สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

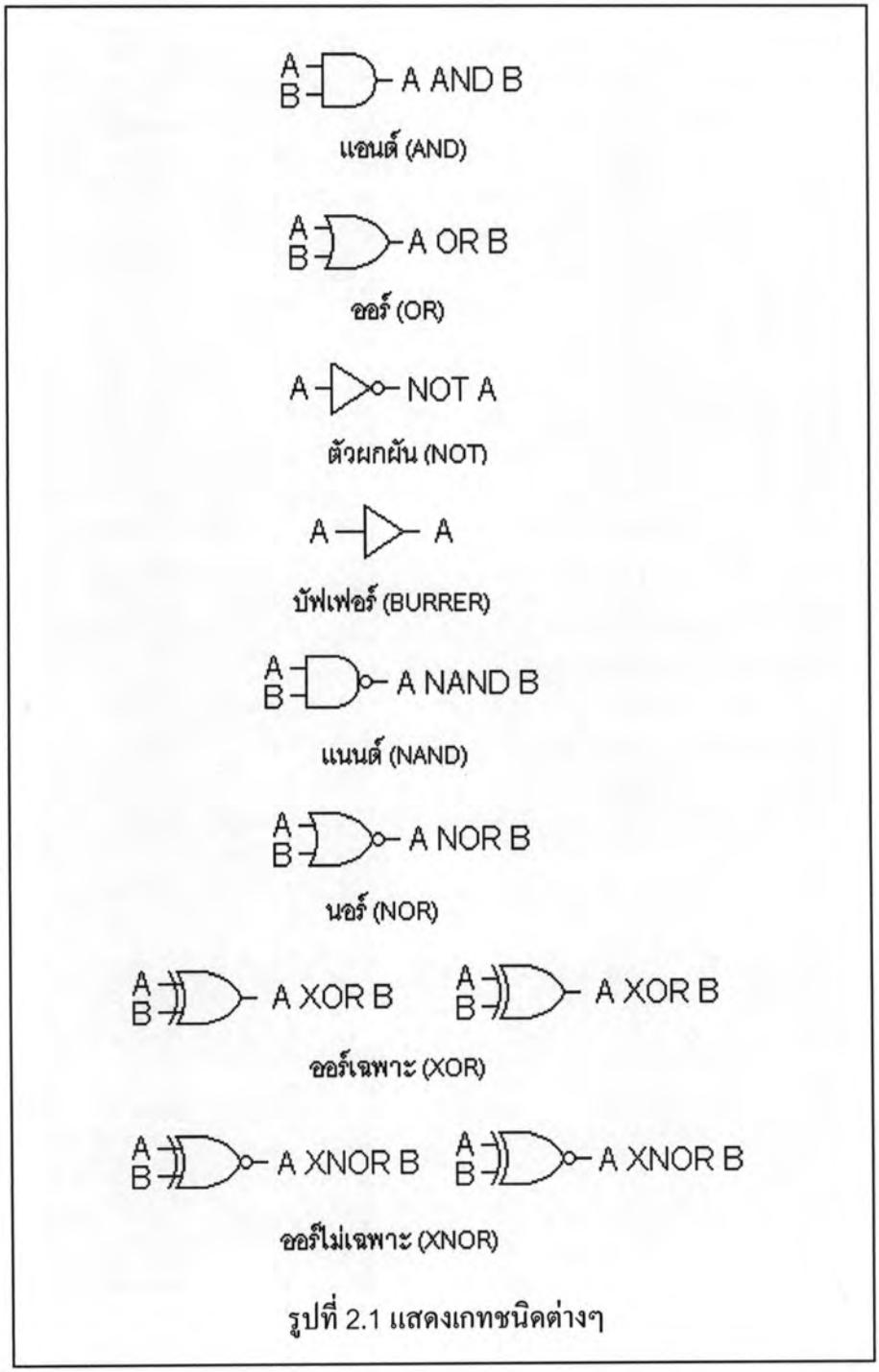
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ประกอบด้วยทฤษฎีหลัก ได้แก่ ลอจิกเกทและฟลิปฟลอป แนวคิดเชิงวัตถุ และสมการเน็ตลิสต์

