หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

กระบวนการผลิตและการกำหนดงานผลิตในโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

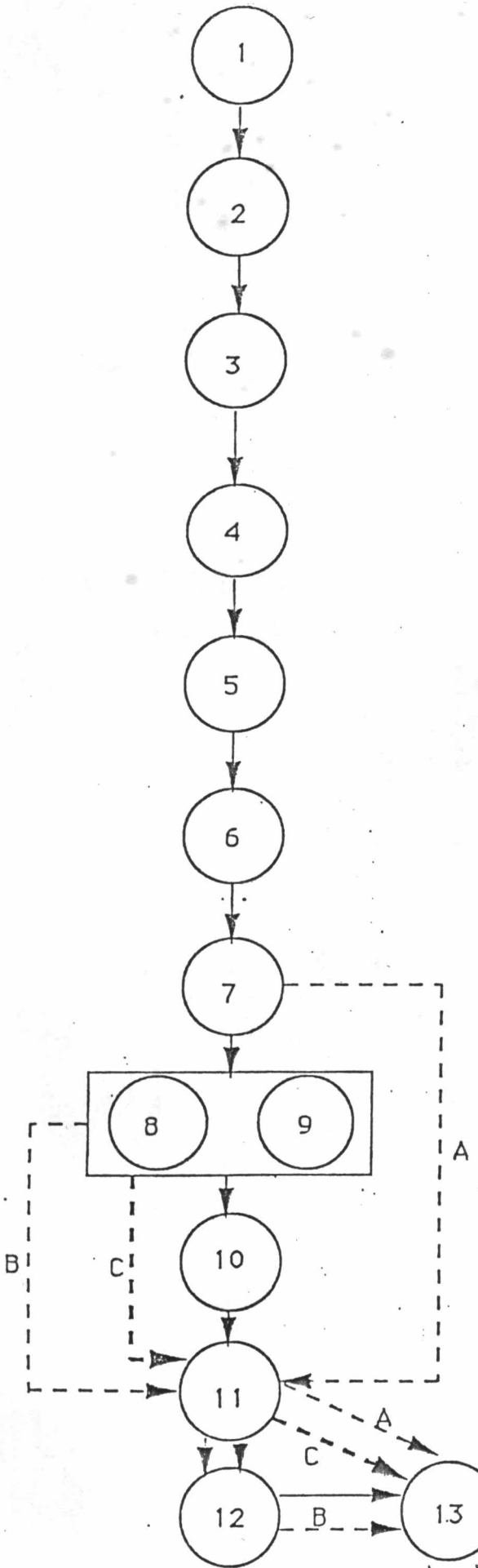
โรงงานที่เป็นต้นแบบในการศึกษาครั้งนี้ เป็นโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ (PRINTED CIRCUIT BOARD) บริษัทเอลเลคแอนด์เอลเทค(ประเทศไทย)ตั้งอยู่ เลขที่ 134 ม.2 ตำบลบางขะแยง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี มีลักษณะการผลิตแบบสั่งทำ (FLOW SHOP)และผลิตภัณฑ์มักจะเปลี่ยนแปลงไปตามความเจริญทางด้านเทคโนโลยี จึงนับได้ว่ามีความยืดหยุ่นในการผลิตค่อนข้างสูง อย่างไรก็ดี หน่วยงาน PPC(PRODUCTION PLANNING AND CONTROL) มีหน้าที่ ที่จะต้องรับผิดชอบ ต่อการให้สัญญาการผลิตภัณฑ์ต่อลูกค้า , การดำเนินการให้ฝ่ายผลิตสามารถผลิตได้ตามเป้าหมาย ตลอดจนการแจ้งนำส่งผลิตภัณฑ์ไปยังลูกค้าด้วย ในปัจจุบันบริษัทมีเป้าหมายสำหรับการผลิต ให้ได้พื้นที่รวมของ PRINTED CIRCUIT BOARD ชนิดต่างๆ เท่ากับ 32,000 ตารางฟุต ต่อ 1 สัปดาห์(WEEK) และต้องส่งสินค้าให้ตรงตามที่ลูกค้ากำหนดมา

