

6

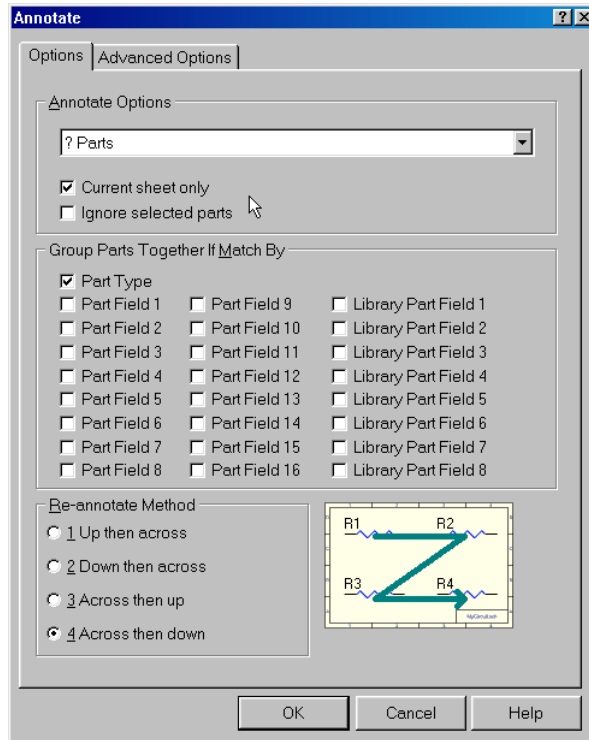
ดำเนินงานวงจร

ในบทนี้ท่านจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ

- กำหนดชื่ออ้างอิง (Annotate Reference Designator)
- การตรวจสอบความถูกต้องทางไฟฟ้า (Electrical Rules Check)
- การค้นหาตำแหน่งผิดพลาด
- สร้างรายงานต่างๆ
- การสั่งพิมพ์วงจร
- การสร้าง Netlist
- การเตรียมวงจรสำหรับออกแบบ PCB

กำหนดชื่ออ้างอิง (Annotate Reference Designator)

เมื่อจบขั้นตอนการใส่สัญลักษณ์อุปกรณ์ สังเกตได้ว่าชื่ออ้างอิง(Reference Designator) ยังคงเป็น U? หรือ J? ชื่ออ้างอิงนี้มีความสำคัญมาก เพราะจะใช้เรียกอุปกรณ์ต่างๆ แต่ละอุปกรณ์จะไม่มีชื่อซ้ำกัน ถึงแม้จะเป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน โปรเทลจะใช้ชื่ออ้างอิงสำหรับสร้าง Netlist และใช้อ้างอิงอุปกรณ์ตัวเดียวกันระหว่างวงจรและลายวงจรพิมพ์ วิธีการเรียกคำสั่ง **Tools>>Annotate** จะเห็นรูปที่ 6—1 ปรากฏขึ้น แต่ละช่องมีความหมายดังนี้



รูปที่ 6—1 เลือกปรับ Reference Designator อัตโนมัติ

Annotate Option

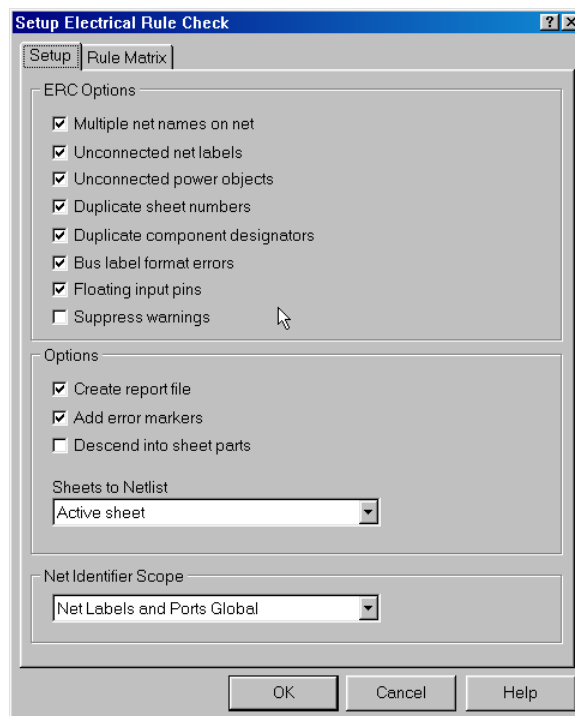
- ? Parts ให้ซอฟต์แวร์กำหนดค่าอ้างอิงสำหรับอุปกรณ์ ซึ่งเดิมมีเครื่องหมาย “?” ปรากฏอยู่เท่านั้น
- Reset Designator ให้เปลี่ยน Reference Designator กลับเป็นค่าตั้งต้น “?”
- Update Sheet number only ให้ปรับปรุงเฉพาะหมายเลขชีต (เลขหน้าวงจร) เท่านั้น
- Current sheet only เลือกจะตั้งค่าแก่ชีต (หน้าวงจร) ปัจจุบัน
- Ignore Selected Parts ยกเว้นอุปกรณ์ตัวที่ถูกเลือกไว้
- Group Parts Together if Match By** เลือกเกณฑ์ตั้งค่า Reference Designator ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
 - Part type เมื่อเลือกหมายถึงใช้ Part Type เป็นเกณฑ์สำหรับเรียง Ref. Des. เช่นหากในวงจรมี 74HC451 มากกว่าหนึ่งตัว ดังนั้นถ้าตัวแรกเป็น U1 ตัวต่อไปจะเป็น U2 ไม่ว่าจะวางห่างกันอย่างไร เพราะคือ Part Type เดียวกัน
 - Part Field ทำนองเดียวกับ Part Type สามารถเลือกช่องอื่นๆเสริม

