

ตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ถักดอล

เบื้องต้น

ภาคปฏิบัติ

หลักสูตรใหม่

วิชาชีพเฉพาะ

สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

รหัส 2104-2116

ตีใจตอลเบื้องต้น

ภาคปฏิบัติ

หลักสูตรใหม่

วิชาชีพเฉพาะ

โดย.. นภัทร วอนเทพินทร์



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
สำนักงานใหญ่
SKYBOOK COMPANY LIMITED
515/270-8 ถ.รัชดาภิเษก-ปากเกร็ด อ.ปทุมธานี จ.ปทุมธานี 12130
โทร. 0-2958-1125-7, 0-2567-5119 โทรสาร. 0-2567-5105
E-mail: skybook1992@hotmail.com

“ ดิจิตอลเบื้องต้น (ภาคปฏิบัติ) ”

พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2545

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามคัดลอกถ่ายเอกสารหรือพิมพ์

หรือวิธีหนึ่งวิธีใดของหนังสือเล่มนี้ก่อนได้รับอนุญาต

จากบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

ราคา 98 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

นภัทร วัฒนเทพินทร์

ดิจิตอลเบื้องต้น (ภาคปฏิบัติ) — กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545.

172 หน้า

1. ดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ I. ชื่อเรื่อง

621.3815

ISBN: 974-389-212-8

S7901-30-06-02

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
หมู่บ้านสวนโกสินทร์ 300 0 (รังสิต)
SKYBOOK COMPANY LIMITED
โทร. 0-29581125-7, 0-25675119 โทรสาร. 0-25675105
518/278-8 ม.รังสิต-ปากเกร็ด อ.ปากเกร็ด จ.ปทุมธานี 12130
E-mail: skybook1992@hotmail.com

“เรามุ่งหวังให้เด็กเล็กคุ้นหลังรักการอ่าน”

พิมพ์ที่ บริษัท สยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด

459 ซอยพินิจอยู่ร่มก้าม (ลาดพร้าว 48) แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์: 0-26943010

คำนำ

หนังสือ ดิจิตอลเบื้องต้น (ภาคปฏิบัติ) รหัส 2104 - 2116 เรียบเรียงขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนในภาคปฏิบัติของวิชาดิจิตอลเบื้องต้นตามหลักสูตรระดับ (ปวช.) หลักสูตรใหม่ ปีพุทธศักราช 2545 ของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้วางแผนการสอนในภาคปฏิบัติไว้ โดยเริ่มต้นจากปฏิบัติการต่อวงจรเกต พิสจันฟังก์ชันต่าง ๆ และทฤษฎีพีชคณิตบูลีน รวมทั้งการใช้งานวงจรเกตลดรูปสมการบูลีนโดยวิธีต่าง ๆ และคุณลักษณะของวงจรทีทีแอล การทำงานของวงจรเข้ารหัส วงจรถอดรหัส วงจรพัลส์ วงจรบวก-ลบเลขฐานสอง วงจรรนับขึ้นและนับลง รวมทั้งวงจรรนับที่ใช้วงจรรวมพื้นฐาน และการแสดงผลด้วยตัวเลขเจ็ดส่วน ซึ่งเน้นการต่อวงจรเบื้องต้น โดยไม่ต้องใช้ชุดทดลองใด ๆ ผู้เรียนสามารถใช้โฟโต้บอร์ดทดลองได้ ทั้งวงจรแสดงผลและตัวกำเนิดสัญญาณพิกานไม่ซับซ้อน ต้อง่าย ใช้อุปกรณ์น้อย เหมาะสำหรับนักศึกษา ระดับ ปวช. ที่จะใช้เป็นพื้นฐานการพัฒนาตนเองในวิชาดิจิตอลระดับสูงต่อไปในอนาคต

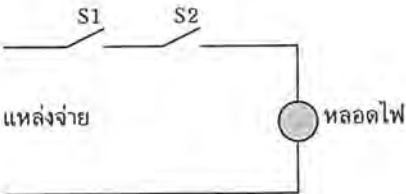
หนังสือเล่มนี้ควรใช้คู่กับดิจิตอลเบื้องต้น (ภาคทฤษฎี) ของผู้เขียนคนเดียวกันนี้ ขอขอบคุณบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด และขอระลึกถึงความรักอันมั่นคงจากคุณวัชรภรณ์ คุณภณภัทร และคุณภัทรภรณ์ วัจนเทพินทร์ คนเหล่านี้คือองค์ประกอบที่ทำให้ชีวิตของผู้เขียนมีความมั่นคงตลอดไป



