**บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ในการศึกษานี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบ MES (Manufacturing Execution System) สำหรับกระบวนการผลิตแบบสถานีงานเดี่ยว (Single station) เพื่อช่วยในการบริหารและวางแผนการผลิต มีทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่   
 1) ทฤษฎีการบริหารการผลิต  
 2) ทฤษฎีการพัฒนาระบบสารสนเทศ  
 3) ระบบการดำเนินการผลิต (Manufacturing Execution System : MES)  
 4) กระบวนการผลิตแบบสถานีงานเดี่ยว (Single station manufacturing cell)   
 5) แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD)  
 6) การปฏิบัติอุตสาหกรรม 4.0 (Industrial 4.0)

**2.1 ทฤษฎีการบริหารการผลิต**

การบริหารการผลิต เป็นการบริหารงาน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์โดยใช้ทรัพยากรการผลิต กำลังคน วัตถุดิบ วัสดุการผลิต เครื่องจักรอุปกรณ์ เงิน และพลังงาน ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ให้กลายเป็นสินค้าและบริการที่ต้องการ โดยอาศัยผู้บริหารงานผลิตเป็นผู้ออกแบบวางแผนและควบคุมการดำเนินการแปรรูปหรือที่เรียกรวมๆกันว่าการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในการบริหารการผลิตมีประเด็นที่ผู้บริหารต้องตัดสินใจหลายด้าน ได้แก่ ด้านการกำหนดกระบวนการผลิต ด้านการวางแผนการผลิตและการควบคุมการผลิต ด้านการกำหนดกำลังคนและด้านการควบคุมคุณภาพ 6  
การกำหนดกระบวนการผลิต สามารถแบ่งได้เป็น 2 กระบวนการคือ

1) กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง จะเป็นการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐาน มีจำนวนชนิดน้อย ปริมาณความต้องการมีลักษณะเป็นแนวโน้มที่แน่นอน สามารถผลิตสินค้าได้ครั้งละมากๆ ในสายการผลิตของระบบนี้ จึงนิยมใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตที่เป็นแบบเฉพาะอย่าง ซึ่งมีความสามารถในการผลิตสินค้าได้คราวละมากๆ และมีความเที่ยงตรงสูง จุดสำคัญของ ระบบการผลิตนี้คือ การผลิตของแต่ละหน่วยการผลิตจะต้องมีขนาดเท่ากัน จึงจะทำให้สายงาน การผลิตเกิดการสมดุล  
 2) กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องหรืองานตามสั่ง (job shop) จะเป็นกรผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้า ปริมาณการผลิตแต่ละครั้งมีจำนวนไม่มาก ไม่แน่นอนและผลิตสินค้าในหลายๆชนิด พร้อมๆกัน ด้วยเหตุนี้ในระบบการผลิตแบบตามสั่ง นอกจากจะต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่มีลักษณะอเนกประสงค์ (Multi-purpose machine) คือสามารถปรับแต่งให้ใช้ได้กับทุกๆประเภทของผลิตภัณฑ์ และมีทรัพยากรต่างๆที่มีความอ่อนตัวหรือยืดหยุ่น (Flexible) สามารถปรับแต่งให้ใช้ได้ตามความแปรปรวนของอุปสงค์ที่ไม่อาจคาดเดาได้อีกด้วย ทั้งนี้กระบวนการผลิตทั้ง 2 กระบวนการข้างต้น มีการแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบวางแผนการผลิต ระบบควบคุมการผลิตและระบบควบคุมวัสดุคงคลัง ซึ่งแต่ละระบบมีหน้าที่ดังนี้  
 1) ระบบวางแผนการผลิต มีหน้าที่ดังนี้  
 - การร่วมตอบรับคำสั่งซื้อจากลูกค้า  
 - การกำหนดรายการวัสดุที่ใช้ในการผลิต  
 - การวางแผนกรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตแต่ละชิ้นส่วน  
 - การเก็บรายละเอียดที่จำเป็นสำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง  
 - การวางแผนการดำเนินงาน  
 - การประมาณเวลา  
 - การกำหนดตารางการผลิต  
 2) ระบบควบคุมการผลิต มีหน้าที่ดังนี้  
 - การออกคำสั่งการผลิต   
 - การติดตามงาน  
 - การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

**ระบบวางแผนการผลิต** 7ในระบบการผลิตแบบงานตามสั่ง เมื่อเริ่มทำการผลิตเครื่องจักรหรือสถานีการผลิตต่างๆจะได้รับการกำหนดให้ทำงานตามแผนที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งแผนกำหนดตารางการทำงานต่างๆ จะต้องมีความเหมาะสมมิฉะนั้นอาจจะเกิดปัญหาต่างๆขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้  
 1) โรงงานรับคำสั่งจากลูกค้า ซึ่งประกอบไปด้วย ลักษณะและรายละเอียดต่างๆ ของสินค้าที่ต้องการให้ผลิตและระยะเวลาที่ต้องใช้ในการผลิต สำหรับระยะเวลาที่ต้องใช้ในการผลิตนี้ ต้องเป็นความตกลงกันระหว่างโรงงานและลูกค้า ดังนั้นโรงงานจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าแต่ละชนิด2) จากลักษณะและรายละเอียดของสินค้าที่ต้องการผลิต จะมีการแยกแยะสินค้าว่าจะต้อง ผ่านกระบวนการใดบ้าง เช่น ตัด ขัด เจาะ เป็นต้น  
 3) จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 ผู้ผลิตจะใช้วิธีการกำหนดงานเข้าไปใช้ เพื่อให้ได้การผลิตที่  
เป็นไปตามคำสั่งของลูกค้า ซึ่งประกอบเป็นขั้นตอนย่อยดังนี้  
 - การมอบหมายงานให้กับหน่วยงาน คือ การกำหนดว่างานที่ได้รับมาจะต้องทำ  
ด้วยเครื่องจักรใดบ้าง  
 - การจัดลำดับงาน เนื่องจากโรงงานไม่ได้ทำงานชนิดเดียว หรือลูกค้ารายเดียว จึงมักมี  
งานอยู่รายงานที่รอใช้เครื่องจักรเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดลำดับขั้นตอนของงานว่าจะให้งานใดทำก่อนและงานใดทำหลังที่แต่ละหน่วยของเครื่องจักร การจัดลำดับก่อนหลังมักจะขึ้นกับลำดับความสำคัญของงาน  
 - การกำหนดรายละเอียดตารางในการทำงาน คือการจัดทำตารางเวลา ว่างานใดจะต้อง เริ่มต้นและสิ้นสุดเมื่อไหร่บนสถานีงานผลิตต่างๆ โดยมีปัจจัยต่างๆต้องนำมาพิจารณา ได้แก่ ภาระงานบนตารางการผลิตปัจจุบัน จำนวนพนักงานที่มีอยู่ จำนวนเครื่องจักรที่มีอยู่ กำลังผลิตและประสิทธิภาพของเครื่องจักร ตารางการซ่อมบำรุงเครื่องจักร รวมถึงปัญหาอื่นๆ ที่จะเกิดขึ้นระหว่างการทำงาน