Re-annotate Method	กำหนดวิธีเรียงชื่อ
Up then cross	เรียงขึ้นและไปตามขวาง
Down then cross	เรียงลงและไปตามขวาง
Across then up	เรียงไปตามขวางและขึ้น
Across then down	เรียงไปตามขวางและลง

สำหรับในแถบ Advanced Options ใช้สำหรับกำหนดทางเลือกเพิ่มเติมเช่น เลือกกำหนดตัวเลขตั้งต้นของ Reference Designator การกำหนดนี้สามารถเลือกได้แตกต่างกันระหว่างแต่ละแผ่นวงจรด้วย

การตรวจสอบความถูกต้องทางไฟฟ้า (Electrical Rules Check)

ข้อดีของการใส่วงจรด้วยสเค็มมาติกคือการตรวจสอบความถูกต้อง โปรแกรมสามารถตรวจสอบความผิดพลาดได้เช่น การเชื่อมต่อระหว่างเอาต์พุตและเอาต์พุตของ IC ต่อเข้าหากัน ซึ่งผิดพลาดให้วงจรทำงานไม่ได้ เมื่อต้องการตรวจสอบวงจร ต้องใช้คำสั่ง **Tools>>ERC** จะเห็นรูปที่ 6—2 ปรากฏขึ้น แต่ละช่องมีความหมายดังนี้



รูปที่ 6—2 เมื่อเรียกคำสั่ง ERC(Electrical Rules Check)

ERC Option

Multiple net names on net ตรวจสอบชื่อ Net ซ้ำกันบน Wire เดียวกัน

Unconnected net label	ตรวจสอบ Wire ซึ่งตั้งชื่อด้วย Net Label แต่ไม่ต่อกับ Wire ใดๆ
Unconnected power object	ตรวจสอบ Power Port ซึ่งไม่ต่อกับ Power Port อื่นๆ
Duplicate sheet number	ตรวจสอบหมายเลขชีตซึ่งซ้ำกัน
Duplicate reference designator	ตรวจสอบชื่อ Reference Designator ซ้ำกัน
Bus label format error	ตรวจสอบความผิดพลาดชื่อ Bus
Floating input pins	ตรวจสอบขาอินพุทของอุปกรณ์ที่ไม่เชื่อมกับเน็ตใดๆ
Suppressing warning	กำหนดไม่ให้เห็น “คำเตือน”

Option

Create report file	กำหนดให้สร้างไฟล์รายงาน
Add error marker	กำหนดให้เพิ่มเครื่องหมายแสดงตำแหน่งความผิดพลาด
Descend into sheet parts	กำหนดให้ตรวจสอบลงไปยังชีตใตชีตปัจจุบัน (เป็นการใช้วงจรชนิดลำดับชั้น-ดูบทที่ 5)

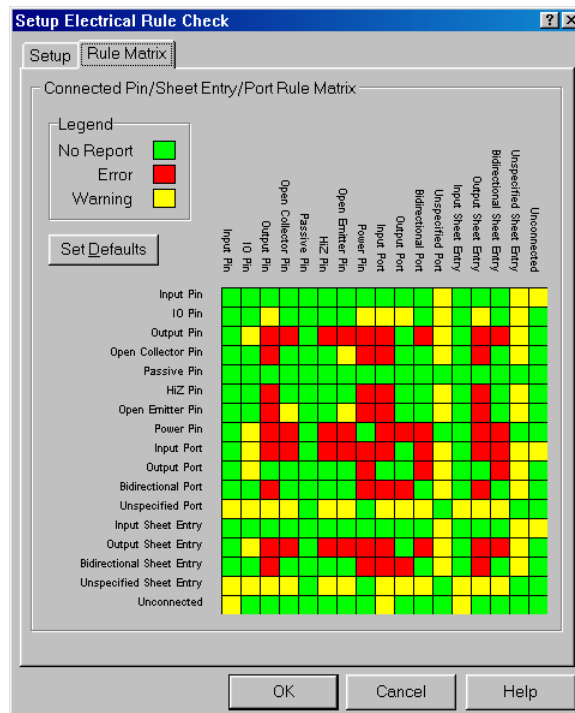
Sheet to net list

Active sheet	ตรวจสอบเฉพาะหน้าวงจรปัจจุบัน
Active project	ตรวจสอบในโครงการทั้งหมด
Active sheet plus sub sheet	ตรวจสอบเฉพาะชีตปัจจุบัน และชีตย่อย

Net identifier scope

Net label and ports global	กำหนดขอบเขตการเชื่อมต่อเน็ตให้เป็นที่รับรู้ทั้งหมดในโครงการ
Only port global	กำหนดการเชื่อมต่อระหว่างชีตเฉพาะที่พอร์ต ให้รับรู้หมดในโครงการ ส่วน Net Label อื่นๆในแผ่นวงจร จะต่อไม่ถึงกันถึงแม้ว่าจะ เป็นชื่อเดียวกัน
Sheet symbol / Port global	กำหนดขอบเขตระหว่างสัญลักษณ์ชีตและพอร์ต ของลำดับชั้นเท่านั้นเป็นโกลบอล (รายละเอียดการเชื่อมต่อ Net ดูในบทที่ 5 การออกแบบวงจรเป็นลำดับชั้น)