1. ลอจิกเกท และฟลิปฟลอป

ทฤษฎีลอจิกเกทและฟลิปฟลอปนี้ สรุปเนื้อหาจาก Mano (2002) ได้ว่า การออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์โดยทั่วไปนั้น มีการใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยในการคำนวณชนิดต่างๆ แต่ละอุปกรณ์ก็จะทำหน้าที่ในการคำนวณเฉพาะของอุปกรณ์นั้นๆ แต่ละอุปกรณ์จะมีการคำนวณพื้นฐานเช่นการใช้ทฤษฎีของเลขฐานสองหรือที่เรียกว่าทฤษฎีไบนารีลอจิก ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าไบนารี ซึ่งได้แก่ค่าของศูนย์และหนึ่ง และการกระทำทางลอจิก ซึ่งประกอบด้วยการกระทำพื้นฐานสามอย่างคือ แอนด์ ออร์ และตัวผกผัน การกระทำพื้นฐานสามอย่างนี้ใช้ในการสร้างฟังก์ชันบูลีน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการทำงานของฮาร์ดแวร์ชนิดต่างๆ

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คำนวณเฉพาะอย่างทางลอจิกนั้น สามารถแทนด้วยลอจิกเกทหรือฟลิปฟลอป ลอจิกเกทก็คือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานกับสัญญาณอินพุต เพื่อให้สัญญาณเอาต์พุต ใช้ในการอธิบายนิพจน์บูลีนโดยที่แต่ละเครื่องหมายของลอจิก จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วยเกทชนิดต่างๆ ในวิทยานิพนธ์นี้ ได้นำลอจิกเกทมาพิจารณาแปดลอจิก ได้แก่ แอนด์ ออร์ ตัวผกผัน บัฟเฟอร์ แนนด์ นอร์ ออร์เฉพาะ และออร์ไม่เฉพาะ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

วงจรตรรกะเชิงลำดับนั้น จะประกอบไปด้วยวงจรตรรกะเชิงผสมและมีหน่วยความจำซึ่งสามารถเก็บสถานะของวงจรไว้ โดยการเก็บสถานะจะทำโดยการสร้างผลป้อนกลับจากเอาต์พุตไปยังอินพุต สำหรับฟลิปฟลอปนั้น ก็คือกลุ่มของวงจรตรรกะเชิงผสมที่มีการสร้างผลป้อนกลับและมีสัญญาณนาฬิกาเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ ฟลิปฟลอปนั้นให้ทำงานตามสัญญาณนาฬิกา ฟลิปฟลอปมีสามประเภทได้แก่ ดี ฟลิปฟลอป เจเคฟลิปฟลอป และทีฟลิปฟลอป ทั้งสามประเภทนี้มีจำนวนอินพุตและมีการคำนวณเอาต์พุตต่างกันเป็นลักษณะเฉพาะ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เมื่อให้ตัวแปร t เป็นเวลาใดๆ