**ระบบควบคุมการผลิต** 8

การควบคุมการผลิต เป็นการติดตามผล การรายงานความก้าวหน้าของการทำงาน การปรับปรุงแก้ไขให้การผลิตสามารถดำเนินไปอย่างสัมฤทธิ์ผล โดยมีขั้นตอนในการควบคุมการผลิตดังนี้  
 1) การบันทึกและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าของงาน  
 2) วิเคราะห์ความก้าวหน้าของงาน โดยเปรียบเทียบกับแผนการผลิตที่วางไว้  
 3) ดำเนินการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงตารางการผลิตตามความจำเป็น ซึ่งจะนำไปสู่  
 เป้าหมายที่ต้องการ  
 4) วิเคราะห์ข้อมูลที่ต่างๆ หลังจากเสร็จสิ้นงานการผลิตแต่ละครั้ง เพื่อใช้ในการพัฒนาและ  
ปรับปรุงกระบวนการควบคุมการปฏิบัติงาน ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

**3.2 ทฤษฎีการพัฒนาระบบสารสนเทศ**

ทฤษฎีการพัฒนาระบบสารสนเทศจะอ้างอิงเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย  
 1) ความสัมพันธ์ของข้อมูล สารสนเทศ และระบบสารสนเทศ  
 2) แนวความคิดการออกแบบองค์กรด้วยระบบสารสนเทศ  
 3) วัฏจักรการพัฒนาระบบสารสนเทศ  
 4) การวิเคราะห์ระบบและการออกแบบระบบสารสนเทศ

**ความสัมพันธ์ของข้อมูล สารสนเทศ และระบบสารสนเทศ** 9

ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ยังไม่ผ่านการประมวลผล ซึ่งอาจอยู่ในรูปของตัวเลข หรือตัวหนังสือ ก็ได้ เช่นปริมาณการผลิตประจำวันของพนักงานแต่ละคน  
 สารสนเทศหรือข่าวสาร (Information) ได้แก่ผลลัพธ์ (Output) ที่เกิดจากการนำข้อมูลต่างๆไปผ่าน  
 กระบวนการประมวล ซึ่งสารสนเทศที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป เช่น การนำส่วนต่างระหว่างปริมาณการผลิตที่เกิดขึ้นจริงกับปริมาณที่สั่งผลิต ไปปรับตารางการผลิตระบบสารสนเทศประกอบด้วยส่วนนำเข้า ส่วนกระบวนการหรือส่วนประมวลผล และส่วนผลลัพธ์ โดยข้อมูลจะเป็นวัตถุดิบของระบบในส่วนนำเข้า เพื่อประมวลผลข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ให้ได้สารสนเทศ

โดยมีขั้นตอนในการประมวลผลเพื่อสารสนเทศ ดังนี้  
 1) การปฏิบัติการในส่วนนำเข้า ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล  
 2) การปฏิบัติการในส่วนประมวลผล ประกอบด้วย การแบ่งประเภท การจัดเรียงลำดับ การคำนวณ และการสรุป  
 3) การปฏิบัติการในส่วนผลลัพธ์ ประกอบด้วย การแสดงผล การเก็บรักษาข้อมูล การนำ  
ข้อมูลที่เก็บมาใช้ และการคัดลอกข้อมูล

**แนวความคิดการออกแบบองค์การด้วยระบบสารสนเทศ**

การนำระบบสารสนเทศเข้ามาใช้ในองค์การ เกี่ยวข้องกับการนำเอาฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ใหม่เข้ามาใช้ การเปลี่ยนแปลงในกระบวนงาน ทักษะการทำงาน การบริหารงานและโครงสร้างองค์การ ดังนั้นการออกแบบระบบสารสนเทศใหม่ หมายถึงการออกแบบกระบวนการหรือขั้นตอนการทำงานขององค์การใหม่ด้วย ก่อนการนำระบบใหม่มาใช้ ผู้พัฒนาระบบต้องเข้าใจถึงธรรมชาติของระบบงานปัจจุบัน ปัญหาความขัดแย้งที่มีอยู่ โครงสร้างการทำงานและกระบวนการทำงานใหม่ที่จะนำมาใช้ ผลกระทบต่อองค์การจากการนำระบบมาใช้การพัฒนากระบวนการทำงาน การจัดระบบใหม่ จึงเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและซับซ้อน ดังนั้นองค์การจึงต้องมีความจำเป็นต้องจัดทำแผนระบบสารสนเทศที่สามารถสนับสนุนแผนธุรกิจหลักขึ้นมา แผนระบบสารสนเทศจึงทำหน้าที่ระบุทิศทางของการพัฒนาระบบที่มีความเป็นเหตุเป็นผลสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันและแผนดำเนินการเชิงกลยุทธ์ขององค์การ

ในการพัฒนาแผนระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ องค์การต้องเข้าใจถึงความต้องการ สารสนเทศที่สำคัญ วิธีการที่ใช้ในการหาความต้องการสารสนเทศของกิจการในภาพรวม ได้แก่ การวิเคราะห์กิจการและการวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จ

1) การวิเคราะห์กิจการ (Enterprise Analysis) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ความต้องการสารสนเทศของกิจการอย่างกว้างๆ โดยพิจารณาองค์การทั้งหมดในรูปแบบของหน่วยองค์การ หน้าที่งานกระบวนการและส่วนประกอบของข้อมูล เพื่อช่วยให้สามารถระบุคุณสมบัติที่แท้จริงขิงข้อมูลองค์การ วิธีนี้มีหลักการคือการเก็บข้อมูลจากผู้บริหาร เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการใช้สารสนเทศวิธีการให้ได้มาซึ่งข้อมูล วิธีการใช้สารสนเทศ และวิธีการตัดสินใจจากสารสนเทศ

2) การวิเคราะห์ปัจจัยของความสำเร็จ (Critical Success Factor, CSF) เป็นการศึกษาเป้าหมายในการปฏิบัติงานขององค์การ หน่วยงาน หรือผู้บริหาร ที่เชื่อว่าจะทำให้องค์การประสบความสำเร็จ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับความต้องการระบบสารสนเทศขององค์การ วิธีการนี้มีกลักการคือ การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้บริหารหรือผู้ใช้งาน เพื่อให้ทราบ CFS ของแต่ละคนและนำข้อมูลไปวิเคราะห์

**วัฎจักรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle)**10

วัฎจักรระบบสารสนเทศ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) การตรวจสอบเบื้องต้น ( Preliminary Investigation) จะทำเมื่อต้องการพัฒนางานหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการทำงานอยู่ในปัจจุบัน เมื่อตรวจสอบแล้วจึงจัดทำข้อเสนอเกี่ยวกับ  
วิธีการในการแก้ปัญหา หรือหนทางที่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหาร สำหรับการดำเนินการใน  
ขั้นตอนต่อไป  
 2) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ว่าต้องการระบบแบบใด และสารสนเทศอะไร ด้วยผังแสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูล (data flow diagram)  
 3) การออกแบบระบบ (System Design) เป็นการออกแบบระบบที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ และสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ  
 4) การจัดหา (System Acquisition) เป็นการพิจารณาเกี่ยวกับประเภทของฮาร์ดแวร์ซอฟท์แวร์ และการบริหารต่างๆที่จำเป็นจะติดตามมา แนวทางการจัดการได้แก่ การซื้อหรือเช่าหรือการพัฒนาระบบเดิม จะถูกนำมาพิจารณาว่าแนวทางใดเป็นประโยชน์แก่องค์การมากที่สุด  
 5) การติดตั้งเพื่อใช้งานและการบำรุงรักษา (System Implementation and Maintenance) การติดตั้งจะต้องมีการปรับแต่งระบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยผู้ใช้ระบบจะได้รับการอบรม เพื่อให้เข้าใจและสามารถใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการดูแลรักษาระบบนั้น จะดำเนินการ  
ควบคู่กันไป โดยมีการปรับแต่งระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ และสภาพแวดล้อม  
ทางธุรกิจที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น การทบทวนความถูกต้องของระบบเพื่อตรวจสอบว่ามี  
ปัญหาในการประมวลผลหรือไม่

**การวิเคราะห์ระบบและการออกแบบระบบสารสนเทศ** 11

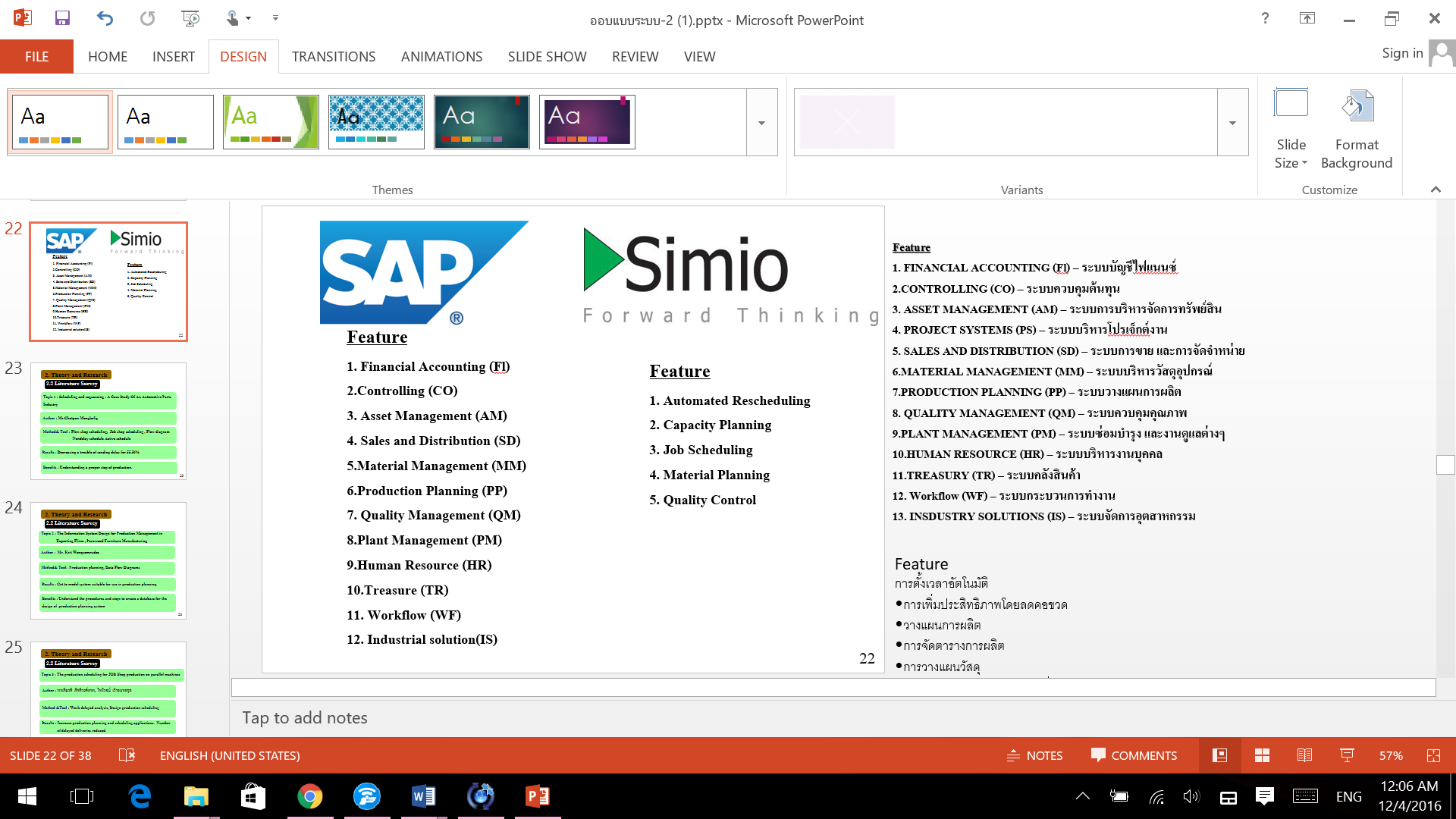
1) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)  
 การวิเคราะห์ระบบ ประกอบไปด้วย การระบุถึงปัญหา การระบุต้นเหตุของปัญหา การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา การระบุสารสนเทศที่ต้องการสำหรับระบบที่ใช้แก้ปัญหา รวมถึงการระบุโอกาสใหม่ๆ สำหรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภายหลังการวิเคราะห์ระบบ ผู้วิเคราะห์ระบบต้องสามารถแจกแจงรายละเอียดการทำงาน ขอบเขตของปัญหาและข้อจำกัดของระบบที่ใช้อยู่ โดยตรวจสอบกระบวนการทำงานของระบบเอกสาร สังเกตการณ์ปฏิบัติการของระบบและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ผลที่ได้คือ ผู้วิเคราะห์ระบบ สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างระบบสารสนเทศ และสามารถกำหนดความต้องการสารสนเทศสำหรับระบบใหม่ ซึ่งเป็นการระบุถึงรายละเอียดของสารสนเทศที่จำเป็นต้องใช้ในระบบใหม่ ลักษณะของสารสนเทศที่บุคลากรในระดับต่างๆขององค์การต้องการและวิธีการให้ได้มาซึ่งสารสนเทศ