บนแถบ *Rule Matrix* ตามรูปที่ 6-3 ใช้สำหรับกำหนดกฎการตรวจสอบ เป็นตารางสี่เหลี่ยมทางด้านแนวตั้งมีชื่อ ชนิดของขาอุปกรณ์ ส่วนด้านแนวนอนก็เช่นกัน ชื่อจะเหมือนกันทั้งสองแนว เมื่อลากเส้นจากด้านแนวนอนมาพบกับด้านแนวตั้งตรงที่ช่องใดช่องนั้นจะกำหนดเงื่อนไข เช่นสีแดงหมายถึง Error (ความผิดพลาด) สีเขียวคือปกติ และสีเหลืองหมายถึงเตือน ตัวอย่างเช่นขาอินพุท(Input Pin) สามารถต่อถึงขาอื่นๆได้โดยไม่ผิด ดูที่บรรทัดแรกจะเห็นสีเขียวเกือบทั้งหมด ยกเว้น Unconnected pin (ขาที่กำหนดไว้ไม่ต้องต่อ), Unspecified Sheet Entry, Unconnected เท่านั้นที่จะแสดงเป็นสีเหลืองซึ่งหมายถึงเตือน ที่เป็นสีเหลืองเกือบทั้งหมดเพราะว่าขาอินพุท ต่อเข้ากับขาอื่นๆได้โดยไม่เกิดปัญหานั้นเอง



รูปที่ 6—3 ข้อกำหนดจะให้ตรวจสอบอะไรบ้าง

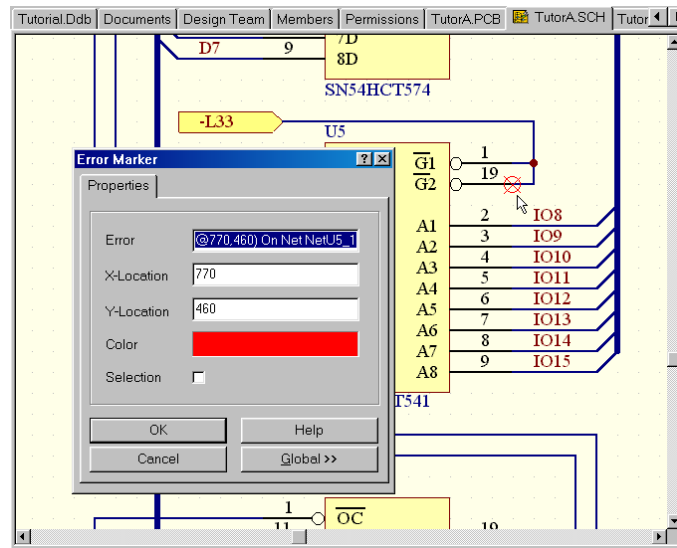
ทำนองเดียวกัน Output Pin ในบรรทัดที่ 3 เมื่อต่อกับ Input Pin ในคอลัมน์แรกจะไม่ผิดพลาด แต่เมื่อชนกับ Output Pin ในคอลัมน์ที่ 3 จะเป็นสีแดงคือความผิดพลาด(Error) ทันที

การเปลี่ยนเงื่อนไขการตรวจสอบทำได้โดยคลิกที่ช่องนั้นๆ จะเห็นสีเปลี่ยนไป แต่ครั้งที่คลิกเกณฑ์การตรวจสอบจะวนไปจนกลับไปสีเริ่มต้นใหม่

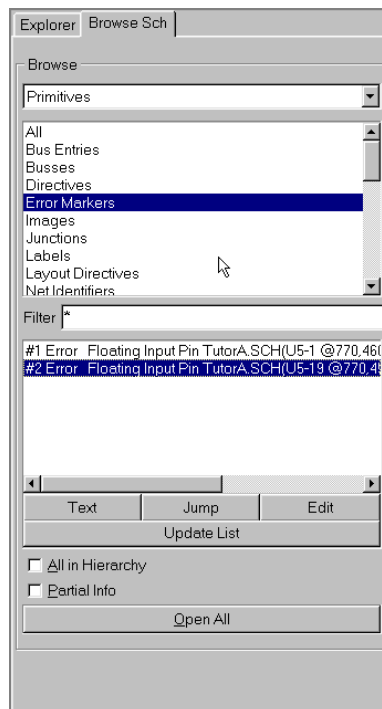
การค้นหาตำแหน่งผิดพลาด

เมื่อสั่งตรวจสอบและเกิดความผิดพลาดขึ้น จะสั่งให้แสดงรายละเอียดได้ดังนี้ วิธีแรกมองหาตำแหน่ง Error Marker ในบริเวณชิ้นงาน ซึ่งมีลักษณะวงกลมสีแดงและมีเครื่องหมายกากบาท ให้ดับเบิลคลิกที่เครื่องหมายจะเห็นกรอบข้อความคุณสมบัติ แสดงรายละเอียดความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

