# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

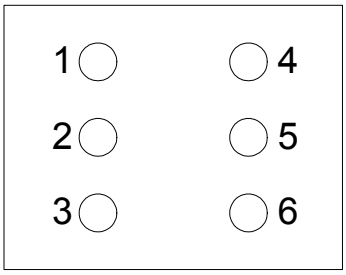
ปัจจุบันการผลิตสื่อต่าง ๆ ที่เป็นภาษาเบรลล์นั้นยังต้องอาศัยบุคคลที่มีความรู้ทั้งสองภาษา คือทั้งภาษาเขียนไทย และภาษาเบรลล์ ทำให้การผลิตสื่อที่เป็นภาษาเบรลล์นั้นมีจำนวนน้อย อีกทั้งเอกสารที่เป็นภาษาเบรลล์จะต้องถูกพิมพ์โดยใช้เครื่องพิมพ์ภาษาเบรลล์ (Braille Printer) ทำให้เกิดการสิ้นเปลือง และมีขั้นตอนการผลิตเอกสารค่อนข้างช้าไม่ทันต่อเทคโนโลยีข่าวสาร ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้โดยนำเอาผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลแบบภาษาธรรมชาติแล้ว ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นจะมีลักษณะเป็นการสะกดคำในภาษาไทย ซึ่งมีทั้งค่าที่แทน อักษรที่เป็นพยัญชนะ วรรณยุกต์ และสระ แล้วแต่การอ่านออกเสียงนั้นๆ โดยในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้จะเป็นการนำค่าดังกล่าว มาจัดทำ Mapping Table ให้เป็นค่าที่พร้อมจะส่งออกมาเป็นภาษาเบรลล์แล้ว ซึ่งจะแสดงผลโดยผ่านทางอุปกรณ์แสดงผลเบรลล์ที่ต่อเชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตขนาน (PC-Parallel port Interfacing) โดยในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตขนานจำเป็นต้องมีการส่งผ่านข้อมูลต่างๆออกไปทางพอร์ตขนานนี้ ซึ่งหากต้องการให้มีการส่งผ่านข้อมูลผ่านทางพอร์ตนี้ และทำให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้พร้อมกันหลายๆตัวนั้น โดยในการค้นคว้าอิสระนี้คือการควบคุมการแสดงผลเบรลล์ ผ่านทาง LED จำนวน 4 ชุดๆละ 6 ตัว รวมเป็นทั้งหมด 24 ตัว จึงจำเป็นต้องมีการจัดทำอุปกรณ์ภายนอกมาช่วยจัดการในการควบคุมและแสดงผล ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกดังกล่าวนี้ จะถูกจัดทำขึ้นในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ โดยการนำอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทวงจรรวม (Intregral Circuit;IC) ต่างๆ นำมาออกแบบทางลอจิกให้เป็นวงจรดิจิตอลที่สามารถแสดงอักษรเบรลล์ 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 บาร์ปิเอร์ ซึ่งใช้กระดาษแข็งปั้มเป็นรหัสจุด – ขีด ซึ่งได้พัฒนามาเป็นระบบ 6 จุด ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของจุดได้ถึง 63 แบบใช้แทนอักษรตาดีและได้คิดสร้างโน้ตดนตรีเป็นอักษรเบรลล์สำหรับคนตาบอดด้วย 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 | แถวขวามือตำแหน่ง |
| จุดที่ 1 2 3 | จุดที่ 4 5 6 |
| เรียงลงมาตามลำดับ | เรียงลงมาตามลำดับ |

สำหรับในประเทศไทย มีสเจเนวีฟ คอลฟิลด์ 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 ฆ