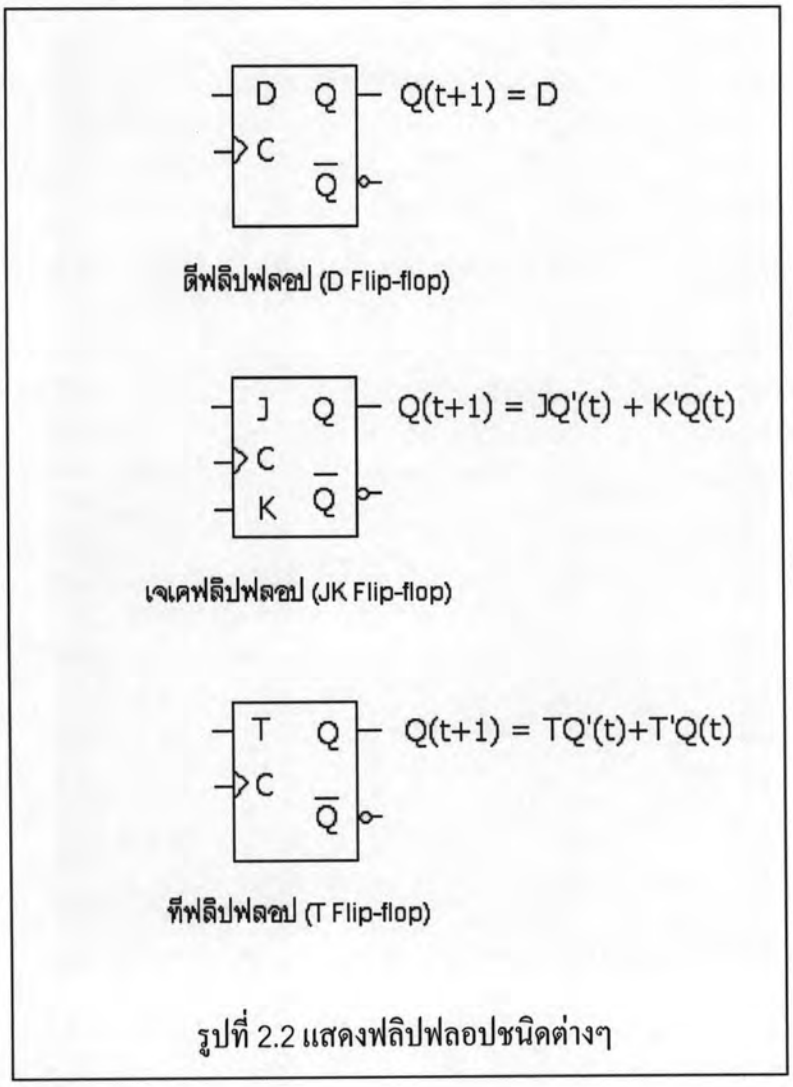


รูปที่ 2.1 แสดงเกทชนิดต่างๆ

2. แนวคิดเชิงวัตถุ

แนวคิดเชิงวัตถุประกอบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญหลายคุณสมบัติ ซึ่งทำให้แนวคิดเชิงวัตถุได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง (Budd, 1997: 97) เนื่องจากวิทยานิพนธ์นี้ได้นำแนวคิดเชิงวัตถุมาสร้างเครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสม โดยคุณสมบัติของแนวคิดเชิงวัตถุที่นำมาใช้ในการสร้างเครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วย 3 คุณสมบัติ คือ 1) คุณสมบัติการ

ห่อหุ้ม 2) คุณสมบัติการถ่ายทอด และ 3) คุณสมบัติการนำกลับมาใช้ ซึ่งจะอธิบายแต่ละคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.2 แสดงฟลิปฟลอปชนิดต่างๆ

คุณสมบัติการห่อหุ้ม คือ การนำเอาข้อมูลมาผูกรวมไว้กับการกระทำที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลให้เป็นโครงสร้างหนึ่งหน่วย ซึ่งมีส่วนประกอบทั้งหมด 2 ส่วน คือ คลาสและวัตถุ และ สารดังอธิบาย

คลาสและอ็อปเจกต์ คลาสในแนวคิดของภาษาเชิงวัตถุแสดงถึงเนื้อหาและพฤติกรรมของเอนทิตี ในโลกของความจริง โดยห่อหุ้มข้อมูลและสาระสำคัญของพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง ตามปกติเราจะพบว่าข้อมูลบางส่วนในคลาสถูกปกปิดเอาไว้เป็นการส่วนตัว ถ้าต้องการเข้าไปเปลี่ยนแปลงหรือดึงเอาข้อมูลต่างๆ ที่ถูกปกปิดไว้มาใช้ได้นั้น จะต้องกระทำผ่านพฤติกรรมที่สามารถมองเห็นได้เสมอ เรียกว่ามีคุณสมบัติการซ่อนสารสนเทศ