วิธีที่สองคือใช้ Design Manager คลิกที่แถบ *BrowseSch* ในช่อง *Browse* เลือก *Primitive* และเลือก Error Marker (ดูรูปที่ 6—5) ในช่อง *Filter* หมายถึงต้องการให้จำกัดขอบเขตการแสดงผล ให้ใส่เครื่องหมาย "*" หมายถึงแสดงทุกๆรายละเอียด ในช่องถัดมาจะเป็นข้อความตำแหน่ง "Error" เมื่อสนใจจุดใด คลิกที่ข้อความนั้น แล้วคลิกที่ปุ่ม **Jump** เพื่อเลื่อนสเค็มมาติดไปยังจุด Error



รูปที่ 6-4 แสดงข้อมูลที่ตำแหน่ง Error มีความหมายอย่างไร



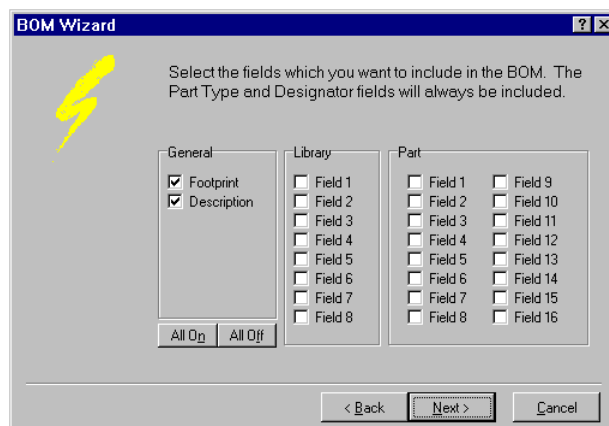
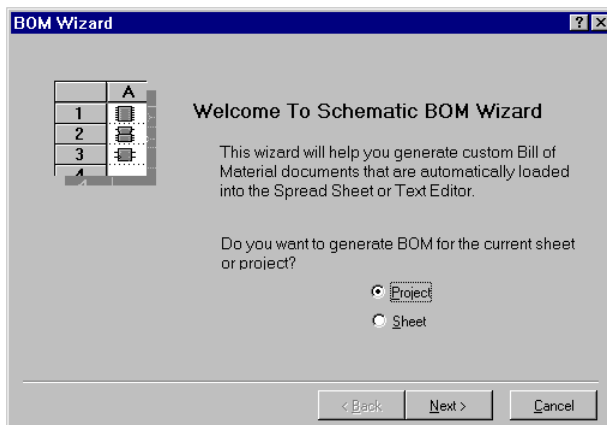
รูปที่ 6-5 เลือก Browse Primitive และเลือก Error Marker จะเห็นตำแหน่งผิดพลาดปรากฏขึ้น

สร้างรายงานต่างๆ

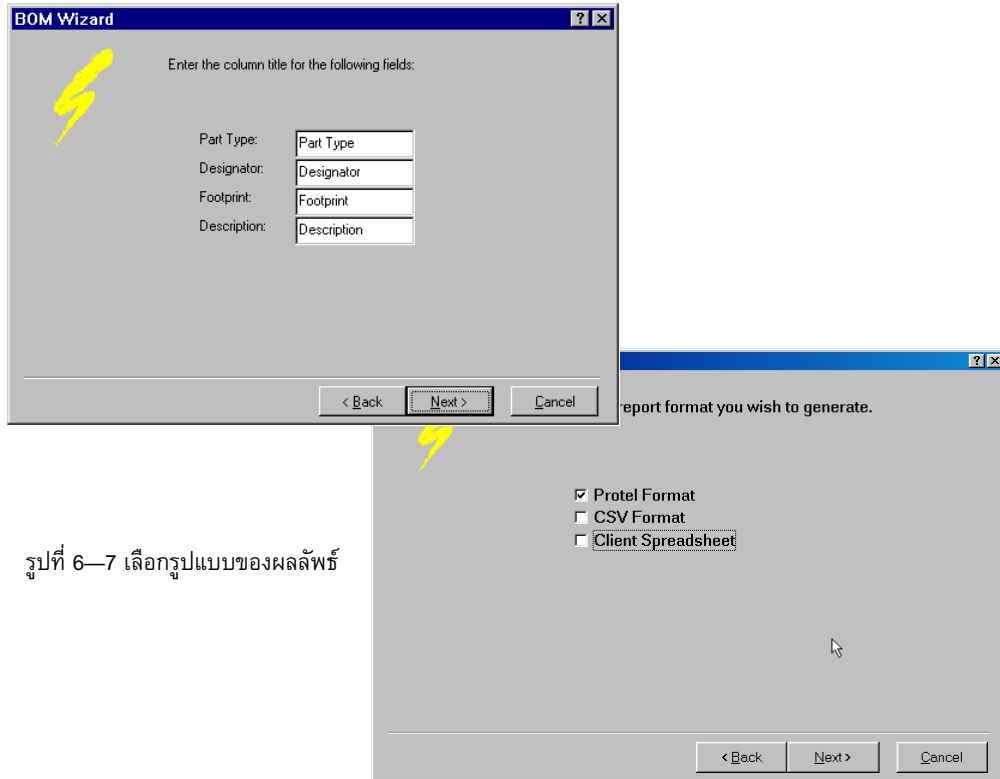
ข้อมูลวงจรซึ่งได้ใส่เข้าไปใน Schematic Editor เช่น Part, Wire, Bus และ Net ต่างๆ สามารถรวบรวมสรุปเป็นรายงาน ในรูปแบบชนิดข้อความ เช่น BOM (Bill Of Material), Selected Pin เป็นต้น