2) การออกแบบระบบ (System Design)  
 การออกแบบระบบจากการกระทำหลังการวิเคราะห์ระบบโดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อลดความซ้ำซ้อนของกิจกรรมที่ทำซ้ำๆในแต่ละกระบวนการทางธุรกิจ การจัดกลุ่มกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์แบะผลลัพธ์ใกล้เคียงกัน ให้ใช้กระบวนการเดียวกันในการปฏิบัติงาน การลดและตัดทอนกิจกรรมที่ไม่จำเป็น การระบุกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำเนินงานของธุรกิจ รวมไปถึงการสร้างระบบการควบคุมการใช้ข้อมูลในการปฏิบัติงานให้มีการเข้าถึงและถูกส่งต่อไปยังกระบวนการอื่นๆอย่างเป็นระบบ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและสนับสนุนการปฏิบัติงาน เพื่อช่วยลดความผิดพลาดในการส่งผ่านข้อมูล การรวบรวม และการนำเสนอรายงาน

**แนวคิดระบบสารสนเทศสำหรับการผลิต**

การพัฒนาระบบนี้คือการรวมทฤษฎีการบริหารการผลิตและทฤษฎีการพัฒนาระบบสารสนเทศเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นระบบสารสนเทศทางการผลิตซึ่งหมายถึง สารสนเทศที่แสดงการไหลไปของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิต และกิจกรรมต่างๆของการผลิต เช่น การวางแผนและควบคุมการผลิต การจัดการและควบคุมสินค้าคงเหลือ การจัดซื้อ การส่งสินค้า การจัดลำดับการผลิต เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลและระบบสารสนเทศที่ต้องใช้เพื่อการบริหารการผลิตมีปริมาณมาก นอกจากนี้การจะได้มาซึ่งระบบสารสนเทศ จะต้องมีความรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ การจัดการระบบสารสนเทศทางการผลิตจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการบริหารการผลิต ระบบการผลิตนับว่าเป็นระบบที่มีความสำคัญมากระบบหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์การที่ผลิตสินค้า ระบบการผลิตมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับระบบอื่นๆในองค์การดำเนินการของระบบการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบย่อย คือ  
 1) ระบบย่อยสำหรับวางแผน จะให้สารสนเทศเพื่อการวางแผนด้านการผลิต เช่น แผนการจัดลำดับการผลิต แผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักร แผนการจัดซื้อวัตถุดิบ แผนการจัดกำลังคนเพื่อใช้ใน  
การผลิต และแผนการกำหนดปริมาณการผลิต เป็นต้น  
 2) ระบบย่อยสำหรับการดำเนินการ และควบคุมจะให้สารสนเทศเพื่อใช้ในการดำเนินการและควบคุมด้านการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย การควบคุมคุณภาพ การควบคุมปริมาณวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ตลอดจนการติดตามผลการผลิตสารสนเทศที่สำคัญเพื่อใช้ในการควบคุมด้านการผลิต ประกอบด้วย รายงานแสดงสถานภาพของสินค้าคงเหลือ รายงานผลการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปรายงานประมาณการใช้วัตถุดิบ รายงานประมวลผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ และรายงานเวลาที่ทำงานของคนงานด้านการผลิต ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับระบบสารสนเทศทางการผลิต ประกอบด้วย ใบสั่งซื้อสินค้า ใบสั่งซื้อวัตถุดิบ ใบรับสินค้าและใบส่งสินค้าจากคลังเก็บสินค้า ใบลงเวลาการทำงานของคนงาน ใบลงเวลาการใช้เครื่องจักร ปริมาณสินค้าคงเหลือในระหว่างการผลิต ปริมาณการผลิตรายวัน ปริมาณสินค้าที่มีตำหนิ และใบแจ้งซ่อมเครื่องจักร เป็นต้น รวมถึงข้อมูลที่มาจากระบบสารสนเทศอื่นๆในองค์การ จึงจะเพียงพอต่อการตัดสินใจของผู้บริหารในการบริหารการผลิตสารสนเทศที่ได้จากระบบสารสนเทศทางการผลิต ประกอบด้วย ปริมาณการผลิต ปริมาณความต้องการวัตถุดิบ ลำดับการผลิต ลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักร การจัดซื้อวัตถุดิบ การจัดกำลังคนด้านการผลิต สถานภาพของสินค้าคงเหลือ ปริมาณสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ ปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ ต้นทุนการผลิต เป็นต้น

**3.3 ระบบการดำเนินการผลิต (Manufacturing Execution System: MES)** 4

Manufacturing Execution System (MES) เป็นระบบการคำนวณที่ใช้ในการผลิตช่วยวางแผนและ   
ตัดสินใจในการผลิต โดยมีการทำงานแบบเรียลไทม์เพื่อทำให้สามารถควบคุมองค์ประกอบต่างๆในการผลิตได้ในเวลาเดียวกัน สามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของสายการผลิตและเครื่องจักร Overall Equipment Effectiveness (OEE) ทั้งนี้ MES ได้สร้างขั้นตอนการผลิตและการตอบรับในแบบเรียลไทม์สำหรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังให้ข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสิน แนวทางในการเริ่มต้น และแนวทางในการตอบสนอง ช่วยให้กระบวนการผลิตเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด ส่งผลให้กระบวนการผลิตสอดคล้องกับการสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าและสามารถส่งมอบสินค้าได้ตามกำหนด และได้ทำการศึกษาระบบ MES ที่โรงงานส่วนใหญ่นำไปใช้งาน ได้แก่ ระบบ SAP และ SIMIO

รูป 2.1 ลักษณะสำคัญของ SAP และ Simio

**SAP software** 12

จุดเด่นของระบบ เป็นระบบที่ทำหน้าวางแผนการผลิตและจัดการเกี่ยวกับทรัพยากรของ  
องค์ทั้งหมดสามารถทำงานเชื่อมโยงกันซึ่งช่วยในการบันทึกข้อมูลและเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลด้วย