สาร คือ ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุ ซึ่งสารจะก่อให้เกิดการทำงานของวัตถุที่ถูกเรียกใช้งาน โดยที่ผู้ส่งวัตถุจะทำการสร้างสารจากพฤติกรรมที่มีอยู่ และสารยังช่วยในการผูกระบบเชิงวัตถุไว้ด้วยกันเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของแต่ละวัตถุที่เป็นอิสระต่อกันเมื่อถูกนำมารวมกันจึงกลายเป็นระบบเชิงวัตถุ

คุณสมบัติการถ่ายทอด การที่ข้อมูลและพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์กับคลาสลูกได้รับการขยายคุณสมบัติมาจากคลาสพ่อ โดยที่ซับคลาสหรือคลาสลูก จะได้รับคุณสมบัติทั้งหมดมาจากคลาสพ่อ นอกจากนี้แล้วซับคลาสยังอาจจะมีคุณสมบัติที่นอกเหนือไปจากคลาสพ่อได้อีกด้วย ซึ่งความสามารถในการขยายนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของคุณสมบัติการถ่ายทอดให้สูงขึ้น นอกจากนี้แล้วการถ่ายทอดยังสามารถกระทำได้มากกว่าหนึ่งรุ่นอีกด้วย เช่น ถ้าคลาสของสุนัขเป็นซับคลาสของคลาสสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งคลาสของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นซับคลาสของคลาสสัตว์ ดังนั้นคลาสของสุนัขจะได้รับการถ่ายทอดคุณสมบัติมาจากทั้งคลาสของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม และคลาสของสัตว์ นอกจากที่ซับคลาสจะรับคุณสมบัติมาจากคลาสพ่อโดยตรงแล้ว ซับคลาส ยังสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ได้รับมาจากซูเปอร์คลาสอีกด้วย ซึ่งถูกเรียกว่า โอเวอร์ไรด์ การโอเวอร์ไรด์ คือ การถ่ายทอดคุณสมบัติทางด้านข้อมูลและพฤติกรรม แต่มีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขคุณสมบัติบางอย่างเหล่านี้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับคลาสใหม่

คุณสมบัติการนำกลับมาใช้ เป็นคุณสมบัติที่ช่วยลดเวลาและเพิ่มความถูกต้องของการเขียนโปรแกรม สำหรับการนำกลับมาใช้จะอยู่ในรูปของวงจรบล็อก โดยสามารถแบ่งออกเป็นสองวิธีคือ

การนำสิ่งที่ได้ออกแบบไว้สมบูรณ์แล้ว ซึ่งอยู่ในรูปของวงจร มาใช้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบ

การนำสิ่งที่ได้ออกแบบไว้สมบูรณ์แล้ว ซึ่งอยู่ในรูปของไลบรารีมาปรับปรุง เพื่อให้ตรงกับความต้องการในการออกแบบงานนั้น ๆ โดยยังสามารถนำไปถ่ายทอดสร้างไลบรารีรูปแบบใหม่ จากไลบรารีเดิมเพิ่มเติมได้

3. สมการเน็ตลิสต์

หลังจากการออกแบบวงจรตรรกะแล้ว ผู้ออกแบบต้องการสังเคราะห์วงจรเพื่อสร้างรายการอุปกรณ์และการเชื่อมต่อต่างๆ ที่เรียกว่าสมการเน็ตลิสต์ เพื่อนำไปสร้างวงจรจริง ซึ่งสมการเน็ตลิสต์ที่ใช้อธิบายถึงลักษณะของวงจร จะใช้สมการคณิตศาสตร์อธิบายแต่ละเกทหรือฟลิปฟลอป (ISCAS89 Sequential Benchmark Circuits, 1989) เช่น

