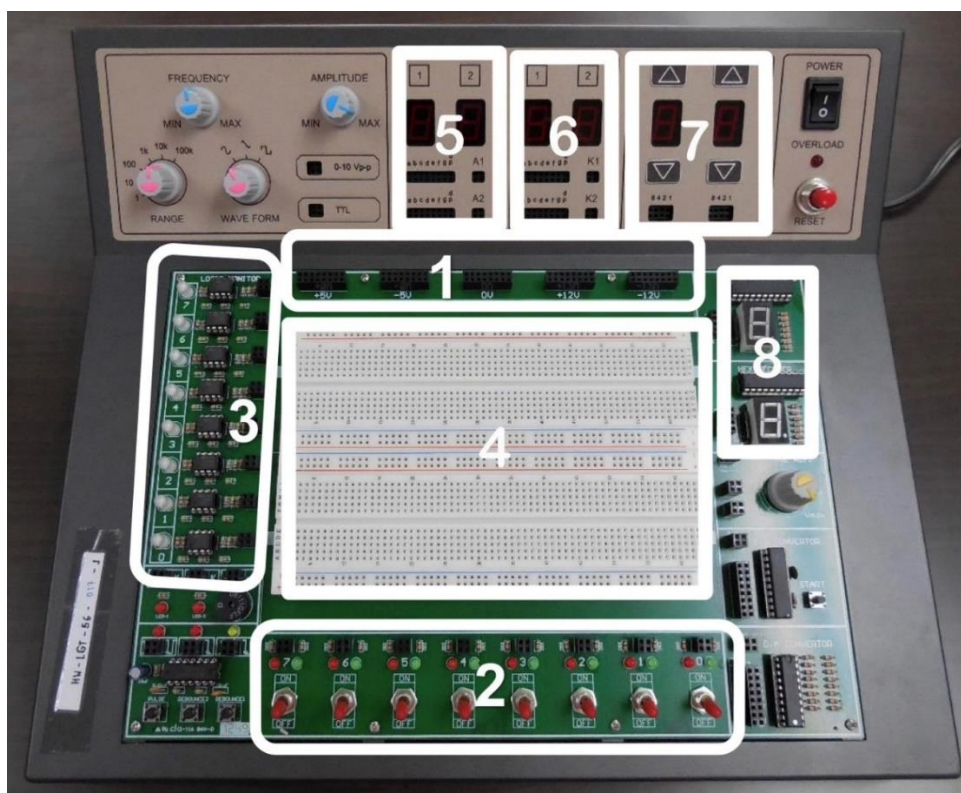


การทดลองที่ 1 Logic Trainer and Numbering System

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับการทดสอบวงจรดิจิทัลเบื้องต้นได้
2. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจการทำงานของลอจิกเทรนเนอร์ (Logic Trainer) พื้นฐานได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถแปลงเลขจากเลขฐาน 10 ไปเป็นเลขฐาน 2, 8, 16 และแปลงเลขจากเลขฐาน 2, 8, 16 ไปเป็นฐาน 10 ได้

ในการทดลองต่อไปนี้ นักศึกษาจะได้ฝึกการใช้งานเครื่องมือเบื้องต้น โดยเครื่องมือที่ใช้คือ Logic Trainer



รูปที่ 1 รูปภาพแสดงโซนแต่ละโซนของลอจิกเทรนเนอร์

Logic Trainer

1. **Power Supply** เป็นส่วนจ่ายแรงดันให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง แรงดันที่จ่ายมี 4 ระดับคือ +5V, -5V, +12V และ -12V ส่วน 0V คือ Ground (GND) สำหรับในการทดลองนี้เราใช้แรงดัน **+5V เท่านั้น** หากในวงจรที่นักศึกษาทำล้งต่อการเกิดการลัดวงจร วงจรป้องกันจะทำงาน ดวงไฟโอเวอร์โหลด (Overload) จะสว่างขึ้น นักศึกษาต้องรีบปลดสายจากวงจรที่เชื่อมต่อกับ Power Supply แล้วกดปุ่ม รีเซ็ต (Reset) หรือปิดเครื่องแล้วเปิดใหม่ แล้วตรวจสอบสาเหตุทำให้เกิดการลัดวงจร