(3) ง

(4) จ ช ฌ

(5) ฉ

(6) ซ ศ ษ ส

(7) ญ ย

(8) ฎ ด

(9) ฏ ต

(10)ฐ ฑ ฒ ถ ท ธ

(11)ณ น

(12)บ

(13)ป ฝ ฟ

(14)ผ พ ภ

(15)ม

(16)ร

(17)ล ฬ

(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 แตกต่างกันตามลักษณะของจุดนูนขึ้นลงทั้ง 6 หลัก และจำนวน Cell ที่ใช้ในการแสดง ซึ่งการบอกลักษณะความแตกต่างดังกล่าวนี้ สามารถนำมาแปลงเป็นค่าทางตัวเลข เพื่อใช้ใน

การส่งออกผ่านทางพอร์ตขนาน

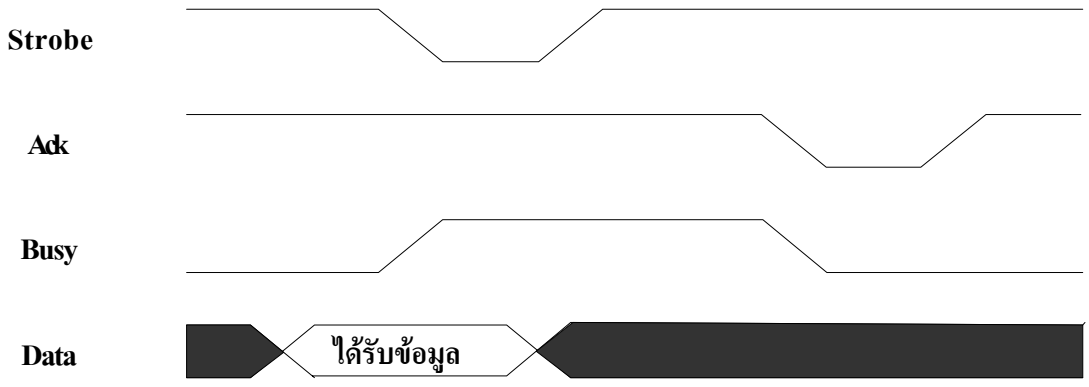
## 2.2 ความรู้เบื้องต้นของพอร์ตขนาน

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

**ลักษณะทางกายภาพของพอร์ขนาน**

เพื่อให้เข้าใจถึงการนำเอาพอร์ตขนานไปใช้งาน ก่อนอื่นต้องมาทำความเข้าใจก่อนว่า ปกตินั้น การสั่งพิมพ์งานจากคอมพิวเตอร์ไปยังพอร์ตขนานนั้นมีรูปแบบการทำงานภายในอย่างไร ในภาพที่ 3 แสดงไดอะแกรมเวลาของติดต่อระหว่างพอร์ตขนานกับเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีสัญญาณที่ใช้งานจริงๆไม่มาก เริ่มจากสัญญาณพอร์ต Data ถูกส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์พร้อมทั้งส่งสัญญาณ Strobe ออกไปด้วย เพื่อให้เครื่องพิมพ์รับรู้ว่ามีการส่งข้อมูลใหม่มาที่ขา data แล้ว จากนั้นคอมพิวเตอร์จะต้องรอการตอบกลับจากเครื่องพิมพ์ นั่นคือเครื่องพิมพ์จะสร้างสัญญาณ Busy หรือ เพื่อบอกว่าเครื่องพิมพ์ยังไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่ จนกระทั่งเมื่อเครื่องพิมพ์พร้อม เครื่องพิมพ์จะสร้างสัญญาณ ACK ส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อแจ้งว่า พร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่แล้ว




**รูปที่ 2.2 แสดงไดอะแกรมเวลาของการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตขนาน**

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 สัญญาณที่ส่งจากเครื่องพิมพ์ไปยังคอมพิวเตอร์คือ สัญญาณ Busy และเมื่อเครื่องพิมพ์เกิดข้อผิดพลาด เช่น กระดาษติด เครื่องพิมพ์จะต้องแจ้งไปยังคอมพิวเตอร์เช่นกัน โดยสัญญาณที่แจ้งไปยังคอมพิวเตอร์เรียกว่าสัญญาณ Error นอกจากนี้เมื่อคอมพิวเตอร์ต้องการรีเซตเครื่องพิมพ์ คอมพิวเตอร์จะต้องส่งสัญญาณ Reset ไปยังเครื่องพิมพ์เพื่อรีเซตเครื่องพิมพ์ด้วย สามารถสรุปขาสัญญาณที่จำเป็นสำหรับการติดต่อดังในตารางที่ 2.1