จากเป้าหมายการผลิตต่อสัปดาห์ จะนำมาใช้ในการวางแผนการผลิตหลัก (MASTER PLAN) เพื่อที่จะหาการกำหนดงานผลิตอย่างเหมาะสมในหน่วยผลิตต่างๆให้เป็นไปตามเป้าหมายของบริษัท ขั้นตอนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ แสดงดังรูปที่ 8

3.1 กระบวนการผลิต

ในการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ มีขบวนการผลิตตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. <u>ตัดแผ่นบอร์ด</u> (BOARD CUT)



รูปที่ 8 ขั้นตอนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

ความหมายของ SYMBOL

1 - ตัดแผ่นบอร์ด (BOARD CUT)

2 - เจาะรูแผ่นบอร์ด (DRILLING)

3 - ชุบทองแดงในรู (PLATE THRUGH HOLE)

4 - ชุบทองแดงซ้ำ (PANEL PLATING)

5 - ภาพเชิงซ้อน (IMAGE;DRY FILM)

6 - ชุบดีบุก (PATTERN PLATING)

7 - การกัด (ETCHING)

8 - พิมพ์หน้ากาก (THERMAL SOLDER MASK)

9 - พิมพ์หน้ากาก (WET FILM SOLDER MASK)

10 - ชุบทอง (GOLD PLATING)

11 - ชุบตะกั่ว/ดีบุก
(SOLDER COATED LEVELLING)

12 - พิมพ์เครื่องหมาย (COMPONENT MARK)

13 - ตัดขึ้นรูปบอร์ด (PROFILE)

A - ไม่ผ่านการพิมพ์หน้ากาก,การชุบทอง และ การพิมพ์เครื่องหมาย(NONE SOLDER MASK,GOLD PLATING AND COMPONENT MARK)

B - ไม่ผ่านการชุบทอง (NONE GOLD PLATING)

C - ไม่ผ่านการชุบทองและการพิมพ์เครื่องหมาย (NONE GOLD PLATING AND COMPONENT MARK)

นำเอาแผ่นบอร์ดซึ่งมีแผ่นทองแดงประกบอยู่ทั้งสองด้าน(COPPER CLAD LAMINATE) มาตัดโดยเครื่องตัด (SHEARING M/C)ให้ได้ขนาดกว้างและยาวตามกำหนด โดยแผ่นบอร์ดจะต้องมีน้ำหนักและความหนาตรงตามลูกค้าต้องการ (MANUFACTURING INSTRUCTION) แล้วนำเอาแผ่นบอร์ดดังกล่าวมาลบความคมของขอบที่ตัดไว้ด้วยเครื่องลบความคม (EDGE MASTER)

2. เจาะรูแผ่นบอร์ด (DRILLING)

นำแผ่นบอร์ดจากขั้นตอนที่ 1 มาเจาะรู (GUIDE HOLES) แล้วนำมาซ้อนกันหลายๆ แผ่น ด้วยเครื่องเจาะรูไกด์ (STACK MASTER) แล้วนำเอาแผ่นบอร์ดที่เจาะรูไกด์หลายๆ แผ่นซ้อนกัน นำเอาหมุด (PINS) มายึดให้แน่น หลังจากนี้เมื่อเจาะรูตามต้องการเสร็จแล้วจะต้องนำเอากลับมาถอดเอาหมุดดังกล่าวนี้ออก (DEPINNING) เพื่อเอาบอร์ดมายึดแผ่นบนแท่นของเครื่องเจาะ (CNC DRILLING M/C) แล้วเจาะรูโดยที่ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางนั้นจะเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งจะระบุถึงจำนวนรูที่ต้องเจาะตลอดจนการควบคุมการเจาะโดยใช้โปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องเจาะโดย NUMERICAL CONTROL SYSTEM

3. ชุบทองแดงในรู (PLATE THRUGH HOLE; P.T.H.)