BOM (รายการวัสดุ)

BOM คือรายการวัสดุหรือชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในวงจร รายงานนี้ใช้สำหรับจัดเตรียมอุปกรณ์ของชิ้นงาน เมื่อต้องการสร้าง BOM เริ่มแรกให้วงจรนั้นเป็นเอกสารที่ใช้งานอยู่(Active Document) โดยคลิกที่แถบชื่อหรือบริเวณใดๆในชิ้นงาน ใช้คำสั่ง **Report>>Bill Of Material** จะเห็น BOM Wizard ปรากฏขึ้น ให้กำหนดทางเลือกที่ต้องการ จนถึงสุดท้ายได้ไฟล์ BOM



รูปที่ 6—6 เริ่มต้น BOM Wizard เลือกสร้างของทั้ง Project หรือเฉพาะ Sheet



Permissions TutorA.PCB TutorA.SCH TutorA.ERC TutorA.Bom

Bill of Material for TutorA.Bom

Used	Part Type	Designator	Footprint
1	1 HEADER	JP1	PWR-SIP4
4	1SC915	Q1 Q2 Q3	T092C
4	17K	Q4	
		R5 R6 R7	AXIAL0.3
		R8	
1	30	J1	DB25RA/M
4	110	R1 R2 R3	AXIAL0.3
		R4	
1	HEADER 16	JP2	IDC16
4	LED	D1 D2 D3	LED
		D4	
2	SN54HCT541	U4 U5	DIP20
3	SN54HCT574	U1 U2 U3	DIP20
1	SN74LS138	U6	DIP16

รูปที่ 6—8 ตัวอย่าง BOM ในรูปแบบ Protel

Report>>Selected Pin

ใช้สำหรับรายงานขาอุปกรณ์ ซึ่งได้ต่อกับ Net ก่อนเรียกใช้คำสั่งต้องเลือกขาที่ต้องการก่อน

Report>>Cross Reference

ใช้สำหรับรายงานความสัมพันธ์ระหว่าง Component และชื่อ Sheet เมื่อเรียกคำสั่งแล้ว โปรแกรมจะสร้างไฟล์ชื่อเดียวกับหน้าวงจรแต่มีนามสกุล XRF ภายในประกอบด้วย Reference Designator และ Part Type พร้อมระบุชื่อไฟล์ของ วงจรเรียงไปตามลำดับ

Report>>Project Hierarchy

ใช้สำหรับรายงานชื่อไฟล์ของซีตทั้งหมดในโครงการ ผลลัพธ์อยู่ในรูปไฟล์ข้อความ(Text) และมีนามสกุล REP

Report>>Netlist Compare

ใช้สำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง Netlist ของชิ้นงานสองชิ้น การเปรียบเทียบจะรายงาน Net ที่เหมือนกัน, Net ที่ต่างกันบางส่วน, Net ส่วนที่เกินจากไฟล์แรกและไฟล์ที่สอง ไฟล์รายงานมีนามสกุล REP

Report>>Add Port Reference (Flat)

ใช้สำหรับเพิ่มข้อความต่อจากสัญลักษณ์พอร์ตทุกตำแหน่ง เพื่อบอกชื่อซีตและตำแหน่งตาม Grid Reference

Report>>Add Port Reference (Hierarchy)

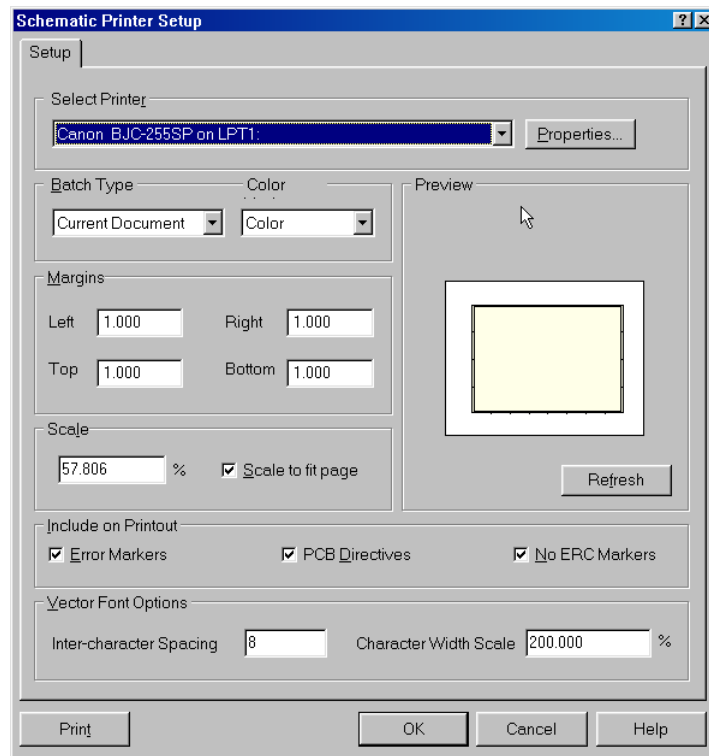
ใช้สำหรับเพิ่มข้อความต่อจากสัญลักษณ์พอร์ตเฉพาะที่ต่อกับ Sheet Entry เพื่อบอกชื่อซีตและตำแหน่งตาม Grid Reference