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

**ตารางที่ 2.1 แสดงสัญญาณสำคัญๆของพอร์ตขนานที่ใช้ติดต่อกับเครื่องพิมพ์**

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

โดยปกติพอร์ตขนานออกแบบมาให้มีสายสัญญาณอยู่ทั้งหมด 17 เส้น สายสัญญาณเหล่านั้นจะมีรีจิสเตอร์ 3 ตัวควบคุมการทำงาน ดังนี้

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

รีจิสเตอร์ Status ในการควบคุม

3. พอร์ตเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ภายนอก มีอยู่ด้วยกัน 4 เส้น ใช้รีจิสเตอร์ Control ในการควบคุม

**การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนาน**

พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ จะมีลักษณะเช่นเดียวกับอุปรณ์อินพุตเอาต์พุตตัวอื่นๆ คือเมื่อต้องการติดต่อจะต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วย ตามตารางที่ 2 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน โดยแบ่งออกเป็น 3 ตำแหน่งคือ แอดเดรสของรีจิสเตอร์ Data รีจิสเตอร์ Status และรีจิสเตอร์ Control โดยแอดเดรสนี้จะมีอยู่ทั้งหมด 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 ก็ให้ส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ตขนานในตำแน่งนั้นๆ ยกตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วย TURBO C เพื่อส่งค่าลอจิก “1” ออกไปทุกบิตของพอร์ต Data ของ LPT1 จะต้องเขียนโปรแกรมดังนี้

*การส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตขนาน*

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

*การอ่านข้อมูลจากพอร์ตขนาน*

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

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

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

**2.3 วงจรดิจิตอลและ การออกแบบลอจิก**

นภัทร วัจนเทพินทร์ (2545) ได้อธิบายไว้ว่า ลอจิกเกตที่ใช้ในการปฏิบัติงานในงานดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ ทำงานด้วยสัญญาณลอจิกในระบบเลขฐานสอง จึงเรียกว่าลอจิกเกตฐานสอง ผู้ที่ศึกษาในระบบดิจิตอลจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงการทำงาน และการใช้งานลอจิกเกตฐานสอง สัญลักษณ์ และลักษณะพิเศษของลอจิกเกตแบบต่างๆ เบื้องต้นของลอจิกเกตสามารถสร้างได้โดยการใช้สวิชต์ (วงจรสวิตชิง) เช่นไดโอด และทรายซิสเตอร์ ปัจจุบันใช้งานอย่างแพร่หลายในรูปแบบวงจรรวม ซึ่งใช้งานกันมากใน 2 ตระกูลคือ ลอจิกตระกูลทีทีแอล (TTL-Logic gate) และลอจิกเกตตระกูลซีมอส (CMOS-Logic gate)

ในการออกแบบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ ของข้อมูลตามต้องการนั้น จำเป็นต้องต้องใช้หลักการของพีชคณิตบูลีน ซึ่งคล้ายกับพีชคณิตทั่วไปตรงที่ประกอบด้วยสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของค่าคงที่ และตัวแปร แต่ค่าคงที่ของพีชคณิตบูลีนคือค่าในเลขฐานสอง (1 และ 0 เท่านั้น ) ส่วนค่าคงที่ในพีชคณิตบูลีนโดยทั่วไป คือค่าตัวเลขฐานสิบ (ประกอบไปด้วยตัวเลข 0 ถึง 9) ดังนั้นกฎและสูตรต่างๆ ของพีชคณิตบูลีนจึงแตกต่างกับพีชคณิตโดยทั่วไป ตัวกระทำในพีชคณิตบูลีนมี 3 ตัว คือ แอนด์ (AND (.)) ออร์ (OR(+)) นอต (NOT(-)) และตัวกระทำดังกล่าวก็เป็นกฎหรือข้อแม้ที่ไม่สามารถลบล้างได้ คือจะต้องเป็นจริงเสมอ และตัวกระทำเหล่านี้ได้มีผู้ศึกษา แล้วว่ามีความสัมพันธ์กันกับลักษณะของวงจรรีเลย์ คือ การเปิด และปิดของหน้าสัมผัสของวงจรรีเลย์ เปรียบได้กับตัวแปรในสมการบูลีนกระทำการ แอนด์ ออร์ หรือนอต