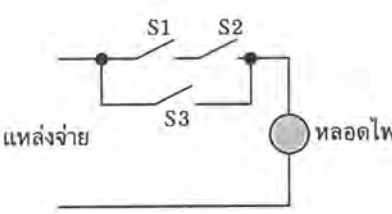
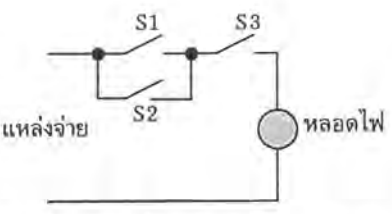
(นภัทร วัจนเทพินทร์)



การทดลองที่ 1	ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์	5
การทดลองที่ 2	ลอจิกเกตชนิดที่ทีแอล	14
การทดลองที่ 3	สมการลอจิกและพีชคณิตบูลีน	24
การทดลองที่ 4	การประยุกต์ใช้งานแนนด์และนอร์เกต	38
การทดลองที่ 5	วงจรรวมที่ทีแอลชนิดเอาต์พุตคอลเล็กเตอร์เปิด	50
การทดลองที่ 6	วงจรจุดชนวนของชนิดแบบที่ทีแอล	57
การทดลองที่ 7	วงจรเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกตและเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต	65
การทดลองที่ 8	วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่ใช้วงจรรวมที่ทีแอล	75
การทดลองที่ 9	วงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส	82
การทดลองที่ 10	วงจรแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ	90
การทดลองที่ 11	ตัวเปรียบเทียบแมกนีจูด	100
การทดลองที่ 12	วงจรวกและลบเลขฐานสอง	109
การทดลองที่ 13	ฟลิปฟล็อปชนิดเจเค	121
การทดลองที่ 14	วงจรรับเลขฐานสอง	129
การทดลองที่ 15	วงจรรับสิบ	139
ภาคผนวก ก.	TTL DATA SHEET	149
ภาคผนวก ข.	การจัดวางขา TTL - IC's	169

การทดลองที่ 1	ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์	หน้า 1 / 9																	
วัตถุประสงค์ - เข้าใจการทำงานของสวิตช์ที่มีฟังก์ชันเหมือนลอจิกเกต โดยใช้สวิตช์ขนานและอนุกรม - ปฏิบัติการทดลองใช้สวิตช์แทนฟังก์ชันทางลอจิกพื้นฐานได้ ทฤษฎี การต่อสวิตช์อนุกรม ในการควบคุมหลอดไฟฟ้างดรูปที่ 1.1 เมื่อทำการเปิด (Open) และปิด (Closed) หน้าสัมผัสของสวิตช์แต่ละตัว การทำงานของหลอด (Lamp) จะปรากฏสถานะที่หลอดติด (On) และดับ (Off) ดังตารางที่ 1.1 ตารางแสดงการทำงานของสวิตช์อนุกรมดังกล่าว เรียกว่า ตารางความจริง (Truth table) สถานะสวิตช์อนุกรมเหมือนกับฟังก์ชันลอจิกแอนด์ (AND) ดังนั้นเมื่อนำการทำงานของสวิตช์ลอจิกอนุกรม 2 ตัว คือ S1 และ S2 และกำหนดให้สวิตช์เปิดเป็นลอจิก “0” และสวิตช์ปิดเป็นลอจิก “1” สถานะที่หลอดติดเป็นลอจิก “1” และสถานะที่หลอดดับเป็นลอจิก “0” จะแสดงการทำงานของสวิตช์อนุกรมเทียบกับฟังก์ชันแอนด์เกต ดังตารางที่ 1.2  รูปที่ 1.1 ตารางที่ 1.1 การทำงานของสวิตช์อนุกรม <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">สถานะสวิตช์</th> <th rowspan="2">สถานะหลอดไฟ</th> </tr> <tr> <th>S1</th> <th>S2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เปิด</td> <td>เปิด</td> <td>ดับ</td> </tr> <tr> <td>เปิด</td> <td>ปิด</td> <td>ดับ</td> </tr> <tr> <td>ปิด</td> <td>เปิด</td> <td>ดับ</td> </tr> <tr> <td>ปิด</td> <td>ปิด</td> <td>ติด</td> </tr> </tbody> </table>			สถานะสวิตช์		สถานะหลอดไฟ	S1	S2	เปิด	เปิด	ดับ	เปิด	ปิด	ดับ	ปิด	เปิด	ดับ	ปิด	ปิด	ติด
สถานะสวิตช์		สถานะหลอดไฟ																	
S1	S2																		
เปิด	เปิด	ดับ																	
เปิด	ปิด	ดับ																	
ปิด	เปิด	ดับ																	
ปิด	ปิด	ติด																	