**ข้อดีของระบบ SAP**

* ระบบสามารถจัดการเกี่ยวกับทรัพยากรครอบคลุมทั้งองค์กร
* ระบบสามารถลดต้นทุน  เพิ่มผลผลิต ทำให้การจัดการงานต่างๆ ทำได้ง่ายขึ้น
* ระบบสามารถวิเคราะห์ สร้างมุมมองในการจัดการกับปัญหาได้ง่ายเนื่องจากมีการนำข้อมูลจากทุกๆ ส่วน ทุกๆ ฝ่ายมาเชื่อมโยงกัน

**ข้อเสียของระบบSAP**

* SAP software ราคาสูงมาก
* ระบบมีความซับซ้อนเข้าใจได้ยากเพราะApplication ทั้งหมดของระบบ SAPนั้น ถูพัฒนาขึ้นด้วยภาษา ABAP
* ใช้เวลาติดตั้งนานและเสียเงินค่าอบรมก่อนใช้ระบบ
* ไม่เหมาะกับธุรกิจขนาดย่อมและอุตสาหกรรมขนาดเล็กเนื่องจากไม่คุ้มค่า
* บางครั้งอาจเกิดปัญหาในการเชื่อมต่อกับองค์กรได้ **SIMIO software**13  
   ระบบวางแผนการผลิตซึ่งสามารถสร้างแบบจำลองโมเดล 3 มิติที่ถูกต้องอย่างรวดเร็ว โดย   
  มีโมดูลของวัตถุที่สามารถลากและวาง ช่วยให้ผู้ใช้สร้างแบบจำลองได้อย่างรวดเร็วและ สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของตารางการผลิต ช่วยให้สามารถคาดการณ์และวางแผนการผลิตได้อย่าง  
  ปลอดภัยและไม่มีความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น **ข้อดีของระบบSIMIO**
* ลดต้นทุนโดยรวมในการผลิต
* พัฒนาระบบการผลิตและเพิ่มความถูกต้องในการวางแผนการผลิต
* แก้วิกฤตการจัดตารางเวลา สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแล้วดำเนินการวางแผนการผลิต
* เพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการผลิต
* การสร้างแบบจำลองได้เร็วขึ้นและเต็มรูปแบบในลักษณะ 3 มิติเสมือนจริง
* ใช้กับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น Airports, Assembly, Transportation, Manufacturing
* สามารถจัดการเมื่อเหตุการณ์ไม่คาดคิดและปรับปรุงการดำเนินงานประจำวันให้ทันเวลาส่งมอบและงบประมาณที่กำหนด  
   **ข้อเสียของระบบSIMIO**
* ราคาสูงมาก
* ไม่เหมาะกับธุรกิจขนาดย่อมและอุตสาหกรรมขนาดเล็กเนื่องจากไม่คุ้มค่า  
   หลังจากได้ทำการศึกษาข้อดีข้อเสียของระบบ จึงได้นำ Feature ที่เป็นข้อเด่นของทั้ง 2 ระบบมา ประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ได้แก่  
   • การตั้งเวลาอัตโนมัติ  
   • การเพิ่มประสิทธิภาพโดยลดคอขวด  
   • วางแผนการผลิต  
   • การจัดตารางการผลิต  
   • การวางแผนวัสดุ  
   • จัดลำดับความสำคัญตามงานที่ผลิต  
   • ควบคุมคุณภาพ

**3.4 กระบวนการผลิตแบบสถานีงานเดี่ยว (Single station manufacturing cell)**14

กระบวนการผลิตแบบสถานีงานเดียว(Single Station manufacturing Cells) หรือเรียกสั้นๆว่า SMC   
เป็นกระบวนการผลิตที่แต่ละสถานีงานในโรงงานทำงานเป็นอิสระต่อกัน นั่นคือการหยุดงานของสถานีงานหนึ่งไม่มีผลกระทบกับอีกสถานีงานหนึ่ง ถึงแม้ว่ากิจกรรมของพวกเขาจะประสานงานรวมกันกับระบบการผลิตขนาดใหญ่ ถือเป็นการผลิตแบบ Job Shop SMC สามารถออกแบบสำหรับการผลิตแบบ

* Single Model Production (งานเดียว)
* Batch Production (กลุ่มงานคล้ายกัน)
* Mixed Model Production (งานที่มีความหลากหลาย)

โดย SMC จะใช้จัดสรรสถานีงานให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต และใช้หาจำนวนเครื่องจักรต่อหนึ่งคนที่ให้ดูแลเครื่องจักรซึ่งมี 2 รูปแบบคือ

แบบที่ 1 Single Station Manned Cell (Type I M) ประกอบด้วยคนงาน 1 คน ดูแลเครื่องจักร 1 เครื่อง อาจเป็นวิธีการผลิตที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดในปัจจุบัน ครอบคลุม Job Shop และ Batch Production ใช้เวลาในการติดตั้งเครื่องสั้น เริ่มดำเนินการในการผลิตชิ้นงานใหม่ๆได้ง่าย ใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดในระบบกระบวนการผลิตทั้งหมด เป็นระบบเทคโนโลยีที่มีความง่ายที่สุดในการติดตั้งและดำเนินงาน เหมาะกับการผลิตแบบปริมาณน้อยๆ เป็นผลให้มีค่าต้นทุนต่อหน่วยการผลิต (Cost per Unit) ต่ำสุด เป็นระบบการผลิตที่มีความยืดหยุ่นมากที่สุด

สามารถแบ่งรูปแบบย่อยๆได้ 2 รูปแบบ   
 1.1. Manually Operated Station เป็นการทำงานประกอบไปด้วย เครื่องจัก ซึ่ง  
 เครื่องจักรควบคุมโดยคนงานและผู้ที่นำชิ้นงานเข้าออกเครื่องจักร 1.2. Semi-Automated station เครื่องจักรนั้นจะถูกความคุมโดยรูปแบบของโปรแกรม   
 และคนงานจะเพียงแค่ใส่และถอดชิ้นงานหรือ ทำกิจกรรมง่ายๆที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน

แบบที่ 2 Single Station Automated Cell (Type I A) ประกอบด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ (Automate) สามารถที่จะดำเนินการในระยะเวลายาวกว่า 1 รอบเครื่อง คนงานไม่จำเป็นต้องยืนประจำอยู่ที่เครื่องจักร ยกเว้นจะมาใส่และถอดชิ้นงานเป็นบางครั้งหรืออื่นๆ ต้นทุนด้านแรงงานลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ Single Station Manned Cell (Type I M) เป็นระบบที่ง่ายและไม่แพงมากในการที่จะติดตั้ง อัตราการผลิตโดยปกติเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ Single Station Manned Cell (Type I M) เป็นขั้นแรกในการเริ่มใช้ระบบแบบ Multi-Station Automated เป็นระบบ Automation ที่มีการเชื่อมโยงกัน ถือเป็น Industrial 3.0

**สูตรในการคำนวณต่างๆ**

**Unattended Time of operation of the manufacturing cell (min)**

**UT =**

np = parts storage capacity of the storage subsystem (pc)

Tc = cycle time of the automated work station (min/pc)

1. สูตรหารอบเวลาในการทำงาน

**=**

Tm = machine processing time

Ts = worker service time (unloading / loading)

1. สูตรการวิเคราะห์จำนวนสถานีงานที่ต้องการ

**WL =**

WL = workload scheduled for a given period (hr. of work / hr. or ( wk.) )

Q = quantity to be produced during the period (pc / hr. or pc / wk., etc.)