Report>>Remove Port Reference

สั่งให้ลบ Port Reference ภายในโครงการทั้งหมด

การสั่งพิมพ์วงจร

การพิมพ์ผลงานทำได้ง่ายสะดวก โปรแกรมจะใช้เครื่องพิมพ์ผ่าน Windows ดังนั้น ถ้าติดตั้ง Printer Driver ตามมาตรฐานของ Windows ไว้อย่างถูกต้อง โปรแกรมจะสามารถพิมพ์ชิ้นงานกับเครื่องพิมพ์ทุกชนิดได้เสมอ เมื่อต้องการสั่งพิมพ์ เริ่มต้นให้ใช้คำสั่ง **File>>Setup Printer** เลือกชนิดเครื่องพิมพ์(เลือกได้หากติดตั้งชนิดเครื่องพิมพ์มากกว่าหนึ่ง) ในแต่ละช่องมีความหมายดังนี้



รูปที่ 6—9 กำหนดพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับเครื่องพิมพ์

Select Printer	เลือกชนิดของเครื่องพิมพ์ตามที่ติดตั้งไว้กับ Windows95/98
Batch Type	กำหนดชนิดการพิมพ์
Current Sheet	เลือกพิมพ์เฉพาะ Sheet ที่กำลังแก้ไข
All Sheet	เลือกพิมพ์ทั้งหมดทุก Sheet
Color	เลือกพิมพ์สี
Monochrome	เลือกพิมพ์ขาวดำ
Margin	
Left, Right	กำหนดขอบเขตนับจากขอบกระดาษซ้ายและขวา
Top, Bottom	กำหนดขอบเขตนับจากขอบกระดาษบนและล่าง
Scale	กำหนดสัดส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ น้อยกว่า 100% หมายถึงย่อขนาด
Scale to Fit page	กำหนดให้ขยายหรือย่ออัตโนมัติ จนขนาดเต็มขอบเขตกระดาษในหน้าเดียวกัน

Included on Printout

Error Marker	ให้พิมพ์เครื่องหมาย Error หรือไม่
PCB Directive	ให้พิมพ์เครื่องหมาย PCB Directive หรือไม่
No ERC Marker	ไม่ให้มีเครื่องหมาย No ERC (เครื่องหมายนี้ใช้สำหรับสั่งไม่ให้ตรวจสอบ ERC)

Vector Font Options

Inter-Character spacing	กำหนดทางเลือกสำหรับการ Plot ระยะห่างระหว่างตัวอักษร
Character Width Scale	ความกว้างของตัวอักษร นับเป็นเปอร์เซ็นต์ จากสัดส่วนเดิม

Preview

กำหนดให้แสดงภาพก่อนพิมพ์ เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าในช่องใด คลิกที่ปุ่ม Preview เพื่อปรับปรุงภาพที่เปลี่ยนแปลงไป

Print

เมื่อต้องการสั่งพิมพ์ให้คลิกที่ปุ่มนี้

ถ้าหากชิ้นงานที่จะพิมพ์มีขนาดใหญ่กว่าขนาดกระดาษของเครื่องพิมพ์ โพรเทลจะแบ่งชิ้นงานออกเป็นกระดาษหลายๆแผ่น เมื่อพิมพ์เสร็จผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์และนำมาต่อกันได้ภายหลัง อย่างไรก็ตามถ้าหากเปลี่ยนการจัดเรียงกระดาษ (แนวนอน-Landscape หรือแนวตั้ง-Portrait กำหนดใน Properties ของเครื่องพิมพ์) อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งปรับเปลี่ยน Scale(อัตราขยาย-ย่อ) ให้เหมาะสมและใช้ Preview ช่วยมองดูก่อนสั่งพิมพ์ จะทำให้ชิ้นงานพิมพ์ออกมาได้ภายในกระดาษแผ่นเดียว

การสร้าง Netlist

Netlist หรือรายชื่อของเน็ตเป็นไฟล์สำหรับเชื่อมต่อกับ PCB ภายในระบุชื่อ Footprint หรือรูปร่างของอุปกรณ์ Footprint นี้จะมีขนาดเท่ากับอุปกรณ์ใช้งานจริงเพราะเป็นตัวแทนอุปกรณ์ระหว่างออกแบบ PCB ข้อมูลใน Netlist จะระบุการเชื่อมต่อระหว่างขา ซึ่งมาจากการใช้คำสั่ง Place>>Bus และ Place>>Wire

นอกจาก Netlist ในรูปแบบของโปรเทลเองซึ่งสามารถนำไปทำ PCB ด้วย PCB Editor ของโปรเทลได้อย่างสมบูรณ์ ไม่มีปัญหาเรื่องความเข้ากันไม่ได้ สำหรับผู้ที่ไม่ต้องการทำ PCB ด้วยโปรเทลสามารถสร้าง Netlist ในรูปแบบอื่นเช่น Protel, OrCAD, PADS, PCAD, Pspice ฯลฯ เป็นต้น

เมื่อต้องการสร้าง Netlist ใช้คำสั่ง Design>>Create Netlist จะเห็นกรอบดังรูปที่ 6—10 ปรากฏขึ้นแต่ละช่องมีความหมายดังนี้