เป็นขบวนการเพื่อเคลือบทองแดงที่ผนังรู และผิวหน้าทั้งสองด้านของแผ่นบอร์ด โดยขบวนการทางเคมีด้วยเครื่องชุบโลหะทองแดงในรูอัตโนมัติ (AUTO ETCHBACK/P.T.H.LINE)

4. ชุบทองแดงซ้ำ (PANEL PLATING)

ทำการชุบเพื่อเพิ่มความหนาของทองแดง เพื่อให้ได้ความหนาของทองแดงเป็น 1 MIL.โดยขบวนการชุบทางไฟฟ้า (ELECTROPLATING) ซึ่งถูกชุบบนเครื่องชุบโลหะทองแดง (PANEL PLATING LINE)

5. ภาพเชิงซ้อน (IMAGE; DRY FILM)

เป็นกระบวนการถ่ายลายวงจร บนแผ่นบอร์ด โดยนำแผ่นบอร์ดไปขัดให้สะอาดด้วยเครื่องขัด (SCRUBBER)หลังจากผ่านขบวนการชุบทองแดง เพื่อสะดวกในการปะแผ่นฟิล์มไวแสงให้ติดแน่นบนแผ่นบอร์ด แล้วนำเอาฟิล์มไวแสงปะลงบนแผ่นบอร์ด ด้วยเครื่องประกบแผ่นฟิล์ม (HOT ROLL LAMINATOR) เพื่อรีดไล่ฟองอากาศออกให้หมด

นำเอาแผ่นวงจรที่ทำขึ้นตามความต้องการของลูกค้ามาประกบบนแผ่นบอร์ดที่ถูกประกบโดยแผ่นฟิล์มไวแสง แล้วฉายด้วยแสง U.V.(ULTRAVIOLET) ตามเวลาที่กำหนด ด้วยเครื่องฉายแสง (EXPOSURE M/C) แล้วนำเข้าเครื่องล้างฟิล์ม (DEVELOPER) ล้างเอาเนื้อของฟิล์มไวแสงที่ไม่ได้โดนแสงออก ด้วยน้ำยาโซเดียมคาร์บอเนต

6. ชุบทองแดงและดีบุกบนวงจร (PATTERN PLATING)

เพื่อเพิ่มความหนาของทองแดงบนเส้นลายวงจรให้ได้ตามต้องการ และชุบดีบุกบนลายวงจรเพื่อป้องกัน ALKALINE ETCHING กัดผิวทองแดงบนลายวงจร ความหนาทองแดงที่ชุบได้หลังจากเสร็จกระบวนการนี้ประมาณ 1 MIL.

7. การกัด (ETCHING)

แผ่นบอร์ด ที่ผ่านกระบวนการชุบทองแดง และดีบุกบนวงจร จะถูกนำมาล้างเอาผิวทองแดงส่วนที่ไม่เป็นลายวงจรออกด้วยน้ำยาคิวปริคคลอไรด์ (CUPRIC CHORIDE) และนำเอามาล้างดีบุกที่เคลือบลายวงจรออก ด้วยน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ (SODIUM HYDROXIDE)โดยเครื่องกัด (ETCHING M/C WITH STRIPPER)

8. การพิมพ์หน้ากาก (SOLDER MASK)

หมึก SOLDER MASK INK จะถูกนำมาพิมพ์บนบอร์ด เพื่อ

- ป้องกันการเกิด OXIDE กับผิวทองแดง ซึ่งหมึกพิมพ์นี้จะเป็นเสมือนฉนวนกั้น ไม่ให้ OXIGEN กับน้ำในอากาศ ทำปฏิกิริยากับผิวทองแดง เกิดเป็น OXIDE ทำให้ทองแดงเกิดการสึกกร่อน

- เพื่อป้องกันการชุบติดของตะกั่วบนผิวทองแดงในกระบวนการชุบตะกั่ว(SCL) หมึกพิมพ์นี้มีอีกชื่อหนึ่งว่า SOLDER RESIST

- ป้องกันรอยชุดขีดบนผิวทองแดงเพราะหมึกที่อบแห้งจะมีความแข็งมาก ทนต่อแรงกระแทก,รอยขีดข่วน หรือแม้กระทั่งสารเคมี พวกกรดหรือด่างต่างๆ

- ป้องกันการชุบติดทองในกระบวนการชุบทอง(GOLD PLATING)