การทดลองที่ 1	ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์	หน้า 2 / 9																																		
ตารางที่ 1.2 ตารางความจริงของแอนด์เกต <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">สถานะสวิตช์</th><th rowspan="2">สถานะ หลอดไฟ</th></tr> <tr> <th>S1</th><th>S2</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> การต่อสวิตช์ขนาน ดังแสดงในรูปที่ 1.2 มีตารางการทำงานของหลอดไฟฟ้าดังตารางที่ 1.3 และเมื่อเทียบกับฟังก์ชันลอจิกเกต การทำงานของสวิตช์ขนานคือ ลอจิกเกตแบบออร์ (OR) ดังนั้นตารางการทำงานของสวิตช์ดังตารางที่ 1.3 จึงเปรียบเทียบกับตารางความจริงของออร์เกต ดังตารางที่ 1.4 รูปที่ 1.2 ตารางที่ 1.3 การทำงานของสวิตช์ขนาน <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">สถานะสวิตช์</th><th rowspan="2">สถานะ หลอดไฟ</th></tr> <tr> <th>S1</th><th>S2</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เปิด</td><td>เปิด</td><td>ดับ</td></tr> <tr> <td>เปิด</td><td>ปิด</td><td>ติด</td></tr> <tr> <td>ปิด</td><td>เปิด</td><td>ติด</td></tr> <tr> <td>ปิด</td><td>ปิด</td><td>ติด</td></tr> </tbody> </table>			สถานะสวิตช์		สถานะ หลอดไฟ	S1	S2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	สถานะสวิตช์		สถานะ หลอดไฟ	S1	S2	เปิด	เปิด	ดับ	เปิด	ปิด	ติด	ปิด	เปิด	ติด	ปิด	ปิด	ติด
สถานะสวิตช์		สถานะ หลอดไฟ																																		
S1	S2																																			
0	0	0																																		
0	1	0																																		
1	0	0																																		
1	1	1																																		
สถานะสวิตช์		สถานะ หลอดไฟ																																		
S1	S2																																			
เปิด	เปิด	ดับ																																		
เปิด	ปิด	ติด																																		
ปิด	เปิด	ติด																																		
ปิด	ปิด	ติด																																		

การทดลองที่ 1	ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์	หน้า 3/9																	
ตารางที่ 1.4 ตารางความจริงของออร์เกต <table> <tr> <th colspan="2">สถานะสวิตช์</th><th rowspan="2">สถานะหลอดไฟ</th></tr> <tr> <th>S1</th><th>S2</th></tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table> การต่อสวิตช์ผสม ดังแสดงในรูปที่ 1.3 (ก) เป็นการต่อสวิตช์ S1 และ S2 อนุกรมกัน โดยสวิตช์ทั้งสองต่อขนานกับ S3 วงจรมีกำหนดเป็นฟังก์ชันของลอจิกเกตคือ (S1 AND S2) OR S3 นั่นคือหลอดจะติดเมื่อ S1 AND S2 ทำงาน หรือ S3 ทำงาน สำหรับรูปที่ 1.3 (ข) คือการทำงานของสวิตช์ S1 ขนานกับ S2 (S1 OR S2) และอนุกรมกับ S3 นั่นคือเท่ากับฟังก์ชันลอจิกเกตคือ (S1 OR S2) AND S3 นั่นคือหลอดจะติดเมื่อ S1 AND S3 หรือ S2 AND S3 เท่านั้น   (ก) หลอดติดเมื่อ (S1 AND S2) OR S3 (ข) หลอดติดเมื่อ (S1 OR S2) AND S3 รูปที่ 1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง - ชุดทดลองดิจิทัล 1 ชุด - สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด			สถานะสวิตช์		สถานะหลอดไฟ	S1	S2	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
สถานะสวิตช์		สถานะหลอดไฟ																	
S1	S2																		
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	