Output Format

รูปแบบไฟล์ซึ่งโปรเทลสร้างได้มีดังนี้ Algorex , AppliconBRAVO, AppliconLEAP, Cadnetix, Calay, Calay90, Case, CBDS, ComputerVision, EDIF 2.0, EDIF 2.0 Hierarchical, EEDesigner, EEsof Libra, EEsof Touchstone, FutrureNet, Hilo IntegraphMentor, BoardStation 6, Multiwire, Orcad-PLDnet,

Orcad-PCB II, PADS Ascii, PCAD, PCAD NLT, Protel, Protel 2, Protel-Hierarchical, Protel Wirelist, Racal Redac, Scicards, Spice, Spice Hierarchical, Star Semiconductor, Tango, Telesis, Vectron, VHDL, Xilinx XNF

Net Identification Scope

Net label and ports global

Only port global

Sheet symbol / Port global

กำหนดขอบเขตการเชื่อม Net เข้าด้วยกัน

(รายละเอียดการเชื่อมต่อ Net ดูในบทที่ 5 การออกแบบวงจรเป็นลำดับขั้น)

Sheet to Netlist

Active sheet

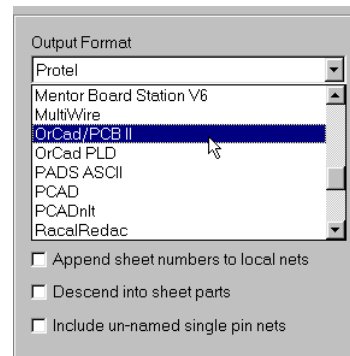
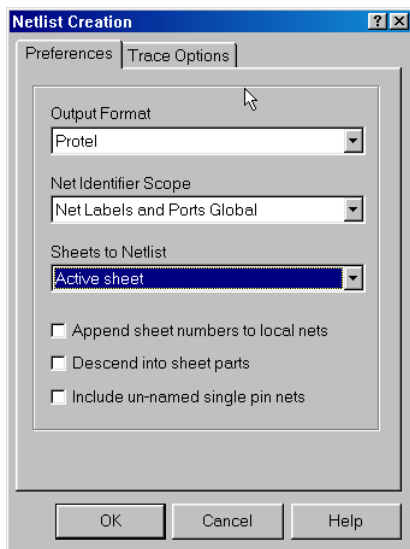
Active project

Active sheet plus sub sheet

ตรวจสอบเฉพาะ Sheet ปัจจุบัน

ตรวจสอบใน Project ทั้งหมด

ตรวจสอบเฉพาะ Sheet ปัจจุบัน และ Sheet ย่อย



รูปที่ 6—10 เลือกทางเลือกสำหรับสร้าง Netlist

Append Sheet Number to Local net

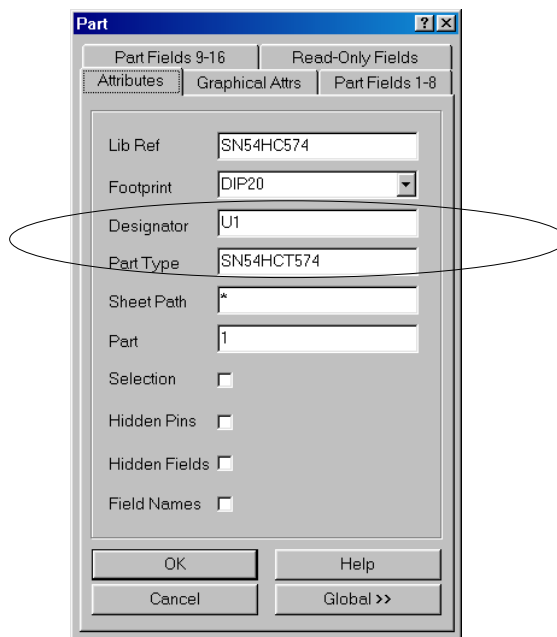
เมื่อกำหนดตัวเลือกหมายถึงให้เพิ่มหมายเลขหน้า (Sheet number) เข้าไปกับ Net ทั้งนี้การใช้ต้องร่วมกับ Net Identifier Scope เป็นชนิด Local ด้วย วิธีนี้จะทำให้แต่ละ Sheet ไม่มี Net ซ้ำกัน

Descend into sheet parts ในกรณีที่สร้าง Part โดยซ่อนความซับซ้อนของวงจรไว้ด้านล่าง จะทำให้สร้าง Netlist โดยทะลุลงไปถึงลำดับ Sheet Part ได้ Part Include un-name single pin nets กำหนดให้สร้าง Netlist สำหรับขาอุปกรณ์ที่ไม่ต่อกับขาใดๆ โปรเทลจะสร้างไฟล์ Netlist ขึ้นมาและเก็บใน Design File ที่ตำแหน่งใดเรียกตรีเดียวกับ Document มีนามสกุลคือ “NET”

การเตรียมวงจรสำหรับออกแบบ PCB

วงจรที่ได้สร้างมาทั้งหมดมีจุดประสงค์ต้องการนำไปทำ PCB ซึ่งส่วนการออกแบบ PCB นั้นเป็นโปรแกรมต่างกับโปรแกรมออกแบบวงจร ดังนั้นไฟล์ข้อมูลจะเก็บต่างกัน แม้ว่าจะอยู่ใน Design Database ขึ้นเดียวกันก็ตาม การส่งผ่านมีสองวิธีหลักๆคือผ่านทาง Netlist และทาง Design Synchronization ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกัน ทาง Netlist เป็นวิธีเก่าและใช้มาตั้งแต่โปรเทลเวอร์ชันแรกๆ ส่วนวิธีหลังเริ่มใช้เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลย้อนกลับจาก PCB ไปที่วงจรได้ด้วย แต่ก่อนจะไปถึงขั้นส่งข้อมูลกลับไป PCB จะต้องกำหนดรายละเอียดของ Footprint สำหรับอุปกรณ์ทุกๆตัวให้ครบก่อน

