บทที่ 7

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของลอจิกเกทที่สร้างขึ้นนี้ เพื่อใช้ประกอบการศึกษาวงจรคอมพิวเตอร์โดยใช้ร่วมกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ของ ADTECH โมเดล 40 ก่อนที่จะเริ่มต้นสร้างลอจิกเกทก็ได้มีการศึกษาถึงการทำงานของลอจิกเกทแบบต่าง ๆ ตั้งแต่วงจรหลอดสูญญากาศ, วงจรไดโอด, วงจรทรานซิสเตอร์ จนกระทั่งวงจรอินติเกรตซึ่งเป็นวงจรที่ได้นำมาสร้าง ลอจิกเกทที่ทำการสร้างขึ้นนี้เป็นลอจิกเกทพื้นฐาน AND, OR และ NOT วงจรอินติเกรตที่ใช้เป็นแบบ TTL ซึ่งทั้ง input และ output ของวงจรเป็นทรานซิสเตอร์ ลอจิกเกทที่ได้ก็จะถูกทดสอบการทำงานและหาค่า delay time, rise time และค่า fan-out

การวิจัยครั้งนี้ได้มีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นการสร้างลอจิกเกทหรือการทดสอบลอจิกเกทที่สร้างขึ้น ในบทนี้จะสรุปถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และข้อเสนอแนะเพื่อประโยชน์ในการสร้างลอจิกเกทต่อไป

ปัญหาในการสร้างลอจิกเกท

ดังได้กล่าวแล้วว่าลอจิกเกทที่สร้างขึ้นนี้จะใช้ร่วมกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ของ ADTECH โมเดล 40 ดังนั้นลอจิกเกทแต่ละอันที่สร้างขึ้นจะถูกบรรจุอยู่ในกล่องสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1.5" × 1.5" × 1.25" โดยมีแจ็ค (jack) ไว้เสียบกับแผงบอร์ดที่จะให้ไฟแก่ลอจิกเกท ในการวิจัยครั้งนี้ได้สร้างกล่องบรรจุลอจิกเกทขึ้นมาโดยการนำพลาสติกมาเลื่อยได้ขนาดแล้วประกอบเป็นกล่อง ในการทำกล่องแต่ละอันจะเสียเวลามากพอสมควร ดังนั้นถ้าจะทำเป็นจำนวนมากควรจะทำเป็นแบบแล้วฉีดพลาสติกเป็นกล่องสำเร็จรูป สำหรับแจ็คที่ใช้เสียบ power supply นั้น เป็นแจ็คขนาดเล็กที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป การ

วิจัยครั้งนี้ได้ทำการฝัง เกลียวครอบของแจ็คที่ เป็นพลาสติกลงไปในกล่องด้วย เพื่อทำหน้าที่ยึดแจ็คให้ติดกับกล่อง สำหรับรู เสียบแจ็คทาง input และoutput ของลอจิก เกทนั้นได้ใช้ตาไก่และท่อทองแดงขนาด เล็กให้มีขนาดยาวพอที่แจ็คจะ เสียบได้

ในด้านวงจรอินติ เกรตนั้น เนื่องจากวงจรอินติ เกรตแต่ละวงจรประกอบด้วยลอจิก เกทหลายอันในวงจร เดียวกัน ลอจิก เกทที่มีอยู่บางตัวก็ไม่ได้ใช้ ทำให้เสียไปโดย เปล่าประโยชน์ เช่น วงจรอินติ เกรตแบบ SN 7410 ซึ่ง เป็น NAND เกท 3 input 3 ตัว ที่ใช้ต่อ เป็นวงจร AND เกท เราใช้ เพียง NAND เกท 2 ตัว ยัง เหลืออีก 1 ตัว และวงจรอินติ เกรตแบบ SN 7404 ซึ่ง เป็น inverter 6 ตัว เราใช้ต่อ เป็น NOT เกท โดยใช้ inverter เพียงตัว เดียว ยัง เหลืออีก 5 ตัว ดังนั้นในการสร้าง AND เกท เราอาจใช้วงจรอินติ เกรต SN 7410 2 ตัวประกอบ เป็น AND เกท 3 input 3 ตัว บรรจุอยู่ในกล่อง เดียวกันได้ สำหรับ NOT เกท นั้น เราอาจต่อ NOT เกทได้ถึง 6 ตัวที่บรรจุในกล่อง เดียวกันจากวงจรอินติ เกรต อัน เดียว

สำหรับหลอดไฟที่ใช้บอกระดับโวลต์ เตจทาง output ของลอจิก เกท นั้น ทรานซิส เตอร์ที่ใช้ เป็น switching กับหลอดไฟ เราสามารถหาซื้อได้ทั่วไป แต่ปัญหาที่ socket ที่ใช้ใส่หลอดไฟนั้นหาซื้อไม่ได้ ในการวิจัยครั้งนี้จึงต้องต่อหลอดไฟติดกับ printed circuit ซึ่งจะมีปัญหาตอน เปลี่ยนหลอดไฟภายหลัง ดังนั้นถ้าจะผลิต เป็นจำนวนมากก็ควรสั่ง socket ใส่หลอดไฟจากต่างประ เทศ หรืออาจจะจ้างทำในประ เทศก็ได้

ในการทดลองได้จัดทำ printed circuit ขึ้นสำหรับ เกทชนิดต่าง ๆ ดังกล่าว แล้วนำไปบรรจุในกล่องที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งใส่ทรานซิส เตอร์และหลอดไฟไว้ด้วย เมื่อนำ เอา เกทที่สร้างขึ้นนี้ไปใช้กับไมโครคอมพิว เตอร์ ADTECH 40 ปรากฏว่าใช้งานได้ดี และในการวัดหาค่าต่าง ๆ นั้น วัด เอาจาก เกทที่สร้างขึ้นจริง

ปัญหาการวัดค่า delay time และ rise time

วิธีวัดค่า delay time และ rise time นั้นจะต้องป้อน pulse ที่เป็น square wave ที่มีความถี่สูง แล้วใช้เครื่อง Oscilloscope Tektronix แบบ 5103 N จับภาพ pulse ทาง output แล้ววัดค่า delay time และ rise time จาก pulse ที่ได้จากเครื่อง ในการทดลองครั้งนี้เราไม่สามารถหา pulse ที่เป็น square wave จริง ๆ ป้อนเข้าไปจึงได้ใช้ clock pulse ของ keyer console ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีความถี่ 500,000 รอบต่อวินาทีป้อนเข้าไปแล้ววัดค่า clock pulse นี้ไม่ได้เป็น square wave เนื่องจากมี delay time ดังรูปที่ 30 ก แต่เราพออนุโลมใช้เป็น input ได้

ค่า delay time วัดจากจุดที่ input pulse เริ่มเกิดขึ้นถึงจุดที่โวลต์เตจมีค่าร้อยละ 10 ของโวลต์เตจสูงสุดที่ทางขึ้น (leading edges) ของ pulse ทาง output ส่วนค่า rise time เป็นเวลาจากโวลต์เตจมีค่าร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 90 ของโวลต์เตจสูงสุดที่ทางขึ้นของ pulse ทาง output เนื่องจาก pulse ที่ได้จากเครื่อง oscilloscope จะมีการสั่นตลอดเวลา และเราไม่สามารถจะขยายรูป pulse ให้ใหญ่มากเพราะจะได้รูป pulse ที่เปลี่ยนรูปไปได้ ดังนั้นการวัดค่า delay time และค่า rise time จึงมีความยุ่งยาก ค่าที่ได้เป็นค่าที่ประมาณจาก pulse จึงอาจไม่ใช่ค่าที่ถูกต้องจริง ๆ

ปัญหาในการวัดค่า fan-out

ตามปกติค่า fan-out ของวงจรอินติเกรตแบบ TTL ที่ใช้นี้ ทางผู้ผลิตได้กำหนดค่าเท่ากับ 10 โดยทางผู้ผลิตคิดจากกระแสทาง output หารด้วยกระแสทาง input ของลอจิกเกทที่เป็นฟังชั่นโดยตรงของวงจรอินติเกรต เมื่อโวลต์เตจทาง input และ power supply มีค่าต่ำสุดหรือสูงสุดที่วงจร

ยังคงสภาพอยู่ระดับ 0 หรือระดับ 1 (worse case)

สำหรับการวัดค่า fan-out ของลอจิก เกทที่สร้างขึ้นนั้น เป็นวิธีที่ได้ดัดแปลงมา เพราะโดยมากลอจิก เกทที่สร้าง เป็นการรวมลอจิก เกทหลายอันของฟังชั่นหนึ่งในวงจรอินติเกรตให้ได้ลอจิก เกทอีฟังชั่นหนึ่งที่ต้องการ เช่น AND และ OR เกท ในการวัดเราได้ให้ power supply (V_{cc}) มีค่า 5 โวลต์ ส่วนค่าโวลต์เตจทาง input เป็นค่าต่ำสุดหรือสูงสุดที่วงจรยังคงสภาพอยู่ระดับ 0 หรือระดับ 1 ค่ากระแสทาง input วัดด้วยมิเตอร์ชนิดว่า แบบ อี เอ็ม 700 ค่าความต้านทานทาง output ได้ใช้ตัวความต้านทานที่แปรค่าได้ของ ohmite ขนาด 50,000 โอห์ม ค่าความต้านทานที่ได้เป็นการเฉลี่ยจากการวัดหลาย ๆ ครั้ง เพื่อกันความผิดพลาดในการวัด เนื่องจาก scale ที่ใช้เปลี่ยนค่าไม่ละเอียดและการสังเกตการเปลี่ยนของโวลต์เตจจากเครื่อง oscilloscope อาจผิดพลาดได้

เนื่องจากว่าเวลาประกอบเป็นวงจรจริง ๆ จะมีการใช้เกทต่างชนิดมาประกอบกัน เราจึงต้องถือค่า fan-out ที่ต่ำสุดที่ได้เป็นหลัก ในที่นี้มีค่าเป็น 10 และคำนวณค่า loading factor สำหรับเกทแต่ละตัว ค่า loading factor และจำนวนเกทที่ใช้ต่อจะเป็นตัวบอกว่าจำนวนเกทที่ใช้ต่อนั้นมัน overload fan-out คือ 10 หรือไม่

ประโยชน์ที่ได้รับ

ลอจิกเกทที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ร่วมกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อประกอบเป็นชิ้นส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นส่วน adder และส่วนอื่น ๆ ทุกส่วนที่ใช้ลอจิกเกทเหล่านี้

นอกจากนั้นการวิจัยนี้ยังเป็นแนวทางในการสร้างลอจิกเกทและส่วนอื่น ๆ ของวงจรคอมพิวเตอร์ จนกระทั่งสร้างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรคอมพิวเตอร์ต่อไป