2. **Logic Switch** เป็นส่วนที่ใช้ป้อนอินพุตให้กับวงจรลอจิก ประกอบด้วยสวิตช์โยกและดวงไฟแสดงสถานะจำนวน 8 หลัก จาก 0 ถึง 7

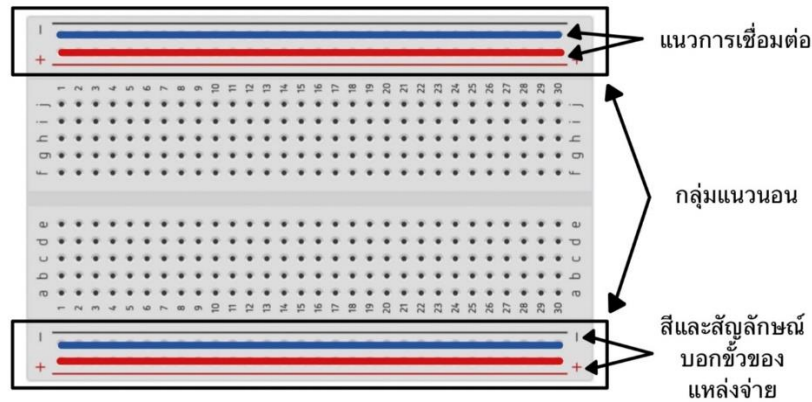
- โยกสวิตช์ไปที่ ON เพื่อป้อนอินพุตลอจิก “1” (แรงดัน 5V) ให้กับวงจร โดยไฟแสดงสถานะสีแดงจะสว่าง
- โยกสวิตช์ไปที่ OFF เพื่อป้อนอินพุตลอจิก “0” (แรงดัน 0V) ให้กับวงจร โดยไฟแสดงสถานะสีเขียวจะสว่าง

3. **Logic Monitor** เป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบค่าลอจิก โดยใช้หลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) จำนวน 8 หลอดสำหรับแสดงผล

- หาก LED สว่างเป็นสีแดง ผลลัพธ์คือลอจิก “1”
- หาก LED สว่างเป็นสีเขียว ผลลัพธ์คือลอจิก “0”
- หาก LED ไม่ติด หมายถึงไม่มีแรงดัน

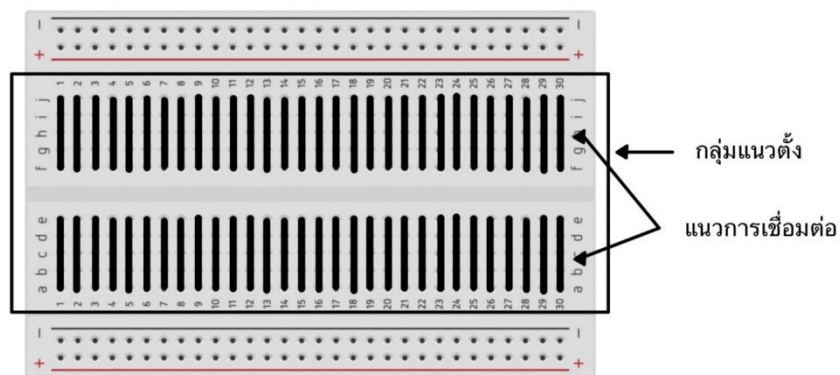
4. **Protoboard** หรืออาจจะเรียกทับศัพท์ว่า Breadboard สำหรับในประเทศไทยมักจะนิยมใช้คำว่า Protoboard แต่หากจะให้เป็นสากล เรียกว่า Breadboard Protoboard เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยให้สามารถเชื่อมต่อวงจรเพื่อทดลองง่ายขึ้น เมื่อนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเสียบตามรูต่างๆ จะทำให้พลังงานไฟฟ้าสามารถ

ไหลจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่งได้ ผ่านรูที่มีการเชื่อมต่อกันด้านล่าง พื้นที่การเชื่อมต่อกันของโปรโตบอร์ด จะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ



รูปที่ 2 เส้นทางการเชื่อมต่อบน Protoboard แบบแนวนอน

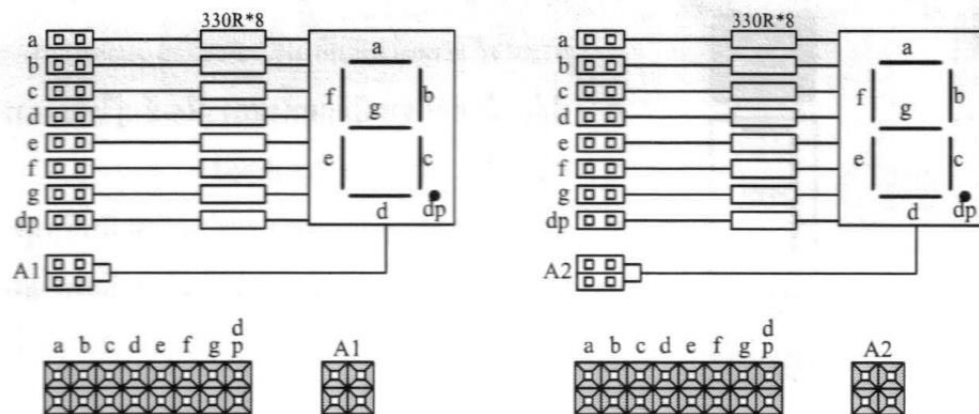
- กลุ่มแนวนอน เป็นกลุ่มที่มีการเชื่อมต่อกันในแนวนอน ใช้สำหรับพักไฟที่มาจากแหล่งจ่าย เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อไฟจากแหล่งจ่ายเลี้ยงให้วงจรต่อไป และจะมีสี สัญลักษณ์สกรีนเพื่อบอกขั้วที่ของแหล่งจ่ายที่ควรนำมาพักไว้ โดยสีแดง จะหมายถึงขั้วบวก และสีดำ หรือสีน้ำเงิน จะหมายถึงขั้วลบ



รูปที่ 3 เส้นทางการเชื่อมต่อบน Protoboard แบบแนวตั้ง

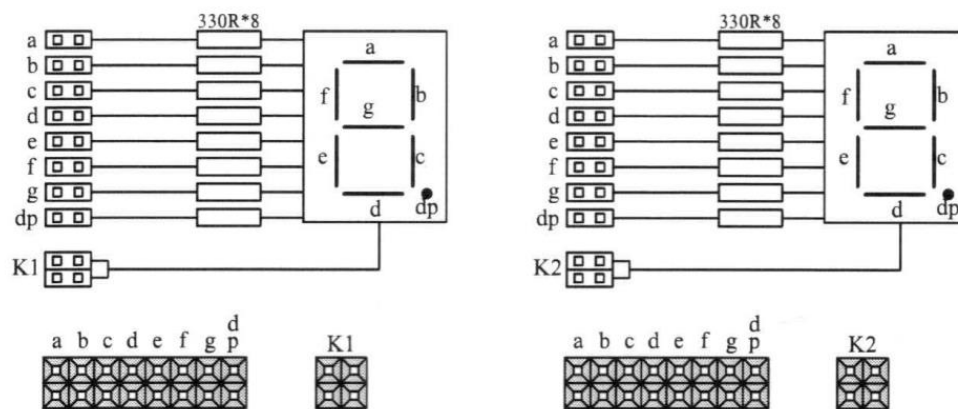
- กลุ่มแนวตั้ง เป็นกลุ่มที่เป็นพื้นที่สำหรับการเชื่อมต่อวงจร วางอุปกรณ์ จะมีช่องเว้นกลางกลุ่มและบ่งบอกการแบ่งเขตเชื่อมต่อ

5. ส่วนแสดงผล 7 Segment จำนวน 2 หลักแบบ Anode



รูปที่ 4 ส่วนแสดงผล 7 Segment จำนวน 2 หลักแบบ Anode

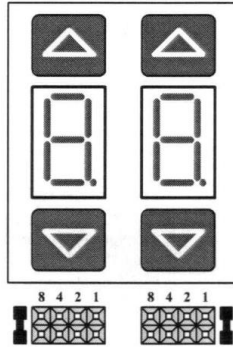
6. ส่วนแสดงผล 7 Segment จำนวน 2 หลักแบบ Cathode