วิธีที่ง่ายและรวดเร็วสำหรับตรวจสอบ Footprint คือใช้วิธีดูคุณสมบัติอุปกรณ์(Part Property) โดยดับเบิลคลิกที่อุปกรณ์และดูในช่องชื่อ Footprint เปลี่ยนให้ตรงกับที่จะใช้ จนครบอุปกรณ์ทุกๆตัว



รูปที่ 6—11 ในช่อง Footprint กำหนดรูปร่างกราฟิกใน PCB ของอุปกรณ์นั้นๆ

Bill of Material for DemoA.Bom					
Used	Part	Type	Designator		Footprint
4	220		R1 R2 R3 R4		AXIAL0.3
4	27K		R5 R6 R7 R8		AXIAL0.3
4	2SC945		Q1 Q2 Q3 Q4		TO92C
1	30		J1		DB25RA/M
1	4 HEADER		JP1		PWR-SIP4
1	HEADER 16		JP2		IDC16
4	LED		D1 D2 D3 D4		LED
2	SN54HCT541		U4 U5		DIP20
3	SN54HCT574		U1 U2 U3		DIP20
1	SN74LS138		U6		DIP16

รูปที่ 6—12 ชื่อของ Footprint สำหรับ Part ทุกตัวในวงจรตัวอย่าง

วิธีนี้เหมาะกับอุปกรณ์จำนวนน้อย แต่ถ้าหากมีอุปกรณ์จำนวนมากการแก้ไขเรียงตัวอาจไม่ทั่วถึง ควรใช้วิธีส่งออกหรือ Export ไปแก้ไขในตารางคำนวณ(Spread Sheet) เมื่อแก้ไขเสร็จจึงนำกลับมาปรับปรุงคุณสมบัติในวงจร ขั้นตอนมีดังนี้ เมื่อวงจรแสดงอยู่บน Design Windows ใช้คำสั่ง **Edit>>Export to Spread** รอสักครู่จะเห็น Wizard ปรากฏขึ้น สามารถเลือกตัวแปรของวงจร เช่น Part, Wire, Bus และอื่นๆ สำหรับส่งออกได้จาก Wizard นี้ ในที่นี้สนใจเฉพาะอุปกรณ์และ Footprint ดังนั้นควรเลือกให้ส่งออก(Export) เฉพาะ Part Reference Designator และ Footprint ข้อมูลที่เลือกจะปรากฏในตารางคำนวณ เมื่อแก้ไขเสร็จและอยู่ในหน้าต่างตารางคำนวณ ใช้คำสั่ง **File>>Update** จะทำให้สิ่งที่แก้ไขในตารางคำนวณกลับไปแก้ไขคุณสมบัติอุปกรณ์ในวงจรให้อัตโนมัติ

	A	C	D	E	F	G
1	ObjectKind	Path	Designator	FootPrint		
2	Part	DemoA.SCH	J1	DB25RA/M		
3	Part	DemoA.SCH	U1	DIP20		
4	Part	DemoA.SCH	U2	DIP20		
5	Part	DemoA.SCH	U4	DIP20		
6	Part	DemoA.SCH	U5	DIP20		
7	Part	DemoA.SCH	U3	DIP20		
8	Part	DemoA.SCH	U6	DIP16		
9	Part	DemoA.SCH	Q1	TO92C		
10	Part	DemoA.SCH	Q2	TO92C		
11	Part	DemoA.SCH	D1	LED		
12	Part	DemoA.SCH	D2	LED		
13	Part	DemoA.SCH	R1	AXIAL0.3		
14	Part	DemoA.SCH	R2	AXIAL0.3		
15	Part	DemoA.SCH	R5	AXIAL0.3		
16	Part	DemoA.SCH	R6	AXIAL0.3		
17	Part	DemoA.SCH	JP1	PWR-SIP4		
18	Part	DemoA.SCH	JP2	IDC16		
19	Part	DemoA.SCH	Q3	TO92C		
20	Part	DemoA.SCH	D3	LED		

รูปที่ 6—13 การแก้ไขใน Spread Sheet

หลังจากกำหนด Footprint เรียบร้อย ขั้นตอนต่อไปก็พร้อมจะนำ Netlist ไปทำ PCB ต่อไป

สรุป

ในบทนี้เราได้เรียนรู้คำสั่งต่างๆเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวงจร การสร้างรายงานต่างๆเช่น รายการวัสดุ (Bill Of Material – BOM) เป็นต้น รวมทั้งวิธีการส่งพิมพ์วงจรออกทางเครื่องพิมพ์ และการสร้าง Netlist ทั้งในรูปแบบของ Protel เองและรูปแบบอื่นๆ เพื่อเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ออกแบบ PCB จากบริษัทอื่นๆ ในขั้นสุดท้ายเป็นการเตรียมวงจรเพื่อนำข้อมูลไปสร้าง PCB ต่อไป