Tc = cycle time required per piece (hr. / pc)

**n =**

n = number of workstations

AT = available time on one station in the period (hr. / period)

**AT = TAU**

AT = available time (hr.)

T = actual clock time during the period (hr.)

A = availability

U = utilization ; When, A and U are expressed as decimal fractions

**=**

**Q = quantity of good units made in the process**

**Qo = original or starting quantity**

**q = fraction defect rate**

**WL =**

**Ew = worker efficiency**

2. สูตรสำหรับ Machine Clusters

**n( =**

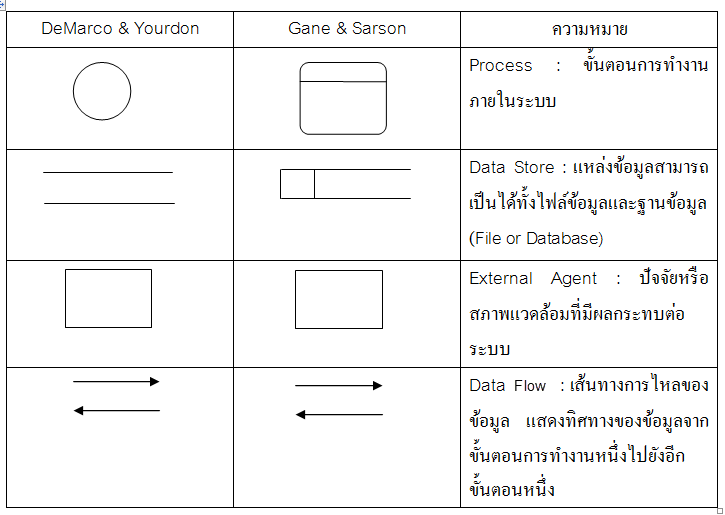
n = number of machines

Tm = machine semi-automatic cycle time (min)

Ts = worker service time per machine (min)

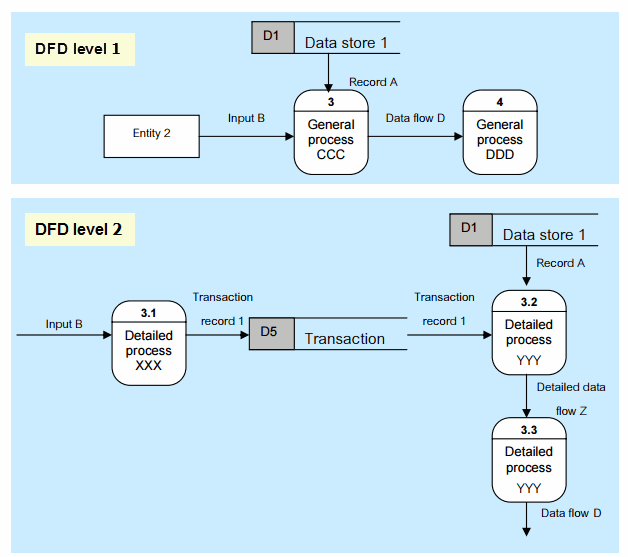
Tr = worker reposition time between machine (min)

**2.5 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD)**15

**แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD)** เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนแบบระบบใหม่ในการเขียนแผนภาพจำลองการทำงานของกระบวนการ (Process) ต่างๆในระบบโดยจะนำเสนอรายละเอียดของการจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบด้วย “แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD)” เป็นเครื่องมือเชิงโครงสร้างที่ใช้บรรยายภาพรวมของระบบโดยแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบหรือกระบวนการผลิต(process)  ระบุแหล่งกำเนิดของข้อมูล การไหลของข้อมูล ปลายทางข้อมูล การเก็บข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล ซึ่งจะช่วยแสดงแผนภาพ ว่าข้อมูลมาจากที่ใด สิ่งที่ได้รับและระบุการเก็บข้อมูล

**ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์แผนภาพกระแสข้อมูล**

**สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูล** 1. Process หรือ ขั้นตอนการดำเนินงานคือ งานที่ดำเนินการ/ตอบสนองข้อมูลที่รับเข้า หรือดำเนินการ/ตอบสนองต่อเงื่อนไข/ สภาวะใดๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าขั้นตอนการดำเนินงานนั้นจะกระทำโดยบุคคล หน่วยงาน หุ่นยนต์ เครื่องจักร หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ก็ตาม  
 2. แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) เป็นแหล่งเก็บ/บันทึกข้อมูล เปรียบเสมือนคลังข้อมูล (เทียบเท่ากับไฟล์ข้อมูล และฐานข้อมูล) โดยอธิบายรายละเอียดและคุณสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งที่ต้องการเก็บ/บันทึก สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายคือสี่เหลี่ยมเปิดหนึ่งข้าง แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ทางด้านซ้ายใช้แสดงรหัสของ Data Store อาจจะเป็นหมายเลขลำดับหรือตัวอักษรได้เช่น D1, D2 เป็นต้น สำหรับส่วนที่ 2 ทางด้านขวา ใช้แสดงชื่อ Data Store หรือชื่อไฟล์  
 3. ตัวแทนข้อมูล (External Agents) หมายถึง บุคคล หน่วยงานในองค์กร องค์กรอื่นๆ หรือระบบงานอื่นๆ ที่อยู่ภายนอกขอบเขตของระบบ แต่มีความสัมพันธ์กับระบบ โดยมีการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อดำเนินงาน และรับข้อมูลที่ผ่านการดำเนินงานเรียบร้อยแล้วจากระบบ สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบาย คือ สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในจะต้องแสดงชื่อของ External Agent โดยสามารถทำการซ้ำ (Duplicate) ได้ด้วยการใช้เครื่องหมาย \ (back slash) ตรงมุมล่างซ้าย  
 4. เส้นทางการไหลของข้อมูล (Data Flows**)** เป็นการสื่อสารระหว่างขั้นตอนการทำงาน (Process) ต่างๆ และสภาพแวดล้อมภายนอกหรือภายในระบบ โดยแสดงถึงข้อมูลที่นำเข้าไปในแต่ละ Process และข้อมูลที่ส่งออกจาก Process ใช้ในการแสดงถึงการบันทึกข้อมูล การลบข้อมูล การแก้ไขข้อมูลต่างๆ สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายเส้นทางการไหลของข้อมูลคือ เส้นตรงที่ประกอบด้วยหัวลูกศรตรงปลายเพื่อบอกทิศทางการเดินทางหรือการไหลของข้อมูล  
 **การเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล DFD Level 0 [Context  Diagram]**  
 แผนภาพบริบท (Context Diagram) คือ แผนภาพกระแสข้อมูลระดับบนสุดที่แสดงภาพรวมการทำงานของระบบที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมภายนอกระบบ  
 Level-0 Diagram คือ แผนภาพกระแสข้อมูลในระดับที่แสดงขั้นตอนการทำงานหลักทั้งหมด   
(Process หลัก) ของระบบแสดงทิศทางการไหลของ Data Flow และแสดงรายละเอียดของแหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) เป็นการแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของ Process การทำงานหลักๆ ที่มีอยู่ภายในภาพรวมของระบบ (Context Diagram) ว่ามีขั้นตอนใดบ้าง  
 **การเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล DFD Level 1**  
 ถ้าระบบใดมีการทำงานที่ซับซ้อนมากและต้องมี Process  อย่างน้อย 2 Process ขึ้นไป   
นักวิเคราะห์ ระบบจะไม่สามารถอธิบายการทำงานทั้งหมดได้ภายในขั้นตอนเดียวใน Context Diagram ดังนั้นในการวิเคราะห์ระบบจึงสามารถจำแนกระบบใหญ่หนึ่งระบบออกเป็นระบบย่อยๆ ได้หลายระบบ โดยแบ่งให้เป็นระบบย่อยที่มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ จนสามารถอธิบายการทำงานได้ทั้งหมด เรียกวิธีนี้ว่า “การแบ่งย่อย”  
 การแบ่ง/แยก/ย่อยระบบและขั้นตอนการทำงานออกเป็นส่วนย่อย โดยในแต่ละขั้นตอนที่แยก   
 ออกมา (Subsystems) จะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของการทำงานเพิ่มมากขึ้น การแบ่งย่อย Process นั้นสามารถแบ่งย่อยลงไปได้เรื่อยๆ จนไม่สามารถแบ่งย่อยได้อีกแล้ว  
**การเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล DFD Level 2**  
 กระแสข้อมูล DFD Level 2 คือ การแตกการประมวลผลย่อย โดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูล DFD   
Level 1 แบ่งการประมวลผลภายในออกไปเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้อีก ตัวอย่าง เช่น



รูปที่ 2.2 การเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล DFD

**กฎเกณฑ์การเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล**  
     การสร้างดีเอฟดีของระบบงานจะใช้หลักการของการเขียนแบบโครงสร้างจากบนลงล่าง (top-down approach) หรือจากระบบใหญ่ไปสู่ระบบย่อย  ผู้สร้างดีเอฟดีจะต้องทราบถึงหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมด ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูล และการจัดเก็บข้อมูลของระบบต่าง ๆ  
 \* **หมายเหตุ** เอนทิตี้ (Entity) เป็นวัตถุ หรือสิ่งของที่เราสนใจในระบบงานนั้น ๆ เป็นได้ทั้งนามธรรมและรูปธรรม

**กฎของการใช้สัญลักษณ์ประมวลผล (Process)**

1. ต้องไม่มีข้อมูลรับเข้าเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการส่งข้อมูลออกจากขั้นตอนการทำงาน(Process) เรียกข้อผิดพลาดชนิดนี้ว่า “Black Hole” เนื่องจากข้อมูลที่รับเข้ามาแล้วสูญหายไป
2. ต้องไม่มีข้อมูลออกเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีข้อมูลเข้าสู่ Process เลย
3. ข้อมูลรับเข้าจะต้องเพียงพอในการสร้างข้อมูลส่งออก กรณีที่มีข้อมูลที่รับเข้าไม่เพียงพอในการสร้างข้อมูลส่งออกเรียกว่า “Gray Hole” โดยอาจเกิดจากการรวบรวมข้อเท็จจริงและข้อมูลไม่สมบูรณ์ หรือการใช้ชื่อข้อมูลรับเข้าและข้อมูลส่งออกผิด
4. การตั้งชื่อ Process ต้องใช้คำกริยา (Verb) เช่น Prepare Management Report, Calculate Data สำหรับภาษาไทยใช้เป็นคำกริยาเช่นเดียวกัน เช่น บันทึกข้อมูลใบสั่งซื้อ ตรวจสอบข้อมูลลูกค้า คำนวณเงินเดือน เป็นต้น

**กฎของกระแสข้อมูลใช้สัญลักษณ์ลุกศร (Data Flow)**

1. ชื่อของ Data Flow ควรเป็นชื่อของข้อมูลที่ส่งโดยไม่ต้องอธิบายว่าส่งอย่างไร ทำงานอย่างไร
2. Data Flow ต้องมีจุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดที่ Process เพราะ Data Flow คือข้อมูลนำเข้า(Inputs) และข้อมูลส่งออก (Outputs) ของ Process
3. Data Flow จะเดินทางระหว่าง External Agent กับ External Agent ไม่ได้
4. Data Flow จะเดินทางจาก External Agent ไป Data Store ไม่ได้
5. Data Flow จะเดินทางจาก Data Store ไป External Agent ไม่ได้
6. Data Flow จะเดินทางระหว่าง Data Store กับ Data Store ไม่ได้
7. การตั้งชื่อ Data Flow จะต้องใช้คำนาม (Noun) เช่น Inventory Data, Goods Sold Data เป็นต้น

**กฎของตัวแทนข้อมูล (External Agents)**

1. ข้อมูลจาก External Agent จะวิ่งไปสู่อีก External Agent หนึ่งโดยตรงไม่ได้ จะต้องผ่าน Process ก่อนเพื่อประมวลข้อมูลนั้น จึงได้ข้อมูลออกไปสู่อีก External Agent
2. การตั้งชื่อ External Agent ต้องใช้คำนาม (Noun) เช่น Customer, Bank เป็นต้น

**กฎของแหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store)**

1. ข้อมูลจาก Data Store หนึ่งจะวิ่งไปสู่อีก Data Store หนึ่งโดยตรงไม่ได้ จะต้องผ่านการประมวลผลจาก Process ก่อน
2. ข้อมูลจาก External Agent จะวิ่งเข้าสู่ External Agent โดยตรงไม่ได้
3. การตั้งชื่อ Data Store จะต้องใช้คำนาม (Noun) เช่น Customer File, Inventory หรือ Employee File เป็นต้น

**ขั้นตอนการเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล**

**วิธีการสร้าง DFD**   
          1. กำหนดสิ่งที่อยู่ภายนอกระบบทั้งหมด และหาว่าข้อมูลอะไรบ้างที่เข้าสู่ระบบหรือออกจากระบบที่เราสนใจสู่ระบบที่อยู่ภายนอก ขั้นตอนนี้สำคัญมากทั้งนี้เพราะจะทำให้ทราบว่าขอบเขตของระบบนั้นมีอะไรบ้าง  
          2. ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นำมาสร้าง DFD ต่างระดับ  
           3. ขั้นตอนถัดมาอีก 4 ขั้นตอนโดยให้ทำทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ซ้ำๆ หลายๆ ครั้ง จนกระทั่งได้ DFD ระดับต่ำสุด  
               3.1 เขียน DFD ฉบับแรก กำหนดกระบวนการและข้อมูลที่ไหลออกจากกระบวนการ  
               3.2 เขียน DFD อื่นๆ ที่เป็นไปได้จนกระทั่งได้ DFD ที่ถูกที่สุด ถ้ามีส่วนหนึ่งส่วนใด ที่รู้สึกว่าไม่ง่ายนักก็ให้พยายามเขียนใหม่อีกครั้งหนึ่ง แต่ไม่ควรเสียเวลาเขียนจนกระทั่งได้ DFD ที่สมบรูณ์แบบ เลือก DFD ที่เห็นว่าดีที่สุดในสายตาของเรา  
               3.3 พยายามหาว่ามีข้อผิดพลาดอะไรหรือไม่ ซึ่งมีรายละเอียดในหัวข้อ "ข้อผิดพลาดใน   
DFD"  
               3.4 เขียนแผนภาพแต่ละภาพอย่างดี ซึ่ง DFD ฉบับนี้จะใช้ต่อไปในการออกแบบ และใช้  
ด้วยกันกับบุคคล อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการด้วย  
          4. นำแผนภาพทั้งหมดที่เขียนแล้วมาเรียงลำดับ ทำสำเนา และพร้อมที่จะนำไปตรวจสอบ  
ข้อผิดพลาดจากผู้ร่วมทีมงาน ถ้ามีแผนภาพใดที่มีจุดอ่อนให้กลับไปเริ่มต้นที่ขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งหนึ่ง  
          5. นำ DFD ที่ได้ไปตรวจสอบข้อผิดพลาดกับผู้ใช้ระบบเพื่อหาว่ามีแผนภาพใดไม่ถูกต้อง  
หรือไม่  
          6. ผลิตแผนภาพฉบับสุดท้ายทั้งหมด  
 **สรุปขั้นตอนการเขียนแผนภาพกระแสข้อมูลมีสาระสำคัญ คือ**  
          1. เอนทิตี้ภายนอก (external entity) ที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอาจเป็นจุดกำเนิด  
ข้อมูล จุดหมายปลายทางข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นองค์การ บุคคล ระบบงาน  
          2.  ขบวนการประมวลผลเรียกว่าโพรเซส (process) แสดงการกระทำหรือการเปลี่ยนแปลงตัวข้อมูล   
          3.  แหล่งเก็บข้อมูล (data store) แสดงการเก็บข้อมูลในแฟ้มหรือฐานข้อมูล  
          4.  การไหลของข้อมูล (data flow) แสดงการไหลของข้อมูลหรือการย้ายตำแหน่งของข้อมูลจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง

**2.6 การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (Industry 4.0)**5  
 การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 จะเป็นการบูรณาการระบบการผลิต เข้ากับการเชื่อมต่อทาง เครือข่ายในรูปแบบ “Internet of Things (IoT)” ในทุกหน่วยของสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ตัววัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ หน่วยต่างๆ จะถูกติดตั้ง  
อินเตอร์เน็ตเพื่อให้สามารถสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้อย่างอิสระ ส่งผลให้ระบบการ  
ผลิตมีความสามารถเพิ่มมากขึ้น มีความยืดหยุ่นสูงและยังสามารถปรับตัวเข้ากับเงือนไขในการผลิต

มีความสามารถในการตรวจสอบและคาดการณ์ล่วงหน้าได้ เพื่อการจัดการกระบวนการผลิตทั้งหมดได้แบบเรียลไทม์ ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ



รูปที่ 2.3 INDUSTRY 4.0

โดยมีแนวทางองค์ประกอบ 9 ด้าน ประกอบด้วย  
 1. หุ่นยนต์อัตโนมัติ (Autonomous Robots) มาเป็นผู้ช่วยในการผลิตในปัจจุบันความต้องการของลูกค้ามีความหลากหลายขึ้น ในขณะที่จำนวนผลิตต่อล็อต มีแนวโน้มน้อยลงเรื่อยๆ ดังนั้นระบบอัตโนมัติสำหรับอุตสาหกรรม 4.0 จึงต้องมีความยืดหยุ่นอย่างสูง ซึ่งต้องได้รับการควบคุมจากอุปกรณ์อัจฉริยะ **(Smart Sensors)** เพื่อให้หุ่นยนต์มีความสามารถทางการรับรู้การกำหนดรูปแบบการทำงานได้ด้วยตัวเอง และมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง รวมทั้งสามารถทำงานร่วมกับพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย  
 2. การสร้างแบบจำลอง (Simulation) เช่น การพิมพ์แบบ 3D เสมือนจริง  
 3. การบูรณาการระบบต่างๆเข้าด้วยกัน (System Integration)  
 4. การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของสิ่งของ (Internet Of Things) ที่ทำให้เป็นอุปกรณ์อัจฉริยะ  
 5. การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Cyber security)  
 6. การประมวลและเก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (Cloud Computing)  
 7. การขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเนื้อวัสดุ (Additive Manufacturing) เช่น การขึ้นรูปชิ้นงานในเครื่องพิมพ์ 3 มิติ  
 8. เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ที่รวมกันระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือนโดยผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ทีวี 3 มิติ เครื่องเล่นเกม เป็นต้น  
 9. ข้อมูลขนาดใหญ่ ( Big data) คือชุมนุมของชุดข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน มีทั้งการบันทึกและจัดเก็บ การค้นหา การแบ่งปัน และการวิเคราะห์ข้อมูล