G5 = DFF(G10) หมายถึง เอาต์พุตของดีฟลิปฟลอปที่มีชื่อว่า G5 มีค่าความจริงที่เกิดจากอินพุตที่มีชื่อว่า G10 และในวงจรมาตรฐาน จะต้องมีการประกาศอินพุตหลักและเอาต์พุตหลักของวงจรด้วย เช่น INPUT(G0) เป็นการประกาศว่าอินพุตของวงจรที่มีชื่อว่า G0 เป็นอินพุตหลักหนึ่งของวงจร ตัวอย่างของสมการเน็ตลิสต์ของวงจรตรรกะเชิงลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวิธีการออกแบบด้วยแนวคิดเชิงวัตถุ มาประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวิธีการออกแบบด้วยแนวคิดเชิงวัตถุมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ดังนี้ (Saran Chaiworawitgul และคณะ, 2003)

จากปัญหาของการออกแบบฮาร์ดแวร์ จึงเริ่มเกิดเทคโนโลยีที่ช่วยในการออกแบบฮาร์ดแวร์และมีการพัฒนาต่อมาอย่างรวดเร็ว เช่น การเกิดภาษาเอชดีแอล (Hardware Description Language) ที่บรรยายโครงสร้างและพฤติกรรมของฮาร์ดแวร์หรือการนำภาษาโปรแกรมจาวามาสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบฮาร์ดแวร์ที่เรียกว่า"เจเอชดีแอล" (Java Hardware Description Language :JHDL) (Hutchings และ Nelson, 2000)

ต่อมาจึงมีการนำคุณสมบัติการออกแบบเชิงวัตถุไปเพิ่มเติมเข้ากับภาษาเอชดีแอล ได้แก่ การเกิดภาษาวีเอชดีแอล และเวอริลอก และต่อมาก็มีงานวิจัยที่นำคุณสมบัติการถ่ายทอดมาขยายเพิ่มเติมกับภาษาวีเอชดีแอลทางด้านสัญญาณ (Schumacher และ Nebel, 1995) งานวิจัยที่นำคุณสมบัติการถ่ายทอดกับโพลีมอร์ฟิซึมมาเพิ่มเติมกับภาษาวีเอชดีแอล (Djafri และ Benzakki, 1997) และงานวิจัยที่อธิบายไวยากรณ์ของคุณสมบัติเชิงวัตถุที่ขยายเพิ่มเติมเข้ากับภาษาวีเอชดีแอล (Ashenden และ Wilsey, 1997)

```
# 4 inputs
# 1 outputs
# 3 D-type flipflops
# 2 inverters
# 8 gates (1 ANDs + 1 NANDs + 2 ORs + 4 NORs)

INPUT(G0)
INPUT(G1)
INPUT(G2)
INPUT(G3)

OUTPUT(G17)

G5 = DFF(G10)
```

รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างสมการเน็ตลิสต์ของวงจรตรรกะเชิงลำดับ

นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำคุณสมบัติของการออกแบบเชิงวัตถุ มาออกแบบฮาร์ดแวร์ ได้แก่ งานวิจัยที่เสนอข้อกำหนดและวิธีการกำหนดฮาร์ดแวร์แบบแนวคิดเชิงวัตถุสำหรับการนำกลับมาใช้ (Nebel และ Schumacher, 1996) งานวิจัยที่นำเสนอตัวอย่างของการนำแนวคิดการนำกลับมาใช้ใหม่ในการออกแบบดิจิทัล (Jacome และ Peicoto, 2001) งานวิจัยที่นำคุณสมบัติ 3 ประการของแนวคิดเชิงวัตถุคือ คุณสมบัติการห่อหุ้ม, คุณสมบัติการถ่ายทอด และคุณสมบัติการนำกลับมาใช้ใหม่ นำมาสร้างเครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสม รวมทั้งการสังเคราะห์วงจร และการทวนสอบวงจร (Saran Chaiworawitgul และคณะ, 2003) และงานวิจัยที่เสนอแนวคิดการใช้คุณสมบัติการห่อหุ้ม, คุณสมบัติการถ่ายทอด และคุณสมบัติการนำกลับมาใช้ใหม่ ของแนวคิดเชิงวัตถุมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสมและเชิงลำดับ (Saran Chaiworawitgul, Proadpran Punyabukkana และ Boonchai Sowanwanichakul, 2004) และยังมีงานวิจัยที่ประยุกต์การใช้ภาษาสัญลักษณ์ ที่อธิบายการสร้างแบบจำลองในกระบวนการออกแบบเชิงวัตถุหรือยูเอ็มแอลมาใช้ในกระบวนการออกแบบฮาร์ดแวร์ด้วย (Damasevicius และ Stuikys, 2004)

อีกกลุ่มของงานวิจัยที่สำคัญได้แก่ การนำแนวคิดเชิงวัตถุมาประยุกต์ใช้กับการสังเคราะห์และทวนสอบวงจร ได้แก่งานวิจัยที่นำแนวคิดเชิงวัตถุมาประยุกต์กับข้อกำหนด การทวนสอบ และ

การสังเคราะห์วงจรฮาร์ดแวร์ (Kuhn, Oppold, Edwards และ Kashai, 2001a) และงานวิจัยที่นำแนวคิดเชิงวัตถุมาประยุกต์กับการสังเคราะห์และการทวนสอบวงจรฮาร์ดแวร์ (Kuhn, Oppold, Edwards และ Kashai, 2001b) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อการออกแบบวงจรทางฮาร์ดแวร์เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถตรวจสอบการทำงานและประสิทธิภาพของวงจรได้จากขั้นตอนดังกล่าวนี้

นอกจากนี้ได้มีงานวิจัยที่กล่าวถึงเครื่องมือจำลองการทำงานชนิดอื่นๆ ได้แก่ Verilogger Pro และ SynaptiCAD (Mano, 2002), MMLogic Simulator, LogicWorks, SPICE, Electronics Workbench, CircuitMaker2000 และ SPIM (Vollmar, 2002) ซึ่งเครื่องมือการจำลองการทำงานตัวอย่างเช่น LogicWorks นั้น มีการเลือกอุปกรณ์เพื่อใช้งานหลายขั้นตอน เช่นการเลือกใช้แอนด์เกท ผู้ใช้งานเลือกใช้งานแอนด์เกทโดยต้องเลือกชนิดของเกทตามจำนวนอินพุตอีกครั้ง ซึ่งไม่สะดวกในการใช้งาน และนอกจากงานวิจัยที่สร้างเครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสมแล้ว ยังไม่พบงานวิจัยที่มีเครื่องมือสังเคราะห์วงจรและจำลองการทำงาน

สำหรับงานวิจัยนี้ จะนำแนวคิดของงานวิจัยที่นำคุณสมบัติเชิงวัตถุสามประการได้แก่ การห่อหุ้ม การถ่ายทอด และการนำกลับมาใช้ใหม่มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องมือสำหรับออกแบบวงจรตรรกะเชิงผสมซึ่งยังมีการเรียกใช้งานหลายขั้นตอน ซึ่งไม่สะดวกมาพัฒนาให้มีการใช้งานที่สะดวกยิ่งขึ้น และเพิ่มเติมในส่วนของการออกแบบวงจรบล็อก มาสร้างเครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะเชิงลำดับ เพื่อให้มีเครื่องมือออกแบบวงจรตรรกะซึ่งสามารถสังเคราะห์วงจรและจำลองการทำงานที่สามารถรองรับการออกแบบวงจรตรรกะทั้งเชิงผสมและเชิงลำดับได้