วิธีการผลิตมี 2 วิธีตามชนิดของสีที่ใช้พิมพ์ ซึ่งลูกค้าจะกำหนดมา

<u>วิธีที่ 1</u> : THERMAL SOLDER MASK

ทำความสะอาดผิวหน้าทองแดงด้วยเครื่องขัด (SCRUBBER) หลังจากนั้นนำเอาแผ่นบอร์ดมาพิมพ์ด้วยหมึกประเภท THERMO CURING โดยเครื่องพิมพ์ (PRINTER) เมื่อพิมพ์เสร็จแล้ว นำเอาแผ่นบอร์ดไปอบให้แห้งด้วยอุณหภูมิสูงประมาณ 130 องศาเซลเซียส โดยตู้อบ (CONVENTIONAL OVEN)

<u>วิธีที่ 2</u> : WET FILM SOLDER MASK

นำเอาแผ่นบอร์ดมาประกบด้วยแผ่นฟิล์ม SOLDER MASK ซึ่งแผ่นบอร์ดนี้จะต้องผ่านการขัด (SCRUBBER) และพิมพ์หน้ากากด้วยหมึกชนิดพิเศษประเภท UV CURING อบด้วยอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียสด้วยตู้อบ (CONVEYORIZED OVEN) มาแล้ว การประกบแผ่นวงจร

ที่ต้องการบนแผ่นบอร์ดนี้ เพื่อปิดบริเวณที่ไม่ต้องการให้มีหมึกคลุม ไม่ให้โดนแสง UV ในขั้นตอนต่อไป แล้วทำการฉายแสงบอร์ดที่ประกบแผ่นฟิล์มด้วยแสงอุลตร้าไวโอเล็ต (UV) โดยเครื่องฉายแสง (EXPOSURE M/C) แล้วนำมาล้างด้วยน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด้วยเครื่องล้าง (DEVELOPER) หมึกบริเวณที่ไม่โดนแสง UV ก็จะถูกล้างออกไป จากนั้นจึงนำบอร์ดเข้าเครื่อง UV CURING ทำการฉายแสง UV เพื่อทำให้หมึกแข็งตัว สีที่ใช้สำหรับพิมพ์หน้ากากทั้ง 2 วิธี ปกติใช้สีเขียว

9. ชุบทอง (GOLD PLATING)

นำเอาแผ่นบอร์ด หลังจากพิมพ์หน้ากากแล้ว มาปะเทปกาวเพื่อป้องกันวงจรที่ไม่ต้องการชุบ ให้แยกจากบริเวณที่ต้องการชุบทอง ออกจากกัน ส่วนที่ต้องการชุบทอง จะต้องชุบด้วยนิเกิลก่อน แล้วชุบทองตามมาภายหลังด้วยเครื่องชุบอัตโนมัติ (AUTOMATIC TAB PLATER) ต่อเนื่องกันไป โดยวิธีการชุบ ELECTRO PLATING

10. ชุบตะกั่ว/ดีบุก (SOLDER COATED LEVELLING)

ประกบแผ่นเทปกาวลงบนวงจรทอง (FINGER AREA) เพื่อป้องกันบริเวณชุบทอง ไม่ให้โดนชุบด้วยตะกั่วและดีบุก เริ่มด้วยทำความสะอาดพื้นผิวทองแดงโดยใช้น้ำยาโซเดียมซัลเฟต ใน PRECLEAN SYSTEM และใช้น้ำยาประสานชนิดล้างด้วยน้ำธรรมดา (WATER SOLUABLE FLUX)ชุบบอร์ดอีกที นำบอร์ดไปชุบตะกั่วและดีบุกด้วยเครื่องชุบ(SOLDER COATED LEVELLER) ให้ติดบนลายวงจรและภายในรูของวงจรที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นทำความสะอาดโดยล้างเอาน้ำประสาน (FLUX)ออกจากบอร์ดที่ผ่านการชุบมาแล้ว ใน POST CLEAN SYSTEM

11. พิมพ์เครื่องหมาย (COMPONENT MARK)

นำเอาบอร์ดมาพิมพ์หมายเลขของผลิตภัณฑ์และเครื่องหมายการค้าของบริษัทด้วยระบบ SILK SCREEN แล้วอบหมึกพิมพ์บนบอร์ดหลังจากการพิมพ์ให้แห้ง ด้วยอุณหภูมิสูง โดยเตาอบ CONVEYORIZED OVEN

12. ตัดชิ้นรูปบอร์ด (PROFILING)