ต่อมาเมื่อวิวัฒนาการทางด้านการสร้างวงจรรวมเกี่ยงกับวงจรสวิตชิง มีการพัฒนามากขึ้น จึงมีการสร้างวงจรสวิตชิ่งที่ทำหน้าที่เป็นตัวกระทำแอนด์ ออร์ และนอตบรรจุอยู่ในตัวถังของวงจรรวมแบบตัวถังพลาสติกทั้งชนิด ทีทีแอล และซีมอส โดยให้ชื่อวงจรที่ทำหน้าที่เป็นตัวกระทำดังกล่าวว่า แอนด์เกต ออร์เกต และ นอตเกต ในวงจรสวิตชิ่งนั้นผลการทำงานของทรานซิสเตอร์ภายในวงจรก็เป็นการทำงานในสภาวะอิ่มตัว (Satueation) และคัตออฟ (Cutoff) เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์เหมือนกับวงจรรีเลย์ที่มีการเปิด และปิดของหน้าสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับพีชคณิตบูลีน

ดังนั้นจึงนิยมใช้พีชคณิตบูลีนแก้ไขปัญหาทางวงจรดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ เช่นในด้านการออกแบบ วงจรดิจิตอล ตามเงื่อนไขของฟังก์ชั่นที่กำหนดโดยลักษณะของงานที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนรูปแบบของวงจร และการลดต้นทุนการผลิตวงจร

**ทฤษฎีของดี.มอร์แกน**

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

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

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

หลักการใช้ทฤษฎีของดี.มอร์แกน (De'mogan) เปลี่ยนสมการพีชคณิตบูลีนตัวแปรใดๆ ต้องกระทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

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

**การออกแบบวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่**

วงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ หรือ Combination Logic มีความสัมพันธ์กับตารางความจริงและสมการพีชคณิตบูลีน ซึ่งใช้ลดทอนรูปของฟังก์ชั่นให้ลดลงได้ วงจรลอจิกเชิงจัดหมู่เป็นวงจรลอจิกที่ประกอบไปด้วยลอจิกเกตชนิดต่างๆ ที่ประกอบกันเป็นวงจรลอจิก และทำงานได้ตามฟังก์ชั่นที่กำหนดไว้ ภายในวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ไม่มีอุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำ เช่น ฟลิปฟลอป ดังนั้นเอาร์พุตของวงจรจะเปลี่ยนแปลงสภาวะลอจิกไปเมื่ออินพุตเปลี่ยนแปลงทันที หรือหลังจากเวลาหน่วงของลอจิกเกตนั้นทำงานเสร็จสิ้นไป

การออกแบบวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่นั้นจะเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา ซึ่งผู้ออกแบบต้องเข้าใจโจทยืปัญหา และแยกออกได้ระหว่างตัวแปรอินพุต และเอาร์พุต แล้วจึงเขียนตารางความเป็นจริงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด ลำดับต่อไปคือการใช้เทคนิคต่างๆ หรือประสบการณ์ในการลดรูปวงจรลอจิกให้มีขนาดวงจรเล็กที่สุด และควรใช้ทฤษฎีของดี.มอร์แกน เปลี่ยนรูปวงจรที่ออกแบบได้ให้อยู่ในฟังก์ชั่นของแนนด์เกต และนอร์เกตเพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถพิจารณาได้ตามตัวอย่างต่อไปนี้