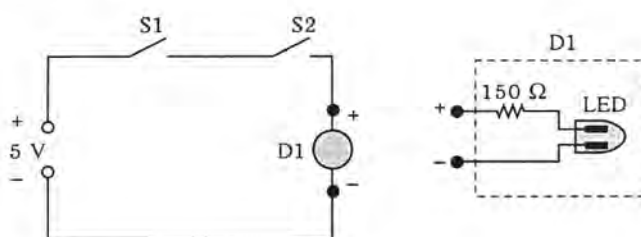
การทดลองที่ 1

ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์

หน้า
4/9

การทดลองที่ 1

วงจรสวิตช์อนุกรมและสวิตช์ขนาน



รูปที่ 1.4

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 1.4 เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
2. ทดลองโดยเปิด (Open) และปิด (Closed) สวิตช์ S1 และ S2 ตามตารางที่ 1.5 สังเกตการติดดับของ D1 บันทึกผลการติดดับเป็นสภาวะลอจิก ถ้าหลอดดับคือ “0” และหลอดติดคือ “1”
3. ทดลองเสร็จให้ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

ตารางที่ 1.5

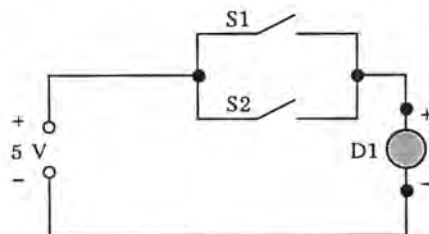
สวิตช์		หลอด D1
S1	S2	
เปิด	เปิด	
เปิด	ปิด	
ปิด	เปิด	
ปิด	ปิด	

การทดลองที่ 1

ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์

หน้า
5 / 9

4. ต่อดวงจรใหม่อีกครั้งดังรูปที่ 1.5 และเปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า



รูปที่ 1.5

5. ทำการทดลองโดยเปิด-ปิดสวิตช์ตามตารางที่ 1.6 บันทึกผลการทำงานและการติดดับของหลอด D1 โดยใช้ลอจิก “0” แทนหลอดดับ และลอจิก “1” แทนหลอดติด

6. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1.6

สวิตช์		หลอด D1
S1	S2	
เปิด	เปิด	
เปิด	ปิด	
ปิด	เปิด	
ปิด	ปิด	

การทดลองที่ 1	ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์	หน้า 6/9
---------------	----------------------	-------------

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรในรูปที่ 1.6 หลอดไฟจะดับเมื่อใด

สวิตช์ Closed = 1
Open = 0

รูปที่ 1.6

1. A = 1, B = 1, C = 1

2. A = 1, B = 0, C = 1

3. A = 0, B = 1, C = 1

4. A = 1, B = 1, C = 0

2. จากวงจรในรูปที่ 1.6 หลอดไฟจะดับเมื่อใด

1. A = 0, B = 1, C = 1

2. A = 1, B = 0, C = 1

3. A = 0, B = 0, C = 1

4. A = 1, B = 1, C = 1

3. จากรูปที่ 1.7 หลอดไฟจะติดเมื่อใด

รูปที่ 1.7

1. A = 0, B = 0, C = 0

2. A = 1, B = 0, C = 0

3. A = 0, B = 1, C = 0

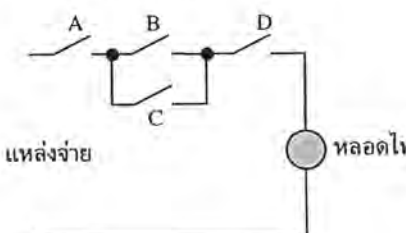
4. A = 1, B = 1, C = 0

การทดลองที่ 1	ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์	หน้า 7/9
---------------	----------------------	-------------

