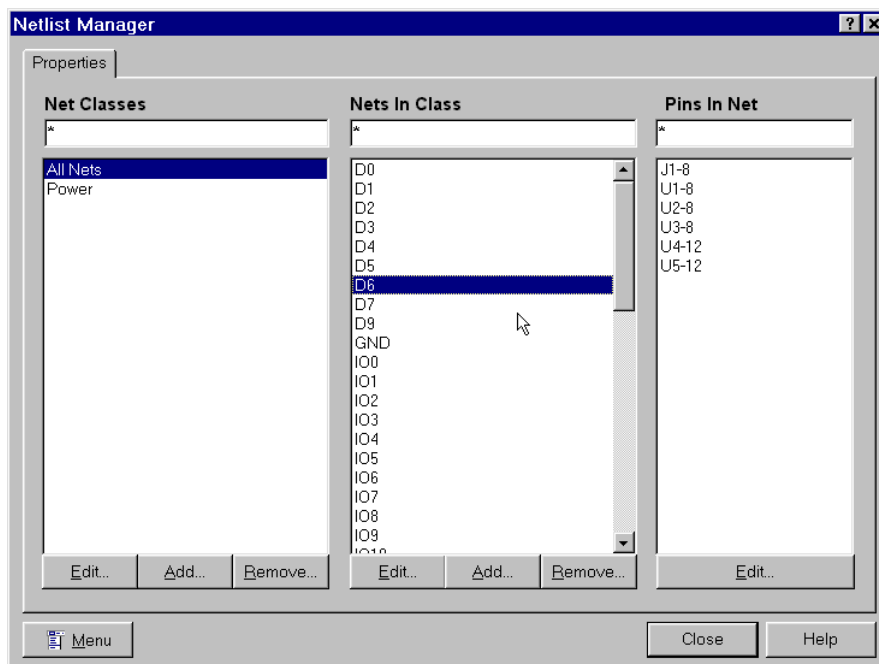
การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเน็ต

แต่ละเน็ตในชั้นงานจะมีคุณสมบัติ(Properties) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้คือ Net Name—ชื่อเน็ต, Color—สีและ Hide—การซ่อน เมื่อต้องการเปลี่ยนให้คลิกที่แถบ *Browse PCB* ใน Design Manager จากนั้นเลือก Net Name ที่ต้องการแก้ไข คลิกที่ปุ่ม **Edit** จะเห็นรูปที่ 8—25 ปรากฏขึ้น คลิกที่ช่องที่ต้องการแก้ไขแล้วคลิก **OK**

การจัดการเน็ตลิสต์

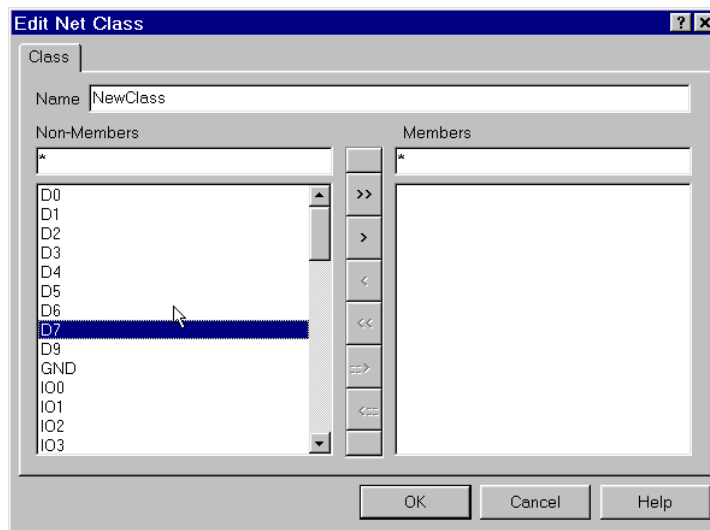
เมื่อต้องการจัดการเน็ตลิสต์ที่มีอยู่ในชั้นงาน เรียกใช้คำสั่ง **Design>>Netlist Manager** จะเห็นรูปที่ 8—

26 ปรากฏขึ้นมี 3 ช่องใหญ่ๆปรากฏขึ้นคือ *Net Class*—ชื่อกลุ่มของเน็ต, *Net In Class*—รายชื่อเน็ตในคลาสและ *Pin In Net*—แสดงรายชื่อขาในเน็ต เริ่มต้นเลือก *Net Class* หากไม่ได้กำหนด *Net Class* ไว้จะมีเพียง *All Net* เลื่อนมาคลิกที่ช่อง *Net In Class* จะเห็น *Pin In Net* แสดงรายละเอียดจุดต่อต่างๆในเน็ต