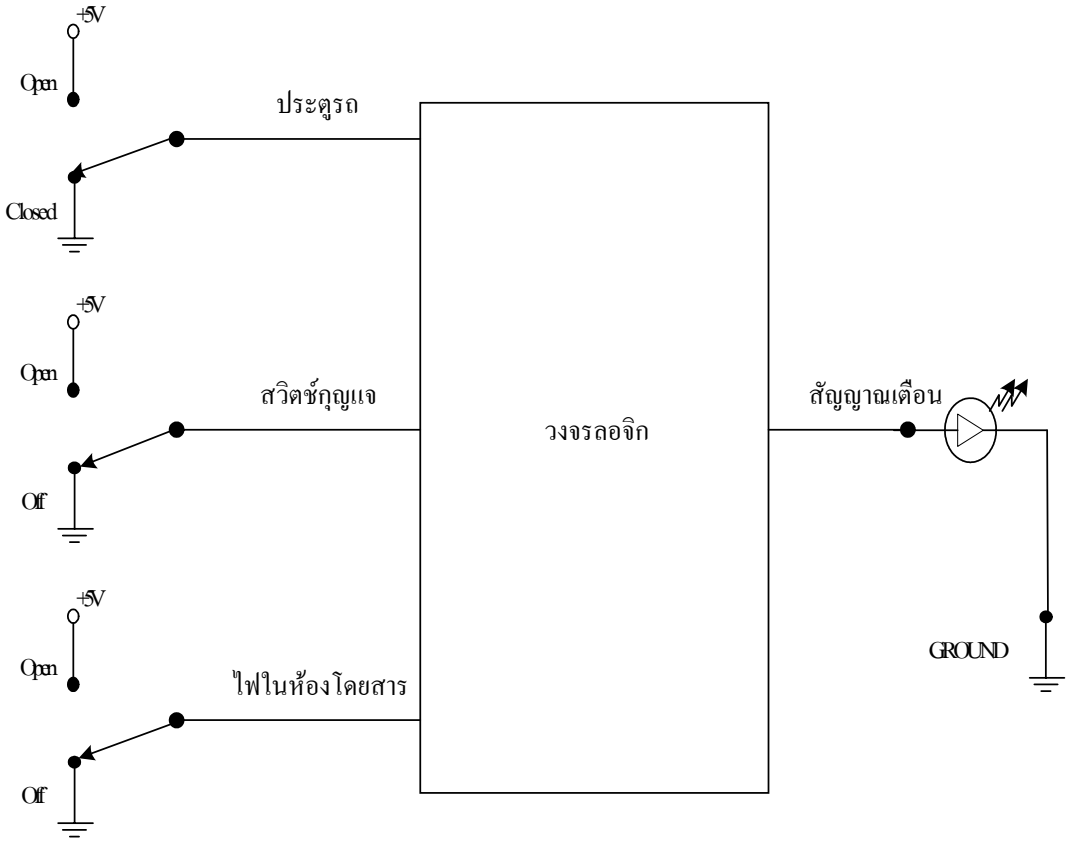
**ตัวอย่างการออกแบบวงจรลอจิก**

จงออกแบบวงจรดิจิตอลที่ทำหน้าที่เป็นสัญญาณเตือนภายในรถยนต์ ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.3 วงจรลอจิกนี้รับสัญญาณจากการเปิด-ปิดประตูรถ และสัญญาณจากสวิตช์กุญแจสตาร์ท รวมทั้งสัญญาณไฟจากห้องโดยสาร และทำหน้าที่ตรวจสอบความบกพร่องของคนขับรถ โดยเตือนด้วยสัญญาณไฟสีแดงบนแผงหน้าปัด ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

(1) ไฟเตือนจะติดสว่างเมื่อสวิชต์กุญแจปิด (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 เมื่อสวิชต์ Off