4. จากรูปที่ 1.7 หลอดไฟจะติดเมื่อใด

1. $A = 0, B = 0, C = 0$	2. $A = 1, B = 0, C = 0$
3. $A = 0, B = 1, C = 0$	4. $A = 1, B = 0, C = 0$

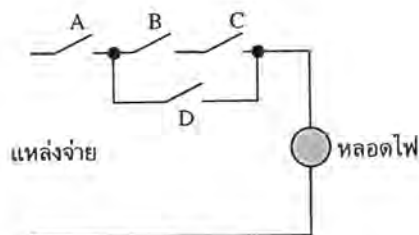
5. จากวงจรในรูปที่ 1.8 หลอดไฟจะติดเมื่อใด



รูปที่ 1.8

1. $A = 1, B = 1, C = 0, D = 0$	2. $A = 1, B = 0, C = 1, D = 0$
3. $A = 1, B = 1, C = 0, D = 1$	4. $A = 1, B = 0, C = 0, D = 1$

6. จากวงจรในรูปที่ 1.9 หลอดไฟจะติดเมื่อใด



รูปที่ 1.9

1. $A = 1, B = 1, C = 0, D = 0$	2. $A = 1, B = 1, C = 1, D = 0$
3. $A = 1, B = 0, C = 0, D = 0$	4. $A = 1, B = 0, C = 1, D = 0$

การทดลองที่ 1	ลอจิกเกตที่ใช้สวิตช์	หน้า 8/9
7. จากวงจรในรูปที่ 1.9 หลอดไฟจะติดเมื่อใด 1. $A = 0, B = 1, C = 1, D = 1$ 2. $A = 0, B = 1, C = 0, D = 0$ 3. $A = 1, B = 0, C = 0, D = 1$ 4. $A = 0, B = 0, C = 1, D = 1$ 		

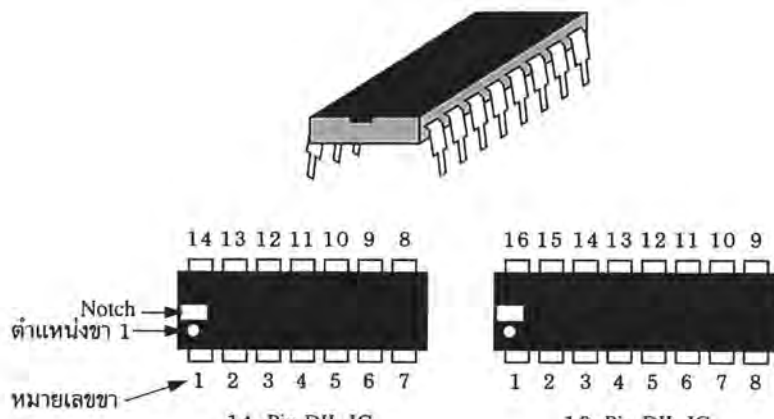
การทดลองที่ 2	ลอจิกเกตชนิดทีทีแอล	หน้า 1/10
---------------	---------------------	--------------

วัตถุประสงค์

1. รู้จักสัญลักษณ์และการทำงานของลอจิกเกต
2. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างลอจิก “0” และ “1” ของลอจิกเกตชนิดทีทีแอล
3. ปฏิบัติการทดลองหาคุณสมบัติทางอินพุตและเอาต์พุตของลอจิกเกตชนิดทีทีแอล

ทฤษฎี

ลอจิกเกตชนิดทีทีแอล (TTL : Transistor Transistor Logic) เป็นวงจรลอจิกเกตที่มีโครงสร้างภายในของอุปกรณ์สวิตช์ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ จึงเรียกว่าลอจิกเกตชนิดทีทีแอล โดยทั่วไปลักษณะบรรจุของลอจิกเกตแบบนี้จะเป็นวงจรรวม (IC) บรรจุในตัวถังพลาสติกแบบ DIL (Dual In Line Package) มีจำนวนขา รวม 2 แถว แถวละ 7 หรือ 8 ขา เป็นวงจรรวมแบบ 14 หรือ 16 ขา เรียกว่า 14 Pin-DIL หรือ 16 Pin-DIL ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะภายนอกของวงจรรวมทีทีแอลชนิด 16 และ 14 ขา

ลอจิกเกตทีทีแอล พื้นฐานที่ต้องศึกษาคือ ทีทีแอลอนุกรม 74 ดังต่อไปนี้

7400 Quad 2-Input NAND Gate	7402 Quad 2-Input NOR Gate
7408 Quad 2-Input AND Gate	7432 Quad 2-Input OR Gate
7404 Hex Inverter	