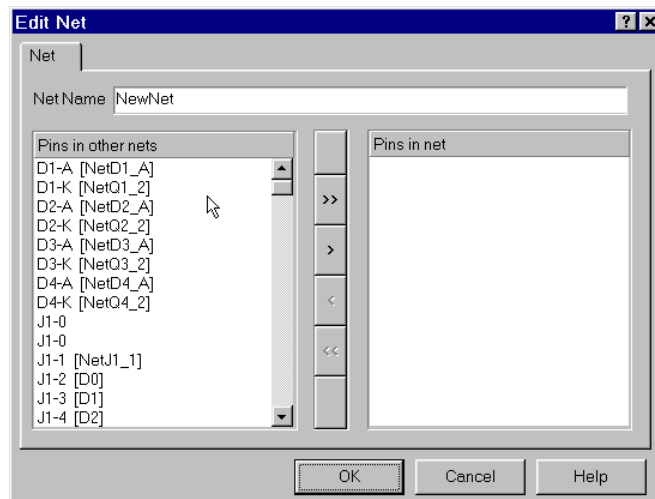


รูปที่ 8—26 แสดง Netlist Manager

เมื่อต้องการเพิ่ม *Net Class* ใหม่ คลิกที่ปุ่ม **Add** ในช่อง *Net Class* จะเห็นรูปที่ 8—27 ปรากฏขึ้น ในช่อง *Name* สำหรับกำหนดชื่อ *Net Class* ที่ต้องการ จะเห็นว่า มีแถบใหญ่ๆ 2 แถบ ด้านซ้ายเป็นชื่อเน็ตที่ไม่ใช่สมาชิก (Non-member) ด้านขวาคือชื่อเน็ตที่เป็นสมาชิกแล้ว (Member) เริ่มต้นให้กำหนดชื่อ Class ก่อน จากนั้นเลือกเน็ตที่ต้องการเข้ามาใน Class โดยเริ่มคลิกที่ชื่อใน Non-member คลิกที่เครื่องหมาย “>” จะเห็นชื่อเปลี่ยนเข้ามาในช่อง Member ทั้งนี้ สำหรับ “>>” หมายถึงนำทุก non-member เข้ามาทั้งหมด เมื่อกำหนดเรียบร้อยแล้วคลิกที่ OK



รูปที่ 8—27 การเพิ่มหรือแก้ไข Net Class



รูปที่ 8—28 การเพิ่มหรือแก้ไข Net

คู่มือ Protel99

เช่นเดียวกันเมื่อต้องการเพิ่มหรือแก้ไข *Net In Class* ทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม **Add/Edit** บนช่อง *Net In Class* ดังเช่นรูปที่ 8—28 ในช่อง *Net Name* คือชื่อเน็ตที่ต้องการ สำหรับในช่อง *Pins in other nets* หมายถึงรายชื่อขาที่สามารถนำเข้ามาเพิ่มเป็นเน็ตที่ต้องการ เมื่อเลือกแล้วคลิกที่ “>” หรือ “>>” เพื่อนำเข้ามาเฉพาะขาที่เลือก หรือ นำเข้ามาทั้งหมด เมื่อกำหนดขาทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ OK

สำหรับการแก้ไขคุณสมบัติของ Pin In Net คือการแก้ไขคุณสมบัติของ Pad นั้นเอง วิธีการเหมือนการแก้ไข Pad

สรุป

ในบทนี้เราได้เรียนรู้วิธีการสร้างบอร์ดตัวอย่างโดยเริ่มต้นสร้างรูปร่าง PCB ทั้งด้วยวิธีธรรมดา และใช้ PCB Wizard ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้ใช้งานได้อย่างสะดวก จากนั้นเป็นการกำหนดคุณสมบัติต่างๆของบอร์ดที่สร้างขึ้นเช่น Layer Stack, การกำหนด Documentation เป็นต้น จากนั้นจึงเริ่มต้นกำหนด Library สำหรับ Footprint เพื่อนำ Netlist จาก Schematic เข้ามารวม เครื่องมือสำหรับนำ Netlist คือ Design Synchronization ผ่านคำสั่ง Design>>Update ซึ่งจะทำให้ความถูกต้องระหว่าง Schematic และ PCB มีข้อมูลตรงกันอยู่ตลอดเวลา คำสั่งนี้ใช้ได้ตลอดเวลา ไม่ใช่เฉพาะเมื่อเริ่มต้นสร้างบอร์ดในครั้งแรกเท่านั้น จากนั้นได้เรียนรู้คำสั่งสำหรับจัดการกับ Connection และ Netlist