L = 1 เมื่อไฟสว่าง , L = 0 เมื่อไฟดับ

A = 1 เมื่อไฟเตือนติด , A = 0 เมื่อไฟเตือนดับ

3. เขียนตารางความจริงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ดังนี้

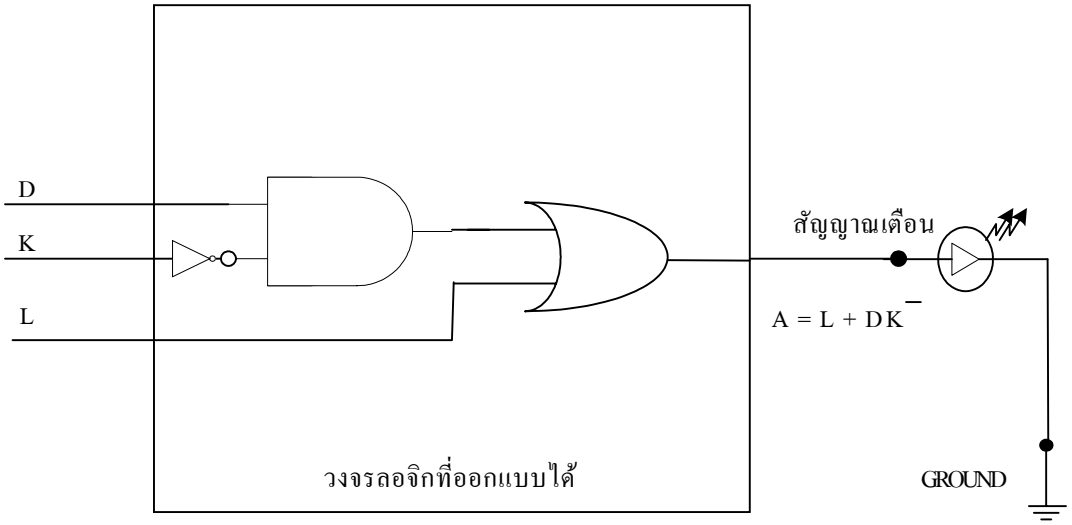
**ตารางที่ 2.3 แสดงค่าตารางความจริง (True Table) ความเป็นไปได้ของอินพุตแบบต่างๆ**

| 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 $A = L + D\overline{K}$

5. เขียนวงจรลอจิกที่ออกแบบได้ และนำไปทดสอบตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ดังนี้ โดยใช้วงจรรวม 3 เบอร์ คือ 7404 7408 และ 7432

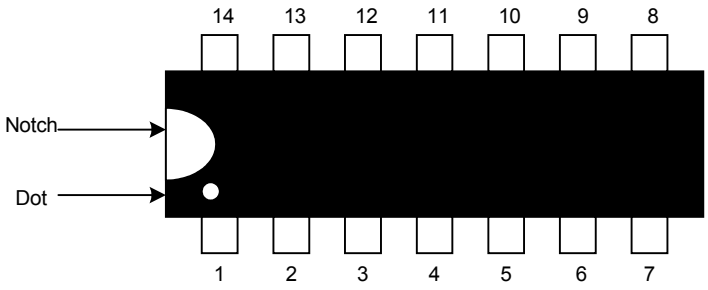



**รูปที่ 2.4 แสดงวงจรที่ได้จากตัวอย่างการออกแบบวงจรลอจิก**

**ลอจิกเกตชนิดทีทีแอลในทางปฏิบัติ**

ลอจิกเกตที่ถูกสร้างในรูปของวงจรรวมอันเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมี 2 ตระกูลคือ วงจรรวมชนิดทีทีแอล (อนุกรม 7400/5400) มีโครงสร้างภายในประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ ตัวต้านทาน และไดโอด และอีกตระกูลหนึ่งคือ วงจรชนิดซีมอส (อนุกรม 4000 หรือ 74C00 หรือ 74HC000) มีโครงสร้างภายในประกอบด้วยมอสเฟต และอิกเฟต (IGFETs)

ลักษณะภายนอกของวงจรรวมทั้งชนิดทีทีแอล 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) แตกต่างกันออกไป ตามเบอร์ที่ระบุไว้ ซึ่งสามารถดูลักษณะการต่อใช้งานของ IC แต่ละเบอร์ได้ตามหนังสือทางด้านอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไป สำหรับในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ได้แสดง คุณลักษณะดังกล่าวของ IC ที่ใช้ในการจัดทำอุปกรณ์ไว้ในภาคผนวกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

โดยวงจรที่ได้นั้นจะมีการติดต่อรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณอินพุต ซึ่งในควมเป็นจริงแล้วการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกทั้งส่วนของภาคอินพุต และภาคเอาต์พุต สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

- เชื่อมต่อผ่านทางการ์ดอินพุตเอาต์พุต ซึ่งใช้วิธีการเสียบ หรือติดตั้งการ์ดลงในสล็อตภายในเครื่องคอมพิวเตอร์
- เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม
- เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนาน
- เชื่อมต่อผ่าระบบมาตรฐานอื่นๆ เช่น พอร์ต USB (Universal Serial Bus) พอร์ต SCSI หรือพอร์ต GAME เป็นต้น

**ข้อได้เปรียบในการเลือกใช้งานพอร์ตขนาน**

**ในด้านความปลอดภัย** การที่ต้องถอดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ออกมาเพื่อเสียบการ์ดเชื่อมต่อลงใน สล็อตของเครื่องคอมพิวเตอร์ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับส่วนอื่นๆ ของคอมพิวเตอร์ได้ ถ้าผู้ใช้งานไม่มีความชำนาญ หรือเกิดการต่อวงจรที่ผิดพลาด

**ในด้านการเข้ากันได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่** การเชื่อมต่อโดยการใช้การ์ดที่เสียบลงใน สล็อตไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้ทุกเครื่อง ยกตัวอย่าง คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก จะไม่มีสล็อตอเสียบ แต่จะมีที่เสียบการ์ด PCMCIA แทน ในขณะที่พอร์ตขนานจะมีติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องทั้งนี้เพื่อใช้ในการติดต่อกับเครื่องพิมพ์

**ข้อจำกัดด้านพื้นที่** คอมพิวเตอร์บางเครื่องมีการเสียบการ์ดเชื่อมต่อตัวอื่นๆอยู่แล้ว อาทิเช่น การ์ดเสียง การ์ดโมเด็ม เป็นต้น จนอาจไม่มีสล็อตเหลือพอสำหรับการเสียบการ์ดเพิ่มเติมได้อีก

**ความสะดวกในการใช้งาน** การเชื่อมต่อทางพอร์ตขนานสามารถทำได้ง่ายเพียงต่อสายสำหรับเชื่อมต่อเข้ากับคอนเน็ตเตอร์ DB-25 ของพอร์ตขนาน

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

**ความเร็วในการสื่อสารข้อมูลกับพอร์ตขนาน** มีความเร็วเท่ากับระบบบัสโดยตรง

และมีความเร็วมากกว่า การติดต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม

**อะไหล่ และชิ้นส่วนประกอบ** คอนเน็ตเตอร์ และสายเชื่อมต่างๆ ของการเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนาน หาได้ง่าย และราคาไม่แพง หรือจะสร้างขึ้นเองก็สามารถทำได้ง่าย

จากคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้พอร์ตขนานเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการเชื่อมต่อกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุม หรือรับสัญญาณ นอกจากนั้นหากนำคุณสมบัติของการเขียนโปรแกรมง่ายๆ ผ่านระบบปฏิบัติการวินโดวส์ด้วยภาษาต่างๆ เช่น ภาษา BASIC, PASCAL หรือ C เป็นต้น ก็จะสามารถสร้างระบบเชื่อมต่อที่สมบูรณ์ และใช้งานได้ง่ายไม่ยากนัก ดังการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้