รูปที่ 5 ส่วนแสดงผล 7 Segment จำนวน 2 หลักแบบ Cathode

7. Electronic Thumbwheel switch เป็นวงจรที่สามารถกำหนดฟังก์ชันการทำงานได้ 2 ลักษณะดังนี้

7.1 ฟังก์ชันที่ 1 : Thumbwheel Switch

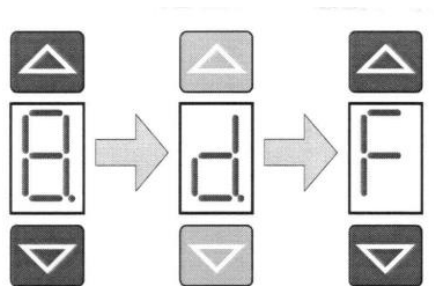


รูปที่ 6 Electronic Thumbwheel switch แบบ Thumbwheel Switch

เป็นอิเล็กทรอนิกส์สวิทช์ ที่ทำหน้าที่แปลง เลขฐานสิบ (0-9) เป็นรหัสเลขฐานสองในแบบ BCD (0000-1001) โดยมีส่วนแสดงผลแบบ 7-Segment และสามารถปรับเปลี่ยนค่าให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ด้วย การกดปุ่ม UP KEY และ DOWN KEY ตามลำดับ โดยฟังก์ชันการทำงานนี้ จุดต่อ CONNECTOR จะทำหน้าที่เป็นเอาต์พุต และให้รหัส BCD ตามค่าของเลขฐานสิบ โดยมีนัยสำคัญของบิตดังนี้บิต 8 = MSB และบิต 1 = LSB

โดยปกติเมื่อเริ่มต้นการใช้งานชุดทดลอง หรือเริ่มจ่ายไฟให้แก่ชุดทดลองฟังก์ชัน Thumbwheel Switch จะถูกกำหนดให้ทำงานเป็นฟังก์ชันแรกเสมอ และด้วยจำนวน Thumbwheel Switch ถึง 2 หลัก จึงสามารถกำหนดค่าข้อมูลได้ตั้งแต่ 0 – 99

7.2 ฟังก์ชันที่ 2 : HEX-DECODER



รูปที่ 7 Electronic Thumbwheel switch แบบ HEX-DECODER

ทำหน้าที่เป็นวงจรถอดรหัสเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก เช่นเดียวกับการทำงานของวงจร Binary to Hex decoder ที่มีอยู่แล้วภายในชุดทดลองจำนวน 2 หลัก โดยฟังก์ชันที่ 2 นี้ จะช่วยขยายความสามารถของชุดทดลองทางด้านวงจรถอดรหัสให้สูงขึ้น เป็น 4 หลัก เพื่อรองรับการทดลองวงจรดิจิทัลขั้นสูงได้อย่างสะดวก สำหรับการกำหนดฟังก์ชันการทำงานเป็น HEX - DECODER สามารถกระทำดังนี้

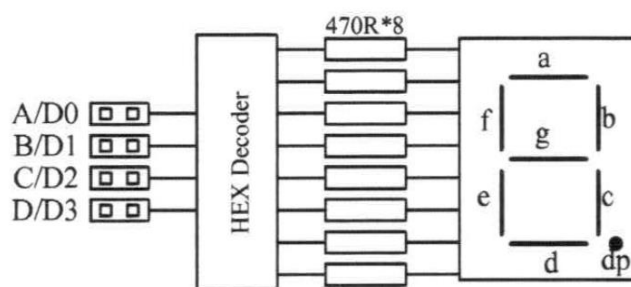
- กดปุ่ม UP และ DOWN ค้างไว้ประมาณ 2 วินาที หรือจนกระทั่งสังเกตเห็นตัวอักษร “d” ปรากฏบน

จอแสดงผล

- ปลดมือออกจากปุ่มกดทั้งสอง เพื่อเข้าสู่โหมดการ ทำงานเป็น Binary to Hex decoder
- ขณะนี้ขั้วต่อสัญญาณ 8421 จะทำหน้าที่เป็นอินพุต เพื่อ รับสัญญาณจากภายนอก กรณีที่ไม่มีการป้อนสัญญาณ อินพุตหรือปล่อยลอยขาสัญญาณไว้ จะมีสถานะเป็นlogic 1 เสมอ(1111 => F)

สำหรับการยกเลิกฟังก์ชันการทำงานนี้ สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม UP หรือ DWN ปุ่มใด ปุ่มหนึ่ง เพื่อกลับสู่โหมดการ ทำงานเป็น Thumbwheel อีกครั้ง

8. ส่วนแสดงผล 7 Segment พร้อมวงจรถอดรหัสเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 16 (HEX DECODER) (0-F) จำนวน 2 หลัก



รูปที่ 7 ส่วนแสดงผล 7 Segment พร้อมวงจรถอดรหัสเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 16 (HEX DECODER)

ให้นักศึกษาอ่านคำอธิบายการใช้งาน Logic Trainer ด้านบนให้เข้าใจ แล้วทำการทดลองด้านล่างต่อไปนี้

1. การทดลองเกี่ยวกับ Power Supply

1.1 นำสายไฟไปจิ้มที่ +5V, -5V, +12V, -12V ในลอจิกเทรนเนอร์ จากนั้นมาวัดค่าความต่างศักย์ โดยใช้มัลติมิเตอร์/โวลต์มิเตอร์ในการวัด พร้อมแนบรูปภาพแสดงผลของมัลติมิเตอร์/โวลต์มิเตอร์ทั้ง 4 แบบ มาประกอบ

2. การทดลองเกี่ยวกับการใช้งาน Logic Switch, Logic Monitor, Protoboard

2.1 นำสายไฟที่ต่อจาก Logic Switch (โชน 2) มาจิ้มลงบน Protoboard (โชน 4) ที่เป็นกลุ่มแนวตั้ง จากนั้นนำสายไฟอีกเส้นหนึ่งมาจิ้มในแถวเดียวกันในแนวตั้ง แล้วนำไปต่อที่ LED (ต่อวงจรจากโชน 2 ไปโชน 4 แล้วต่อจากโชน 4 ไปโชน 3)

2.2 กดปุ่มเปิดเครื่อง จากนั้นป้อน Input Logic 1 ที่ Logic Switch หลอดไฟ LED จะสว่างเป็นสีแดง แต่ถ้าป้อน Input Logic 0 หลอดไฟจะสว่างเป็นสีเขียว

2.3 ทำซ้ำข้อ 2.1, 2.2 แต่ให้ต่อสายไฟในกลุ่มแนวนอน บันทึกผลการทดลองพร้อมแนบรูปภาพประกอบ

Input	Output	
Logic	Logic	สีไฟ LED
0		
1		

3. การทดลองเกี่ยวกับการใช้งาน 7 Segment

3.1 ให้นักศึกษาต่อวงจรแสดงผลบน 7 Segment แบบ Cathode กับ Anode (โซน 5) โดยนักศึกษาที่รหัส
นักศึกษาลงท้ายด้วยเลขคี่ ให้ต่อวงจรแสดงผลบน 7 Segment แบบ Anode ส่วนนักศึกษาที่รหัสนักศึกษาลงท้าย
ด้วยเลขคู่ ให้ต่อวงจรแสดงผลบน 7 Segment แบบ Cathode โดยแสดงผลเป็นเลขตัวสุดท้ายของรหัสนักศึกษา
โดยใช้ Logic Switch (โซน 2) ในการป้อน Input ให้กับแต่ละ Segment ของ 7 Segment พร้อมแนบรูปภาพ
ประกอบ (ต่อวงจรจากโซน 1 ไปยังโซน 5 และต่อจากโซน 2 ไปยังโซน 5)

รหัสนักศึกษา	Input						
	SW6	SW5	SW4	SW3	SW2	SW1	SW0

4. การทดลองเกี่ยวกับการใช้งาน 7 Segment ที่มีวงจร HEX DECODER

4.1 นำสายไฟเสียบลงบน Logic Switch 4 ตัว (โซน 2) โดยแต่ละตัวนำสายไฟอีกด้านหนึ่งไปต่อกับ 7 Segment ที่มีวงจร HEX DECODER (โซน 8) จากนั้นทำการป้อน Input ที่ Logic Switch โดยทำให้ 7 Segment แสดงผลออกมาเป็นตัว A พร้อมแนบรูปภาพประกอบ (ต่อวงจรจากโซน 2 ไปยังโซน 8)

Input			
SW3	SW2	SW1	SW0

4.2 นำสายไฟเสียบลงบน Logic Switch 4 ตัว (โซน 2) โดยแต่ละตัวนำสายไฟอีกด้านหนึ่งไปต่อ Electronic Thumbwhell switch ในฟังก์ชัน HEX-DECODER (โซน 7) จากนั้นทำการป้อน Input ที่ Logic Switch โดยทำให้ 7 Segment แสดงผลออกมาเป็นตัว A พร้อมแนบรูปภาพประกอบ (ต่อวงจรจากโซน 2 ไปยังโซน 7)

Input			
SW3	SW2	SW1	SW0

4.3 ทำไมตัวเลขที่แสดงใน Electronic Thumbwheel switch ในโหมด Thumbwheel Switch ถึงแสดง

ได้แค่เลข 0-9

.....

.....

.....

.....

ในการทดลองต่อไปนี้ นักศึกษาจะได้ฝึกการแปลงเลขจากเลขฐาน 10 ไปเป็นเลขฐาน 2 , 8 ,16 และแปลงเลขจากเลขฐาน 2 , 8 , 16 ไปเป็นฐาน 10 โดยเริ่มจาก

เลขฐานสิบ	เลขฐานสอง	เลขฐานแปด	เลขฐานสิบหก
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

รูปที่ 8 ตารางแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบเลขฐานต่างๆกับเลขฐาน 10

เลขฐาน 2

เลขฐาน 2 (Binary Number System) ประกอบด้วยตัวเลข 0 และ 1 ระบบเลขฐานสอง มีสัญลักษณ์ที่ใช้เพียงสองตัว คือ 0 และ 1 และการคำนวณตัวเลขในเลขฐานสองมีการคำนวณ ดังตัวอย่าง ตัวอย่าง เช่น

$$1101_2 = (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) = 8 + 4 + 0 + 1 = 13_{10}$$

การแปลงเลขจากเลขฐาน 10 ไปเป็นเลขฐาน 2

ตัวอย่าง แปลงเลข 39_{10} เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ

$$2 \overline{)39}$$

$$2 \overline{)19} \quad \text{เศษ} \quad 1 \quad \leq \quad \text{LSB}$$

$$2 \overline{)9} \quad \text{เศษ} \quad 1$$

$$2 \overline{)4} \quad \text{เศษ} \quad 1$$

$$2 \overline{)2} \quad \text{เศษ} \quad 0$$

$$2 \overline{)1} \quad \text{เศษ} \quad 0$$

$$\underline{0} \quad \text{เศษ} \quad 1 \quad \leq \quad \text{MSB}$$

ดังนั้น $39_{10} = 100111_2$

การแปลงเลขจากเลขฐาน 2 ไปเป็นเลขฐาน 10

ตัวอย่าง แปลงเลข 100111_2 เป็นเลขฐานสิบ

วิธีทำ

$$\begin{aligned} 100111_2 &= (1 \times 2^5) + (0 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\ &= 32 + 0 + 0 + 4 + 2 + 1 \\ &= 39_{10} \end{aligned}$$

ดังนั้น 100111_2 เท่ากับ 39_{10}

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the entire width of the page. There are no margins, text, or other markings present.

เลขฐาน 8 (Octal Number System) ประกอบด้วยตัวเลข 0 – 7

ตัวอย่าง แปลงเลข 437_{10} เป็นเลขฐานแปด

$$8)\underline{437}$$

8) 54 ၆၈၅ 5 <= LSB

8)6 ៤៥ 6

0 ৬৫ 6 <= MSB

01076113 DIGITAL SYSTEM FUNDAMENTALS IN PRACTICE 2566/1

การแปลงเลขจากเลขฐาน 8 ไปเป็นเลขฐาน 10

ตัวอย่าง แปลงเลข 3762_8 เป็นเลขฐานสิบ

วิธีทำ

$$\begin{aligned} 3762_8 &= (3 \times 8^3) + (7 \times 8^2) + (6 \times 8^1) + (2 \times 8^0) \\ &= (3 \times 512) + (7 \times 64) + (6 \times 8) + (2 \times 1) \\ &= 1536 + 448 + 48 + 2 \\ &= 2034_{10} \end{aligned}$$

ดังนั้น 3762_8 เท่ากับ 2034_{10}

6. ให้นักศึกษาแสดงวิธีการแปลงเลขฐานจากเลขฐาน 10 เป็นเลขฐาน 8 และแปลงเลขฐาน 8 กลับมาเป็นเลขฐาน 10 โดยใช้เลขจากรหัสนักศึกษา 3 ตัวท้าย แล้วบวกด้วย 111 เช่น 65010342 จะได้เป็น $342 + 111 = 453$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เลขฐาน 16

เลขฐาน 16 (Hexadecimal Number System) ประกอบด้วยตัวเลข 0 – 9 และ A – F

การแปลงเลขจากเลขฐาน 10 ไปเป็นเลขฐาน 16

ตัวอย่าง แปลงเลข 578_{10} เป็นเลขฐานสิบหก

วิธีทำ

$$16 \overline{)578}$$

$$16 \overline{)36} \quad \text{เศษ} \quad 2 \quad \leq \quad \text{LSB}$$

$$16 \overline{)2} \quad \text{เศษ} \quad 4$$

$$\underline{0} \quad \text{เศษ} \quad 2 \quad \leq \quad \text{MSB}$$

$$\text{ดังนั้น } 578_{10} = 242_{16}$$

การแปลงเลขจากเลขฐาน 16 ไปเป็นเลขฐาน 10

ตัวอย่าง แปลงเลข $B8D9_{16}$ เป็นเลขฐานสิบ

วิธีทำ

$$\begin{aligned} B8D9_{16} &= (B \times 16^3) + (8 \times 16^2) + (D \times 16^1) + (9 \times 16^0) \\ &= (11 \times 4,096) + (8 \times 256) + (13 \times 16) + (9 \times 1) \\ &= 45,056 + 2,048 + 208 + 9 \\ &= 47,321_{10} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } B8D9_{16} \text{ เท่ากับ } 47,321_{10}$$

6. ให้นักศึกษาแสดงวิธีการแปลงเลขฐานจากเลขฐาน 10 เป็นเลขฐาน 16 และแปลงเลขฐาน 16 กลับมาเป็นเลขฐาน 10 โดยใช้เลขจากรหัสนักศึกษา 3 ตัวท้าย แล้วบวกด้วย 111 เช่น 65010342 จะได้เป็น $342 + 111$

= 453

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. ให้นักศึกษาทำการทดลองโดยต่อวงจรสำหรับการแสดงผล 7 Segments ที่มีวงจร HEX DECODER บน Logic Trainer โดยให้ทำการป้อน Input ที่ Logic Switch แล้วแสดงผลที่ 7 Segments เป็นเลข 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F และกรอก Input และ Output ในตารางด้านล่าง

Input				Output
SW3	SW2	SW1	SW0	y

8. ให้นักศึกษาแปลงเลขฐานตามโจทย์ด้านล่างต่อไปนี้โดยการแสดงวิธีคิดโดยย่อ

$A36E_{16}$ ไปเป็นเลขฐาน 8 และเลขฐาน 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7352_8 ไปเป็นเลขฐาน 2 และเลขฐาน 16

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. หลังจากที่ได้ทำการทดลองในข้อ 7, 8 เสร็จแล้ว ให้ส่งให้ผู้ควบคุมการทดลองตรวจ

ใบตรวจการทดลองที่ 1

วัน/เดือน/ปี _____ ☐กลุ่มเช้า ☐กลุ่มบ่าย ☐กลุ่มเย็น กลุ่มที่ _____

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-นามสกุล _____

การตรวจการทดลอง

การทดลองข้อ 7 ลายเซ็นผู้ควบคุมการทดลอง _____

การทดลองข้อ 8 ลายเซ็นผู้ควบคุมการทดลอง _____

หมายเหตุ ไม่รับ ใบตรวจการทดลองที่มีร่องรอยการแก้ไข ขูด ลบ ขีดคำ เปลี่ยนแปลงทุกชนิด