ใช้ตัดแผ่นบอร์ดออกเป็นหน่วยหรือชิ้น (UNIT) ตามความต้องการของลูกค้า โดยใช้เครื่องตัดหรือชิ้นรูปบอร์ด (PUNCHING M/C)

13. ตรวจสอบขั้นสุดท้ายและบรรจุหีบห่อ (FINAL INSPECTION AND PACKING)

เป็นการตรวจสอบความสมบูรณ์ของวงจรว่ามีการลัดวงจรหรือไม่ หลังจากผ่านขบวนการผลิตมาทั้ง 12 กระบวนการ ซึ่งนอกเหนือไปจากการตรวจสอบในแต่ละหน่วยผลิต อันเป็นการตรวจดูความผิดพลาดต่างๆ อย่างละเอียดอีกครั้งก่อนที่จะบรรจุส่งลูกค้า ในขั้นตอนนี้ เมื่อบอร์ดผ่านเข้ามาจะถูกตรวจสอบด้วยเครื่องตรวจ และทดสอบวงจร (ELECTRICAL TESTER) และ ตรวจสอบด้วยสายตา (VISUAL CHECK) หลังจากนั้นจะต้องตรวจสอบความเรียบตรงของบอร์ด (FLATNESS CHECK) บอร์ดที่ไม่ผ่านการตรวจสอบความสมบูรณ์ของวงจร จะถูกนำไปหาสาเหตุ(TROUBLE SHOOTING) และหาวิธีการแก้ไขต่อไป ซึ่งจะต้องถูกส่งไปซ่อม(REPAIR) ยังหน่วยผลิตต่าง ๆ ที่ผ่านมา และจะทำการบรรจุหีบห่อเพื่อทำการส่งออกต่อไป หลังจากได้รับการรับรองคุณภาพจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ (QUALITY ASSURANCE)

3.2 การวางแผนและการกำหนดงานผลิตที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารที่ระบุการสั่งซื้อสินค้าเรียกว่า MOR (MANUFACTURING ORDER RELEASE) จะระบุถึงชื่อผลิตภัณฑ์, ชื่อลูกค้า, จำนวนที่ต้องการ และรายละเอียดในการส่งสินค้า เช่น วันกำหนดส่ง, วิธีการส่ง เป็นต้น เมื่อฝ่ายวางแผนได้รับใบสั่งซื้อแล้วจะเริ่มต้นจัดงานเข้ากับหน่วยผลิต โดยพิจารณาถึงชิ้นงานที่อยู่ในหน่วยผลิต (BUFFER) ด้วย ในกรณีปกติเมื่อหน่วยผลิตไม่มีเหตุการณ์ใดๆที่ต้องเกิดการหยุดชะงักต่อการผลิต จะใช้วิธีการมาก่อนผลิตก่อน (FIRST IN FIRST OUT) นั่นคือ ถ้าชิ้นงานไหนเข้ามายังหน่วยผลิตก่อนจะได้รับการผลิตก่อน เพื่อส่งไปยังหน่วยผลิตต่อไป ชิ้นงานอื่นๆก็จะเข้ารับการผลิตตามลำดับก่อนหลังเป็นลักษณะเช่นนี้ตลอดทุกหน่วยผลิต สำหรับแผนการผลิต จะกำหนดเป็นรายวัน โดยเวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละวัน คำนวณจากกำลังผลิตมาตรฐาน (STANDARD CAPACITY) ไม่ว่าจะเกิดเหตุการณ์ใดๆที่ทำให้เกิดการ

หยุดชะงักต่อการผลิต หลังจากหน่วยผลิตนั้นสามารถปฏิบัติงานได้ตามปกติ ก็จะยังคงใช้หลักการมาก่อนผลิตก่อนเช่นเดิม สำหรับกรณีเกิดความบกพร่อง (DEFECT) ของชิ้นงาน ถ้าหากเกิดในขบวนการเจาะรูแผ่นบอร์ดและการพิมพ์หน้ากากแล้ว จะทำการซ่อมงาน (REWORK) ในวันต่อไปคือเวลาเริ่มต้นทำงานกะเช้า (7.00 น.) ด้วยเหตุผลที่ว่าไม่ต้องเสียเวลาตั้งชิ้นงานบนเครื่องจักร (SET UP) อีกครั้งหลังจากเอาชิ้นงานลงจากเครื่องเจาะและเครื่องพิมพ์แล้ว ชนิดของเหตุการณ์ที่ทำให้การผลิตหยุดชะงักตลอดจนความบกพร่องของชิ้นงาน ไม่ได้มีการแยกแยะให้เห็นเด่นชัด เพื่อการวางแผนกำหนดงานล่วงหน้า ซึ่งบางเหตุการณ์ไม่มีผลต่อแผนการผลิตเดิม แต่ยังคงนำมาพิจารณาเป็นผลกระทบต่อแผนการผลิตนั้น

ปัญหาการทำงานปัจจุบันคือ การไม่ได้แผนการผลิตที่เหมาะสมกับระบบ อันเป็นผลให้ผลลัพธ์ที่ได้ ไม่เป็นที่น่าพอใจ เมื่อเทียบกับเป้าหมาย กล่าวคือ ได้ผลผลิตรวมต่ำ จำนวนงานไม่ทันส่งมีมาก ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งกำไร,โอกาสและความเชื่อถือต่อบริษัทเกิดการใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ การหาวิธีการแก้ไขเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จต่อเป้าหมาย จึงเป็นสิ่งสำคัญ การนำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ จึงน่าจะเป็นวิธีการที่ดี เพราะเป็นการสร้างระบบงาน เพื่อให้เกิดแผนการผลิตที่เหมาะสม ด้วยความรู้ ความสามารถของผู้ปฏิบัติงานโดยตรง

3.3 ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวางแผนและการกำหนดงานผลิตในโรงงานแผ่นวงจรพิมพ์

สิ่งสำคัญต่อการจัดงานเข้าหน่วยผลิต คือการจัดลำดับงานเข้ารับการผลิตอย่างเหมาะสมเพื่อให้บรรลุสำเร็จถึงเป้าหมายหลัก ในโรงงานแผ่นวงจรพิมพ์นั้น ถ้าหากไม่มีการติดตามประเมินผลอย่างใกล้ชิดซึ่งจะบ่งบอกให้เห็นถึงการหาวิธีการและหลักเกณฑ์ที่ดี มาใช้แล้ว จะเป็นการยากที่จะบรรลุเป้าหมายได้ เพราะมีหลายขั้นตอนการผลิตที่ใช้เวลาในการผลิตชิ้นงานแตกต่างกันออกไป อีกทั้งความไม่ราบรื่นในการผลิต ความผันแปรในเชิงการสั่งซื้อสำหรับประเภทนี้มีอยู่มาก และที่สำคัญคือต้องมีกลยุทธ์ที่คิดว่าดีพอในการแก้ไขปัญหาทั้งในขบวนการผลิตและการวางแผนการผลิตให้ได้ผลเป็นที่พอใจทั้งบริษัทผู้ผลิตและลูกค้า

ระบบผู้เชี่ยวชาญนับว่าเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้อย่างมากในการวางแผน และการกำหนดการผลิตของโรงงานประเภทนี้ เนื่องจากเป็นการระดมความคิดจากผู้มีความชำนาญทางด้านการจัดงานเข้าผลิต ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายวางแผนหรือฝ่ายผลิตโดยตรง ทั้งนี้เป้าหมายจะต้องเป็นไปในทางเดียวกัน แต่เทคนิคการจัดงานหรือการแก้ไขด้วยความรู้, แนวคิดเหตุผล และหลักเกณฑ์ต่างๆ จะเป็นไปตามประสบการณ์ ตลอดจนความรอบรู้ ที่เคยผ่านมา การใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญแนะนำลำดับการผลิตตามหน่วยผลิตต่างๆ จะเริ่มต้นการวางแผนจาก MOR.และใช้งานเมื่อเกิดปัญหาหรือเหตุการณ์ในหน่วยผลิต

ผลที่คาดหวังจากการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วยในการวางแผนและการกำหนดงานผลิต คือ การได้รับผลผลิตที่เทียบกับเป้าหมายหลักแล้ว ประเมินได้ดีกว่าผลลัพธ์จากวิธีการเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน