

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

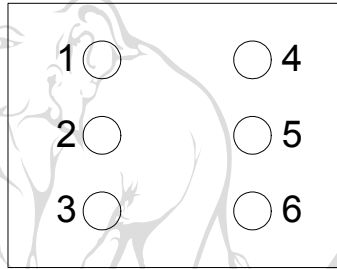
ปัจจุบันการผลิตสื่อต่าง ๆ ที่เป็นภาษาเบรลล์นั้นยังต้องอาศัยบุคคลที่มีความรู้ทั้งสองภาษา คือทั้งภาษาไทย และภาษาเบรลล์ ทำให้การผลิตสื่อที่เป็นภาษาเบรลล์นั้นมีจำนวนน้อย อีกทั้งเอกสารที่เป็นภาษาเบรลล์จะต้องถูกพิมพ์โดยใช้เครื่องพิมพ์ภาษาเบรลล์ (Braille Printer) ทำให้เกิดการสิ้นเปลือง และมีขั้นตอนการผลิตเอกสารค่อนข้างช้าไม่ทันต่อเทคโนโลยีข่าวสาร ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้โดยนำเอาผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลแบบภาษารธรรมชาติแล้ว ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นจะมีลักษณะเป็นการสะกดคำในภาษาไทย ซึ่งมีทั้งคำที่แทน อักษรที่เป็นพยัญชนะ วรรณยุกต์ และสระ แล้วแต่การอ่านออกเสียงนั้นๆ โดยในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้จะเป็นการนำคำดังกล่าว มาจัดทำ Mapping Table ให้เป็นคำที่พร้อมจะส่งออกมาเป็นภาษาเบรลล์แล้ว ซึ่งจะแสดงผลโดยผ่านทางอุปกรณ์แสดงผลเบรลล์ที่ต่อเชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตขนาน (PC-Parallel port Interfacing) โดยในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตขนานจำเป็นต้องมีการส่งผ่านข้อมูลต่างๆออกไปทางพอร์ตขนานนี้ ซึ่งหากต้องการให้มีการส่งผ่านข้อมูลผ่านทางพอร์ตนี้ และทำให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้พร้อมกันหลายๆตัวนั้น โดยในการค้นคว้าอิสระนี้คือการควบคุมการแสดงผลเบรลล์ผ่านทาง LED จำนวน 4 ชุดๆละ 6 ตัว รวมเป็นทั้งหมด 24 ตัว จึงจำเป็นต้องมีการจัดทำอุปกรณ์ภายนอกมาช่วยจัดการในการควบคุมและแสดงผล ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกดังกล่าวนี้ จะถูกจัดทำขึ้นในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ โดยการนำอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทวงจรรวม (Integral Circuit;IC) ต่างๆ นำมาออกแบบทางลอจิกให้เป็นวงจรดิจิทัลที่สามารถแสดงอักษรเบรลล์ เป็นหลักๆ ซึ่งในการค้นคว้าอิสระนี้ จะจัดทำเป็นเครื่องต้นแบบที่สามารถแสดงอักษรเบรลล์ได้ 4 หลัก โดยมีรายละเอียดของเอกสารที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

#### 2.1 การอ่านเขียนอักษรเบรลล์

สมทรง พันธุ์สุวรรณ (2538) อธิบายไว้ว่า อักษรเบรลล์ถูกประดิษฐ์โดยนายหลุยส์ เบรลล์ เป็นชาวฝรั่งเศส เกิดปีคริสต์ศักราช 1809 ที่เมืองคูเวร์ ประเทศฝรั่งเศส เป็นลูกชายนายช่างซ่อมรองเท้าและเครื่องหนัง เขาตาบอดแต่เยาว์วัยเพราะอุบัติเหตุจากเครื่องมือของบิดา เขาได้รับการศึกษาจากโรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่กรุงปารีส(L' Institution National des Jeunes Aveugles) ที่สร้างขึ้นโดย นายวาเลนไทน์ ฮิว และเมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วได้เข้าทำงานเป็นครูสอนคนตาบอดสืบต่อมา ณ ที่นั้น เขาได้ศึกษาระบบการอ่านสระ - พยัญชนะสัมผัสด้วยปลายนิ้วมือ

ตามแบบของนายวาเลนไทน์ ฮิว เขาได้รับความคิดมาจากการส่งข่าวสารทางทหารในเวลากลางคืนของกัปตันชาร์ลส์ บาร์ปีเออร์ ซึ่งใช้กระดาษแข็งปัดเป็นรหัสจุด – จิต ซึ่งได้พัฒนามาเป็นระบบ 6 จุด ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของจุดได้ถึง 63 แบบใช้แทนอักษรตาติและได้คิดสร้างโน้ตดนตรีเป็นอักษรเบรลล์สำหรับคนตาบอดด้วย เขาถึงแก่กรรมปี ค.ศ. 1852

เมื่อเขาอายุ 26 ปี เขาได้ทดลองทำเอกสารสรุปย่อฉบับหนึ่งเกี่ยวกับการอ่าน-เขียนอักษรเบรลล์ แต่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจของเขานัก จนปีคริสต์ศักราช 1834 นายหลุยส์ เบรลล์ ได้คิดระบบการอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้วมือ นับเป็นผลงานที่สมบูรณ์แบบครบถ้วนยิ่งกว่าระบบใดๆ ทั้งสิ้น และเรียกตามชื่อของเขาว่า อักษรเบรลล์ เป็นที่นิยมและยอมรับกันทั่วโลกว่าเป็นอักษรสำหรับคนตาบอด ใช้อ่านและเขียนตามระบบการอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้วมือ



รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งจุด 6 จุดของอักษรเบรลล์

แถวซ้ายมือตำแหน่ง

จุดที่ 1 2 3

เรียงลงมาตามลำดับ

แถวขวามือตำแหน่ง

จุดที่ 4 5 6

เรียงลงมาตามลำดับ

สำหรับในประเทศไทย มีสเจเนวีฟ คอลฟีลด์ เป็นผู้ให้กำเนิดการศึกษาแก่คนตาบอดในประเทศไทยเป็นครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2482 และเป็นผู้ให้คำแนะนำในการปรับและดัดแปลงการเขียนอักษรเบรลล์ไทยครั้งแรก โดยอาศัยรากฐานการเขียนเบรลล์ในภาษาอังกฤษที่มีเสียงเหมือนกันทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยใช้การดัดแปลงปรับปรุงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรเบรลล์ไทย

จุด 6 จุด ของอักษรเบรลล์ เรียกว่า กลุ่ม (cell)

จุด 6 จุด ของอักษรเบรลล์ มี 2 ชุด เรียกว่า 2 กลุ่ม

พยัญชนะไทยมี 44 ตัว เทียบเสียงเหมือนกันแล้วจะมี 20 เสียง ดังนี้ คือ

- (1) ก
- (2) ข ฃ ค ฅ ฌ
- (3) ง
- (4) จ ช ฌ
- (5) ฎ
- (6) ฏ ศ ษ ส
- (7) ญ ย
- (8) ฎ ฌ
- (9) ฎ ฌ
- (10) ฐ ฑ ฒ ถ ท ธ
- (11) ฒ น
- (12) บ
- (13) ป ฝ ฟ
- (14) ผ พ ภ
- (15) ม
- (16) ร
- (17) ล พ
- (18) ว
- (19) ห ฮ
- (20) อ

พยัญชนะไทยหลายตัวที่มีเสียงซ้ำกัน เพื่อความสะดวกในการจดจำ ผู้ค้นคิดจึงได้ตกลงให้กลุ่มพยัญชนะที่มีเสียงเหมือนกัน มีลักษณะจุดคล้ายคลึงกันด้วย โดยยึดเอาพยัญชนะที่ใช้กันมากที่สุดเป็นพื้นฐาน ซึ่งมี 28 ตัว ดังนั้นพยัญชนะไทยบางตัวจึงต้องใช้จุด 6 จุด 2 กลุ่มประกอบกัน โดยยึดตัวพยัญชนะพื้นฐานเป็นหลัก

ซึ่งพยัญชนะ วรรณยุกต์ และสระ ทั้งในภาษาไทย และภาษาอังกฤษต่างก็มีค่าประจำตำแหน่งกันทุกตัว แตกต่างกันตามลักษณะของจุดบนชิ้นลงทั้ง 6 หลัก และจำนวน Cell ที่ใช้ในการแสดง ซึ่งการบอกลักษณะความแตกต่างดังกล่าวนี้ สามารถนำมาแปลงเป็นค่าทางตัวเลข เพื่อใช้ใน

การส่งออกผ่านทางพอร์ตขนาน

## 2.2 ความรู้เบื้องต้นของพอร์ตขนาน

กฤษดา ใจเย็นและ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล (2540) ได้อธิบายไว้ว่าพอร์ตขนาน (Parallel port) สาเหตุที่มีชื่อนี้ เนื่องจากการถ่ายทอดข้อมูลของพอร์ตนี้เป็นแบบขนาน สำหรับชื่อเรียกอีกชื่อของพอร์ตขนานคือ พอร์ตเครื่องพิมพ์ (Printer port) เนื่องจากพอร์ตนี้ใช้สำหรับต่อเครื่องพิมพ์นั่นเอง

ด้วยการถ่ายทอดข้อมูลแบบขนานนี้เอง ทำให้พอร์ตขนานมีอัตราการถ่ายทอดข้อมูลสูงกว่าการถ่ายทอดข้อมูลแบบอนุกรมประมาณ 8-10 เท่า และการประมวลผลข้อมูลส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นพอร์ตขนานจึงสามารถรองรับการถ่ายทอดข้อมูล 8 บิต ได้โดยไม่ต้องต่อส่วนเพิ่มเติมใดๆ

### ลักษณะทางกายภาพของพอร์ตขนาน

เพื่อให้เข้าใจถึงการนำเอาพอร์ตขนานไปใช้งาน ก่อนอื่นต้องมาทำความเข้าใจก่อนว่า ปกตินั้น การส่งพิมพ์งานจากคอมพิวเตอร์ไปยังพอร์ตขนานนั้นมีรูปแบบการทำงานภายในอย่างไร ในภาพที่ 3 แสดงไคอะแกรมเวลาของติดต่อระหว่างพอร์ตขนานกับเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีสัญญาณที่ใช้งานจริงๆไม่มาก เริ่มจากสัญญาณพอร์ต Data ถูกส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์พร้อมทั้งส่งสัญญาณ Strobe ออกไปด้วย เพื่อให้เครื่องพิมพ์รับรู้ว่าการส่งข้อมูลใหม่มาที่ขา data แล้ว จากนั้นคอมพิวเตอร์จะต้องรอการตอบกลับจากเครื่องพิมพ์ นั่นคือเครื่องพิมพ์จะสร้างสัญญาณ Busy หรือ เพื่อบอกว่าเครื่องพิมพ์ยังไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่ จนกระทั่งเมื่อเครื่องพิมพ์พร้อม เครื่องพิมพ์จะสร้างสัญญาณ ACK ส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อแจ้งว่า พร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่แล้ว



รูปที่ 2.2 แสดงไคอะแกรมเวลาของการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตขนาน

สัญญาณข้อมูลขนาด 8 บิต สัญญาณ Strobe และสัญญาณ ACK(acknowledge) เป็นสัญญาณที่สำคัญในการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์ นอกจากสัญญาณทั้งสามแล้ว ส่วนใหญ่การติดต่อกับเครื่องพิมพ์ยังต้องมีสัญญาณอื่นๆร่วมด้วย เนื่องจากเครื่องพิมพ์ต้องทำหน้าที่ถึง 3 อย่างด้วยกันคือ รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ พิมพ์ข้อมูลที่รับเข้ามา และตอบสนองต่อการใช้งานของผู้ใช้ เช่น การเปลี่ยนฟอนต์ เป็นต้น บางครั้งอาจเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติ เช่น บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเต็ม (เนื่องจากเครื่องพิมพ์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานทางกลย่อมทำงานได้ช้ากว่าการส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์) เครื่องพิมพ์จะต้องแจ้งไปยังคอมพิวเตอร์ว่าให้หยุดส่งข้อมูลชั่วคราว เนื่องจากไม่สามารถรับข้อมูลมากกว่านี้ได้แล้ว สัญญาณที่ส่งจากเครื่องพิมพ์ไปยังคอมพิวเตอร์คือสัญญาณ Busy และเมื่อเครื่องพิมพ์เกิดข้อผิดพลาด เช่น กระดาษติด เครื่องพิมพ์จะต้องแจ้งไปยังคอมพิวเตอร์เช่นกัน โดยสัญญาณที่แจ้งไปยังคอมพิวเตอร์เรียกว่าสัญญาณ Error นอกจากนี้เมื่อคอมพิวเตอร์ต้องการรีเซ็ตเครื่องพิมพ์ คอมพิวเตอร์จะต้องส่งสัญญาณ Reset ไปยังเครื่องพิมพ์เพื่อรีเซ็ตเครื่องพิมพ์ด้วย สามารถสรุปหาสัญญาณที่จำเป็นสำหรับการติดต่อดังในตารางที่ 2.1

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ยังแยกย่อยออกเป็นอีก 3 พอร์ต ได้แก่ พอร์ตเอาต์พุตที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์ พอร์ตเอาต์พุตสำหรับสัญญาณ Strobe และ Reset พอร์ตอินพุตสำหรับการอ่านค่าสัญญาณ Acknowledge, Busy และสัญญาณ Error จากเครื่องพิมพ์

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญญาณสำคัญของพอร์ตขนานที่ใช้ติดต่อกับเครื่องพิมพ์

สัญญาณ	หน้าที่การทำงาน	ทิศทาง
ข้อมูล 8 บิต	ข้อมูลที่ส่งจากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์	คอมพิวเตอร์
Strobe	แจ้งเครื่องพิมพ์ถึงข้อมูลที่ส่งมาใหม่	คอมพิวเตอร์
Acknowledge	เครื่องพิมพ์แจ้งมายังคอมพิวเตอร์ว่าได้รับข้อมูลแล้ว	เครื่องพิมพ์
Busy	แจ้งสถานะว่าเครื่องพิมพ์ไม่ว่างที่จะรับข้อมูลใหม่	เครื่องพิมพ์
Error	แจ้งสถานะว่าเครื่องพิมพ์เกิดข้อผิดพลาด	เครื่องพิมพ์
Reset	รีเซ็ตเครื่องพิมพ์	คอมพิวเตอร์

โดยปกติพอร์ตขนานออกแบบมาให้มีสายสัญญาณอยู่ทั้งหมด 17 เส้น สายสัญญาณเหล่านั้นจะมีรีจิสเตอร์ 3 ตัวควบคุมการทำงาน ดังนี้

1. พอร์ตเอาต์พุตสำหรับสัญญาณข้อมูล 8 เส้น มีรีจิสเตอร์ Data ควบคุม
2. พอร์ตอินพุตสำหรับการอ่านค่าสถานะต่างๆจากภายนอกที่อยู่ด้วยกัน 5 เส้น ใช้

รีจิสเตอร์ Status ในการควบคุม

3. พอร์ตเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ภายนอก มีอยู่ด้วยกัน 4 เส้น ใช้รีจิสเตอร์ Control ในการควบคุม

#### การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนาน

พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ จะมีลักษณะเช่นเดียวกับอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตตัวอื่นๆ คือเมื่อต้องการติดต่อจะต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วย ตามตารางที่ 2 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน โดยแบ่งออกเป็น 3 ตำแหน่งคือ แอดเดรสของรีจิสเตอร์ Data รีจิสเตอร์ Status และรีจิสเตอร์ Control โดยแอดเดรสนี้มีอยู่ทั้งหมด 3 ชุด สำหรับพอร์ตขนาน 3 ชุดคือ LPT1 LPT2 และ LPT3

ตารางที่ 2.2 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน

ชื่อพอร์ต	LPT1:		LPT2:		LPT3:	
	ฐานสิบ	ฐานสิบหก	ฐานสิบ	ฐานสิบหก	ฐานสิบ	ฐานสิบหก
DATA	888	378H	956	3BCH	632	278H
STATUS	889	379H	957	3BDH	633	279H
CONTROL	890	37AH	958	3BEH	634	27AH

เมื่อต้องการติดต่อกับพอร์ตขนานในตำแหน่งใด ก็ให้ส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ตขนานในตำแหน่งนั้นๆ ยกตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วย TURBO C เพื่อส่งค่าลอจิก “1” ออกไปทุกบิตของพอร์ต Data ของ LPT1 จะต้องเขียน โปรแกรมดังนี้

การส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตขนาน

```
outportb (0x378,0xFF)
```

การอ่านข้อมูลจากพอร์ตขนาน

```
temp = inportb(0x379)
```

ซึ่งในการส่งค่าดังกล่าว ออกมาทางพอร์ตขนานนั้น เมื่อคำสั่งดังกล่าวสิ้นสุดแล้ว ขาของพอร์ตขนานซึ่งอยู่ที่ด้านหลังของตัวเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป โดยในค่า ข้อมูลนั้น จะมีจำนวนทั้งหมด 8 บิตที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น จะเป็นตัวแทนของการแสดงข้อมูลแบบ 8 บิต ซึ่งหากวัดค่าออกมาทีละขา (ขา 2 ถึง ขา 9) โดยการใช้เครื่องวัดความต่างศักย์ทางไฟฟ้า (โวลต์มิเตอร์) จะปรากฏเป็นว่าเข็มของเครื่องวัด แสดงค่า กลับไม่แสดงค่า ซึ่งจะเป็ตัวแทน ของลอจิก “1”

และลอจิก “0” ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำค่าเหล่านี้ไปใช้เป็น อินพุตสำหรับ ควบคุม และการแสดงผล ตามต้องการได้ โดยใช้การออกแบบทางดิจิทัลเข้ามาช่วยให้สามารถควบคุม และการแสดงผล

### 2.3 วงจรดิจิทัลและ การออกแบบลอจิก

นักท วิชาวิทศน (2545) ได้อธิบายไว้ว่า ลอจิกเกตที่ใช้ในการปฏิบัติงานในงาน ดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ ทำงนด้วยสัญญาณลอจิกในระบบเลขฐานสอง จึงเรียกว่าลอจิกเกตฐานสอง ผู้ที่ศึกษาในระบบดิจิทัลจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงการทำงาน และการใช้งานลอจิกเกตฐานสอง ดัชนี และลักษณะพิเศษของลอจิกเกตแบบต่างๆ เบื้องต้นของลอจิกเกตสามารถสร้างได้โดย การใช้สวิตช์ (วงจรสวิตชิง) เช่น ไดโอด และทรานซิสเตอร์ ปัจจุบันใช้งานอย่างแพร่หลายในรูปแบบ วงจรรวม ซึ่งใช้งานกันมากใน 2 ตระกูลคือ ลอจิกตระกูลทีทีแอล (TTL-Logic gate) และลอจิก เกตตระกูลซีเอ็มอส (CMOS-Logic gate)

ในการออกแบบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ ของข้อมูลตามต้องการนั้น จำเป็นต้องต้องใช้หลัก การของพีชคณิตบูลีน ซึ่งคล้ายกับพีชคณิตทั่วไปตรงที่ประกอบด้วยสมการที่แสดงความสัมพันธ์ ของค่าคงที่ และตัวแปร แต่ค่าคงที่ของพีชคณิตบูลีนคือค่าในเลขฐานสอง (1 และ 0 เท่านั้น ) ส่วน ค่าคงที่ในพีชคณิตบูลีนโดยทั่วไป คือค่าตัวเลขฐานสิบ (ประกอบไปด้วยตัวเลข 0 ถึง 9) ดังนั้นกฎ และสูตรต่างๆ ของพีชคณิตบูลีนจึงแตกต่างกับพีชคณิตโดยทั่วไป ตัวกระทำในพีชคณิตบูลีนมี 3 ตัว คือ แอนด์ (AND (.)) ออร์ (OR(+)) นอต (NOT(-)) และตัวกระทำดังกล่าวก็เป็นกฎหรือข้อแม้ที่ไม่ สามารถลบล้างได้ คือจะต้องเป็นจริงเสมอ และตัวกระทำเหล่านี้ได้มีผู้ศึกษา แล้วว่ามีความสัมพันธ์ กันกับลักษณะของวงจรรีเลย์ คือ การเปิด และปิดของหน้าสัมผัสของวงจรรีเลย์ เปรียบได้กับตัว แปรในสมการบูลีนกระทำการ แอนด์ ออร์ หรือนอต

ต่อมาเมื่อวิวัฒนาการทางด้านการสร้างวงจรรวมเกี่ยวกับวงจรสวิตชิง มีการพัฒนา มากขึ้น จึงมีการสร้างวงจรสวิตชิงที่ทำหน้าที่เป็นตัวกระทำแอนด์ ออร์ และนอตบรรจุอยู่ในตัวถัง ของวงจรรวมแบบตัวถังพลาสติกทั้งชนิด ทีทีแอล และซีเอ็มอส โดยให้ชื่อวงจรที่ทำหน้าที่เป็นตัว กระทำดังกล่าวว่า แอนด์เกต ออร์เกต และ นอตเกต ในวงจรสวิตชิงนั้นผลการทำงานของ ทรานซิสเตอร์ภายในวงจรก็เป็นการทำงานในสภาวะอิ่มตัว (Satueation) และคัตออฟ (Cutoff) ทำ นั้นที่มีความสัมพันธ์เหมือนกับวงจรรีเลย์ที่มีการเปิด และปิดของหน้าสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับ พีชคณิตบูลีน

ดังนั้นจึงนิยมใช้พีชคณิตบูลีนแก้ไขปัญหาทางวงจรดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ เช่นใน ด้านการออกแบบ วงจรดิจิตอล ตามเงื่อนไขของฟังก์ชันที่กำหนดโดยลักษณะของงานที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนรูปแบบของวงจร และการลดต้นทุนการผลิตวงจร

### ทฤษฎีของดี.มอร์แกน

เป็นทฤษฎีที่ใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาของพีชคณิตบูลีน กรณีที่สมการของตัวแปรใดๆ ภายใต้เครื่องหมาย NOT(AND) และ NOT(OR) ซึ่งสามารถเปลี่ยนจากเครื่องหมาย NOT(AND) เป็น OR และเปลี่ยนสมการภายใต้เครื่องหมาย NOT(OR) เป็น AND ได้ ขอให้พิจารณาจาก 2 สมการต่อไปนี้

$$1. \overline{A \cdot B} = A + B \quad (\text{สมการเปลี่ยน AND เป็น OR})$$

$$2. \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B} \quad (\text{สมการเปลี่ยน OR เป็น AND})$$

หลักการใช้ทฤษฎีของดี.มอร์แกน (De'morgan) เปลี่ยนสมการพีชคณิตบูลีนตัวแปรใดๆ ต้องกระทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. Complement Function (โดยการใส่เครื่องหมาย NOT ตลอดทั้งฟังก์ชัน)
2. Change Operator (เปลี่ยนตัวกระทำ AND เป็น OR และ OR เป็น AND)
3. Complement Variable (ใส่เครื่องหมาย NOT ที่ตัวแปร)

### การออกแบบวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่

วงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ หรือ Combination Logic มีความสัมพันธ์กับตารางความจริงและสมการพีชคณิตบูลีน ซึ่งใช้ลดทอนรูปของฟังก์ชันให้ลดลงได้ วงจรลอจิกเชิงจัดหมู่เป็นวงจรลอจิกที่ประกอบไปด้วยลอจิกเกตชนิดต่างๆ ที่ประกอบกันเป็นวงจรลอจิก และทำงานได้ตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้ ภายในวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ไม่มีอุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำ เช่น ฟลิปฟลอป ดังนั้นเอาต์พุตของวงจรจะเปลี่ยนแปลงสภาวะลอจิกไปเมื่ออินพุตเปลี่ยนแปลงทันที หรือหลังจากเวลาหน่วงของลอจิกเกตนั่นทำงานเสร็จสิ้นไป

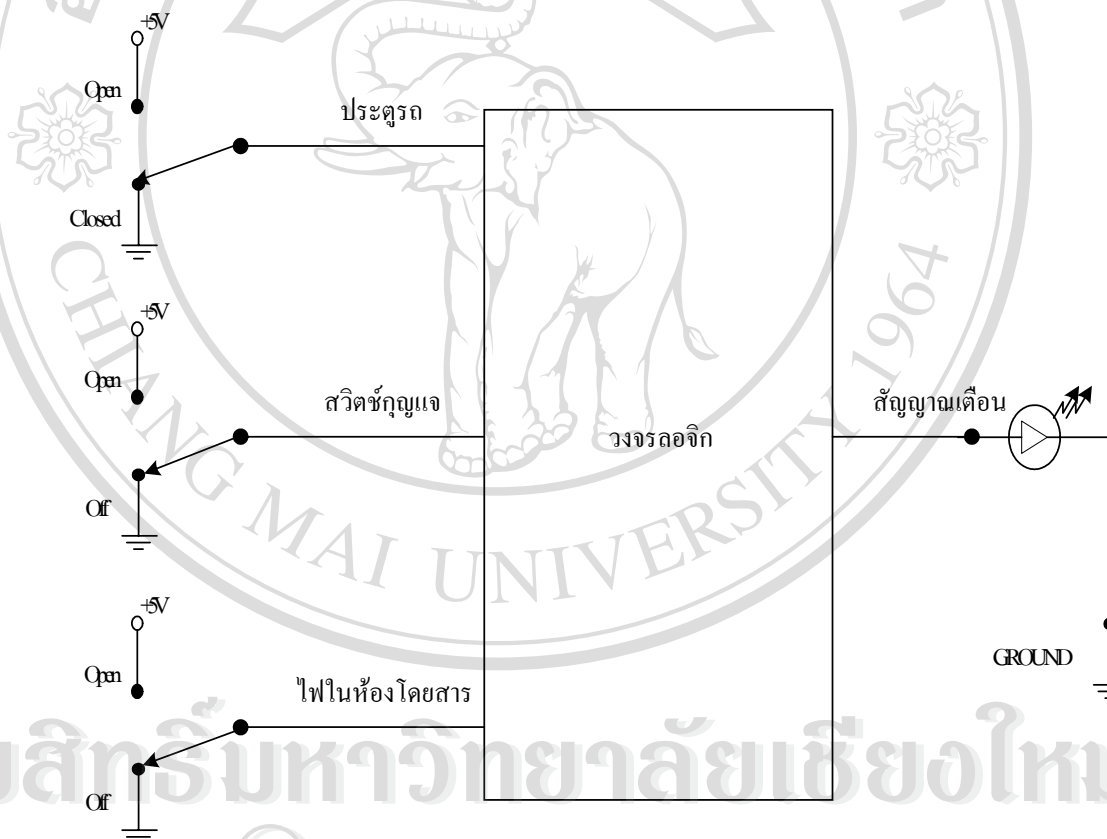
การออกแบบวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่นั้นจะเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา ซึ่งผู้ออกแบบต้องเข้าใจโจทย์ปัญหา และแยกออกได้ระหว่างตัวแปรอินพุต และเอาต์พุต แล้วจึงเขียนตารางความเป็นจริงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด ลำดับต่อไปคือการใช้เทคนิคต่างๆ หรือประสบการณ์ในการลดรูปวงจรลอจิกให้มีขนาดวงจรเล็กที่สุด และควรใช้ทฤษฎีของดี.มอร์แกน เปลี่ยนรูปวงจรที่ออกแบบได้ให้อยู่ในฟังก์ชันของแนนด์เกต และนอร์เกตเพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถพิจารณาได้ตามตัวอย่างต่อไปนี้



### ตัวอย่างการออกแบบวงจรลอจิก

จงออกแบบวงจรดิจิทัลที่ทำหน้าที่เป็นสัญญาณเตือนภายในรถยนต์ ซึ่งแสดงในรูปแบบที่ 2.3 วงจรลอจิกนี้รับสัญญาณจากการเปิด-ปิดประตูรถ และสัญญาณจากสวิตช์กุญแจสตาร์ท รวมทั้งสัญญาณไฟจากห้องโดยสาร และทำหน้าที่ตรวจสอบความบกพร่องของคนขับรถ โดยเตือนด้วยสัญญาณไฟสีแดงบนแผงหน้าปัด ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- (1) ไฟเตือนจะติดสว่างเมื่อสวิตช์กุญแจเปิด (Off) และประตูเปิด (Open)
- (2) ไฟเตือนจะต้องติดสว่างเมื่อไฟในห้องโดยสารเปิด (On)
- (3) ไฟเตือนจะดับเมื่อเงื่อนไขนอกเหนือจากข้อ (1) และข้อ (2)



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างเงื่อนไขการออกแบบทางลอจิก

จากโจทย์ดังกล่าวสามารถทำการวิเคราะห์ และออกแบบได้ดังต่อไปนี้

1. ตัวแปรอินพุตมี 3 ตัวคือ

ก) ประตูรถ = Door = D

ข) สวิตช์กุญแจ = Key = K

ค) ไฟในห้องโดยสาร = Lamp = L

และตัวแปรเอาต์พุตมี 1 ตัวแปรคือ ไฟสีแดง(เตือน) = Alarm = A

2. กำหนดลอจิกอินพุตของตัวแปรทั้งสาม และเอาต์พุต A ดังนี้

D = 1 เมื่อประตูเปิด , D = 0 เมื่อประตูปิด

K = 1 เมื่อสวิตช์ On , K = 0 เมื่อสวิตช์ Off

L = 1 เมื่อไฟสว่าง , L = 0 เมื่อไฟดับ

A = 1 เมื่อไฟเตือนติด , A = 0 เมื่อไฟเตือนดับ

3. เขียนตารางความจริงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ดังนี้

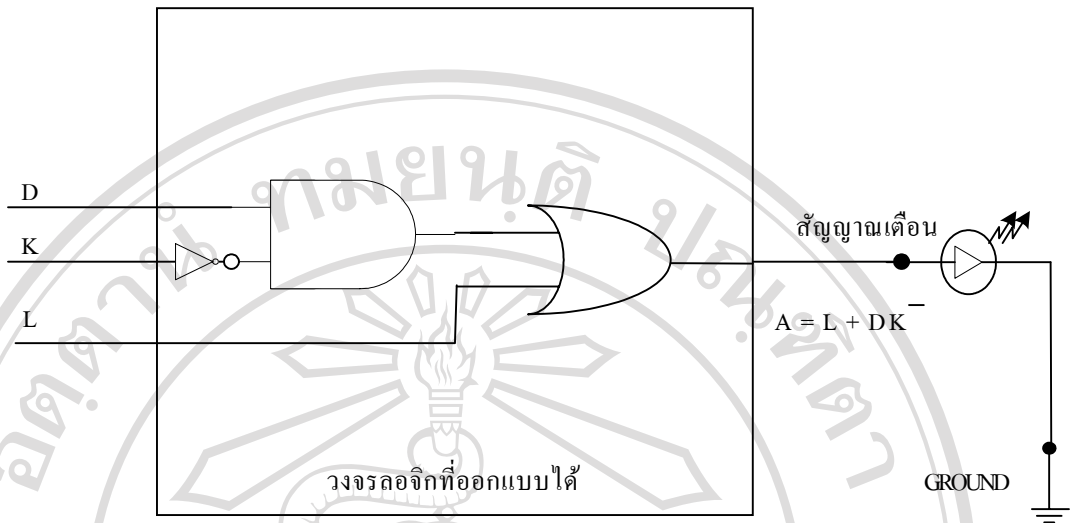
ตารางที่ 2.3 แสดงค่าตารางความจริง (True Table) ความเป็นไปได้ของอินพุตแบบต่างๆ

อินพุต			เอาต์พุต	ผลที่ได้
D	K	L	A	
0	0	0	0	
0	0	1	1	ตรงกับเงื่อนไขข้อ 1
0	1	0	0	
0	1	1	1	ตรงกับเงื่อนไขข้อ 1
1	0	0	1	ตรงกับเงื่อนไขข้อ 2
1	0	1	1	ตรงกับเงื่อนไขข้อ 1 และ 2
1	1	0	0	
1	1	1	1	ตรงกับเงื่อนไขข้อ 1

4. สรุปผลลัพธ์ที่ได้จากตารางความจริง

จะได้เป็นสมการ  $A = L + DK$

5. เขียนวงจรถลอจิกที่ออกแบบได้ และนำไปทดสอบตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้  
 ดังนี้ โดยใช้วงจรรวม 3 เบอร์ คือ 7404 7408 และ 7432

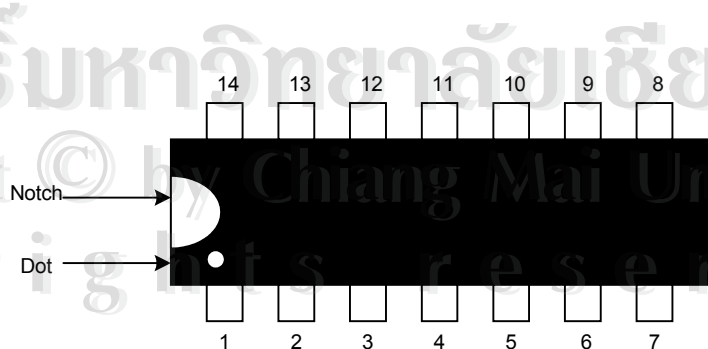


รูปที่ 2.4 แสดงวงจรที่ได้จากตัวอย่างการออกแบบวงจรลอจิก

**ลอจิกเกตชนิดที่ทีแอลในทางปฏิบัติ**

ลอจิกเกตที่ถูกสร้างในรูปแบบของวงจรรวมอันเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมี 2 ประเภทคือ วงจรรวมชนิดที่ทีแอล (อนุกรม 7400/5400) มีโครงสร้างภายในประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ ตัวต้านทาน และไดโอด และอีกตระกูลหนึ่งคือ วงจรชนิดซีมอส (อนุกรม 4000 หรือ 74C00 หรือ 74HC000) มีโครงสร้างภายในประกอบด้วยมอสเฟต และอิกเฟต (IGFETs)

ลักษณะภายนอกของวงจรรวมทั้งชนิดที่ทีแอล และซีมอส จะบรรจุลงในตัวถังพลาสติก เรียกว่า DIP (Dual In Line Package) ดังในรูปที่ 1 มีทั้งชนิด 14 ขา 16 ขา และ 20 ขา ขาที่ 1 จะอยู่ใกล้กับตำแหน่งจุด (DOT) หรือช่อง (Notch)



รูปที่ 2.5 แสดงตัวถัง ไอ.ซี. แบบ DIP และการกำหนดขาของไอ.ซี.

ซึ่งจะมีคุณลักษณะพิเศษ (Specification) แตกต่างกันไป ตามเบอร์ที่ระบุไว้ ซึ่งสามารถดูลักษณะการใช้งานของ IC แต่ละเบอร์ได้ตามหนังสือทางด้านอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไป สำหรับในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ได้แสดง คุณลักษณะดังกล่าวของ IC ที่ใช้ในการจัดทำอุปกรณ์ไว้ในภาคผนวกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

โดยวงจรที่ได้นั้นจะมีการติดต่อบริข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณอินพุต ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกทั้งส่วนของภาคอินพุต และภาคเอาต์พุต สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

- เชื่อมต่อผ่านทางการ์ดอินพุตเอาต์พุต ซึ่งใช้วิธีการเสียบ หรือติดตั้งการ์ดลงใน สล็อตภายในเครื่องคอมพิวเตอร์
- เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม
- เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนาน
- เชื่อมต่อผ่านระบบมาตรฐานอื่นๆ เช่น พอร์ต USB (Universal Serial Bus) พอร์ต SCSI หรือพอร์ต GAME เป็นต้น

#### ข้อได้เปรียบในการเลือกใช้งานพอร์ตขนาน

**ในด้านความปลอดภัย** การที่ต้องถอดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ออกมาเพื่อเสียบการ์ดเชื่อมต่อลงใน สล็อตของเครื่องคอมพิวเตอร์ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับส่วนอื่นๆ ของคอมพิวเตอร์ได้ ถ้าผู้ใช้งานไม่มีความชำนาญ หรือเกิดการต่อวงจรที่ผิดพลาด

**ในด้านการเข้ากันได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่** การเชื่อมต่อโดยการใส่การ์ดที่เสียบลงใน สล็อตไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้ทุกเครื่อง ยกตัวอย่างคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก จะไม่มีสล็อตต่อเสียบ แต่จะมีที่เสียบการ์ด PCMCIA แทน ในขณะที่พอร์ตขนานจะมีติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องทั้งนี้เพื่อใช้ในการติดต่อกับเครื่องพิมพ์

**ข้อจำกัดด้านพื้นที่** คอมพิวเตอร์บางเครื่องมีการเสียบการ์ดเชื่อมต่อตัวอื่นๆ อยู่แล้ว อาทิเช่น การ์ดเสียง การ์ดโมเด็ม เป็นต้น จนอาจไม่มีสล็อตเหลือพอสำหรับการเสียบการ์ดเพิ่มเติมได้อีก

**ความสะดวกในการใช้งาน** การเชื่อมต่อทางพอร์ตขนานสามารถทำได้ง่ายเพียงต่อสายสำหรับเชื่อมต่อเข้ากับคอนเน็คเตอร์ DB-25 ของพอร์ตขนาน

**จำนวนช่องสัญญาณของอินพุตเอาต์พุต** พอร์ตขนานมีจำนวนพอร์ตอินพุต และเอาต์พุต มากเพียงพอที่จะนำไปใช้งานต่างๆ และยังสามารถขยายพอร์ตเพิ่มขึ้นได้ โดยพอร์ตขนานปกติมี จำนวนขาเอาต์พุต 12 ขา และขาอินพุต 5 ขา

**ความเร็วในการสื่อสารข้อมูลกับพอร์ตขนาน** มีความเร็วเท่ากับระบบบัสโดยตรง

และมีความเร็วมากกว่า การติดต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม

**อะไหล่ และชิ้นส่วนประกอบ** คอนเน็คเตอร์ และสายเชื่อมต่างๆ ของการเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนาน หาได้ง่าย และราคาไม่แพง หรือจะสร้างชิ้นเองก็สามารถทำได้ง่าย

จากคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้พอร์ตขนานเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการเชื่อมต่อกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุม หรือรับสัญญาณ นอกจากนี้หากนำคุณสมบัติของการเขียน โปรแกรมง่ายๆ ผ่านระบบปฏิบัติการวินโดวส์ด้วยภาษาต่างๆ เช่น ภาษา BASIC, PASCAL หรือ C เป็นต้น ก็จะสามารถสร้างระบบเชื่อมต่อที่สมบูรณ์ และใช้งานได้ง่ายไม่ยากนัก ดังการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้



**ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved