

การทดลองที่ 3

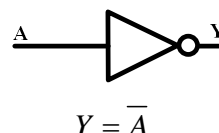
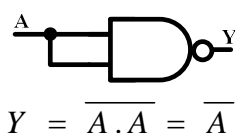
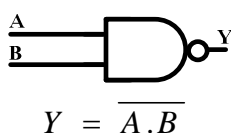
เกตอเนกประสงค์ชนิดแนนด์และนอร์ (Universal NAND & NOR Gate)

วัตถุประสงค์

1. สามารถนำแนนด์เกตและนอร์เกตไปใช้สร้างแทนเกตชนิดอื่นๆได้
2. เข้าใจหลักการของทฤษฎีดีมอร์แกน

ทฤษฎี

แนนด์เกตและนอร์เกต เป็นเกตที่นิยมใช้กันมากกว่าเกตชนิดอื่น เพราะสามารถนำไปประยุกต์สร้างแทนเกตชนิดอื่นๆได้ เป็นการประหยัดในการออกแบบวงจรลอจิกโดยไม่จำเป็นต้องใช้วงจรรวมหลายๆเบอร์ เราอาจใช้วงจรรวมเพียงเบอร์เดียวแทนได้ เช่น การทำแนนด์เกตเป็นนอตเกต ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การสร้างนอตเกตจากแนนด์เกต

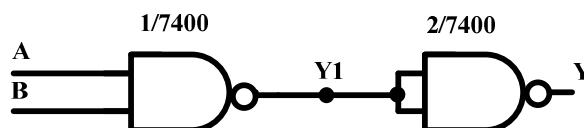
แนนด์เกตและนอร์เกต สามารถสร้างแทนเกตพื้นฐานได้ทั้งหมด เช่น สร้างเป็นแอนด์เกต ออร์เกต นอตเกต และเอกซ์คลูซีฟออร์เกต โดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีนและทฤษฎีดีมอร์แกนช่วยในการออกแบบสร้าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. วงจรรวมเบอร์ 7400 7402 7404 7408
2. ชุดทดลองดิจิทัล

วงจรการทดลองที่ 1 การสร้าง 2 อินพุต แอนด์เกตจากแนนด์เกต (7400)

- 1.1 ต่อวงจรตามรูป ทำการทดลองโดยป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขา A และ B ตามตารางบันทึกผลสถานะลอจิกเอาท์พุตลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1



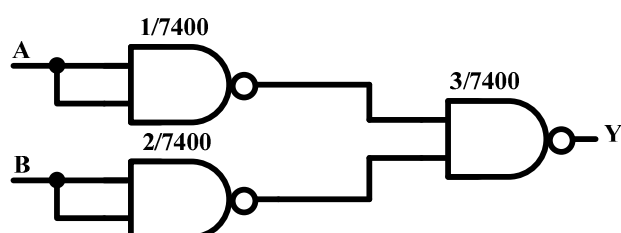
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

อินพุต		เอาต์พุต	
A	B	Y_1	Y
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

1.2 จงเขียนสมการ $Y_1 = \dots\dots\dots$

1.3 จงเขียนสมการ $Y = \dots\dots\dots$

วงจรการทดลองที่ 2 การสร้าง 2 อินพุต ออร์เกตจากแนนด์เกต (7400)



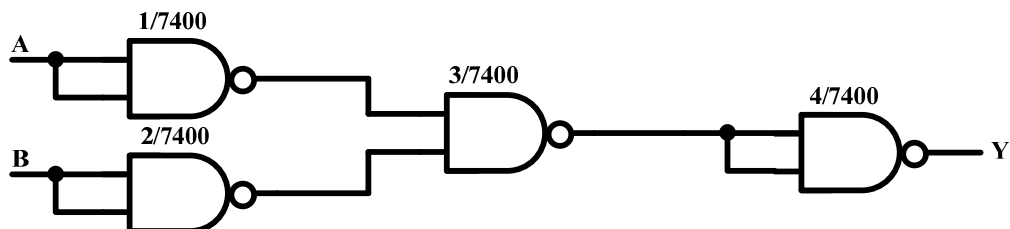
2.1 ต่อวงจรตามรูป ทำการทดลองโดยป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขา A และ B ตามตาราง บันทึกผลสภาวะลอจิกเอาต์พุตลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

2.2 จงเขียนสมการ $Y = \dots\dots\dots$

วงจรการทดลองที่ 3 การสร้าง 2 อินพุต นอร์เกตจากแนนด์เกต (7400)



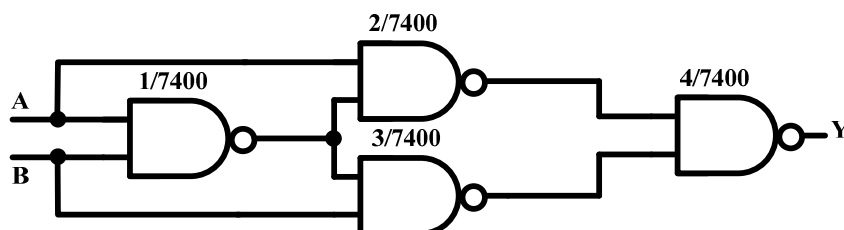
3.1 ต่อวงจรตามรูป ทำการทดลองโดยป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขา A และ B ตามตาราง บันทึกผลสภาวะลอจิกเอาต์พุตลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

3.2 จงเขียนสมการ $Y = \dots\dots\dots$

วงจรการทดลองที่ 4 การสร้างเอกซ์คลูซีฟพอร์เกตจากแนนด์เกต (7400)



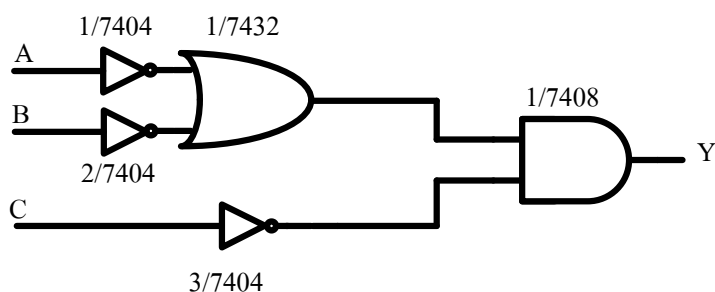
4.1 ต่อวงจรตามรูป ทำการทดลองโดยป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขา A และ B ตามตาราง บันทึกผลสภาวะลอจิกเอาต์พุตลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

4.2 จงเขียนสมการ $Y = \dots\dots\dots$

วงจรการทดลองที่ 5 การใช้แชนด์เกตแทนเกตอื่นๆ ในวงจรลอจิก (7404 7432 7408)



5.1 จงเขียนสมการของ Y จากวงจร $Y = \dots\dots\dots$

5.2 ต่อวงจรตามรูป โดยใช้ลอจิกเกตที่มีแชนด์แบบเอาต์พุตโทเทมโพล ทำการทดลองโดยป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขา A B และขา C ตามตาราง บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของลอจิกเอาต์พุตลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 5

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 5

อินพุต			เอาต์พุต	
A	B	C	Y	
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

5.3 ใช้ทฤษฎีดิโมอร์แกนเปลี่ยนสมการในข้อ 5.1 ให้อยู่ในรูปเทอมของแนนด์เกตเพียงอย่างเดียว

จงแสดงวิธีแปลงรูปสมการ

$Y = \dots\dots\dots$

$= \dots\dots\dots$

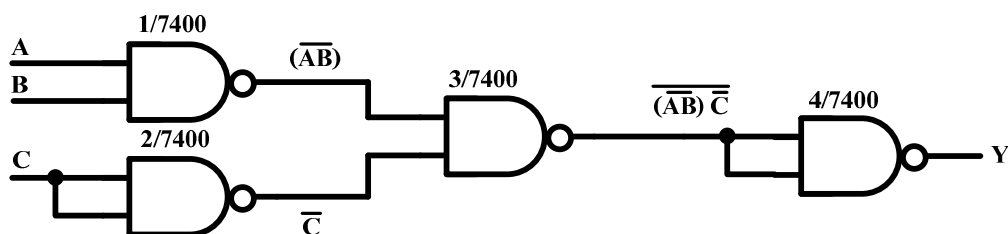
$= \dots\dots\dots$

$= \dots\dots\dots$

$= \dots\dots\dots$

ผลลัพธ์ $Y = (\overline{AB})\overline{C}$

5.4 จากสมการ $Y = (\overline{AB})\overline{C}$ เขียนวงจรลอจิกจากรูปสมการดังกล่าวได้ดังรูปต่อไปนี้



5.5 ต้องวงจรทดลองตามรูปวงจรในข้อ 5.4 โดยใช้แนนด์เกตเพียงอย่างเดียว ทดลองป้อนลอจิกอินพุตตามลำดับในตารางเข้าที่ขา A B และ C บันทึกผลการทดลองของลอจิกอินพุตลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 6

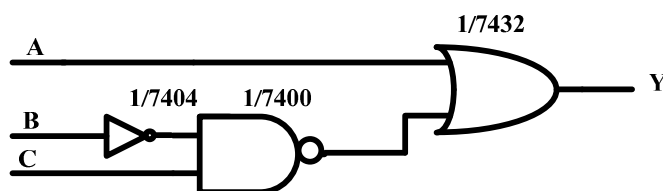
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 6

อินพุต		เอาต์พุต	
A	B	C	Y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

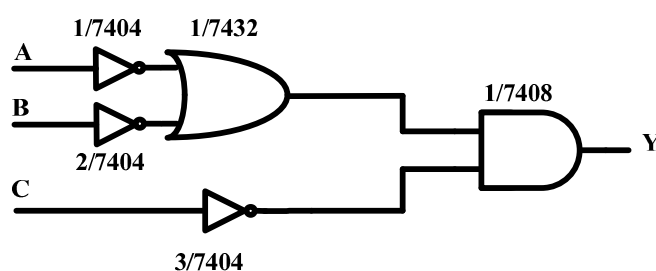
คำถามท้ายการทดลอง

1. จงใช้ไมโครเกตเบอร์ 7402 สร้างเป็นเกตต่อไปนี้ และเขียนวงจรและตารางความจริงของวงจรที่ออกแบบได้ทั้งหมด
 - 1.1 นอเกต
 - 1.2 ออร์เกต 2 อินพุต
 - 1.3 แอนด์เกต 2 อินพุต
 - 1.4 แนนด์เกต 2 อินพุต
2. วงจรลอจิกต่อไปนี้ จงออกแบบให้ใช้ไมโครเกตเบอร์ 7400 แทนเกตอื่นๆทั้งหมด และเขียนตารางความจริงแสดงผลลัพธ์เพื่อพิสูจน์ว่าวงจรแนนด์เกตที่ท่านสร้างนั้นถูกต้อง

(a)



(b)



3. จากสมการลอจิกต่อไปนี้ จงใช้ทฤษฎีดิโมอร์แกนแปลงให้อยู่ในรูปเทอมของแนนด์เกตเพียงอย่างเดียว
 - 3.1 $Y = (A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + B + \bar{C})$
 - 3.2 $Y = A + (\overline{A + B})$

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 4

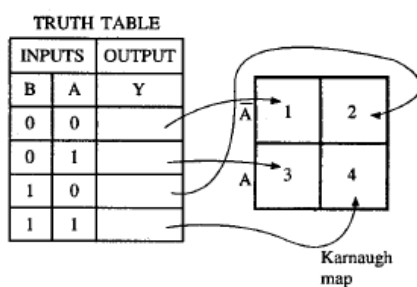
การลดรูปเกตโดยวิธีใช้แผนผังคาร์โนห์ (Gate Minimization by Karnaugh's Map)

วัตถุประสงค์

1. เขียนเทอมผลบวกของผลคูณและเทอมผลคูณของผลบวกจากตารางความจริงได้
2. ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โนห์ได้ถูกต้อง
3. เขียนวงจรลอจิกจากสมการพีชคณิตบูลีนได้
4. นำเทคนิคการลดรูปวงจรลอจิกไปใช้งานได้

ทฤษฎี

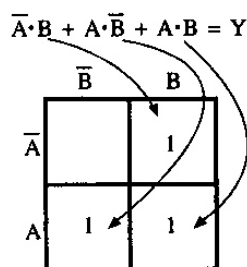
แผนผังคาร์โนห์ใช้ในการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีน ซึ่งลดรูปได้รวดเร็วกว่าการใช้กฎต่างๆ ตามทฤษฎีของบูลีน ซึ่งแผนผังคาร์โนห์นั้นสร้างมาจากตารางความจริง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 1 นิยมใช้แผนผังคาร์โนห์ในการลดรูปสมการจากตารางความจริงที่มีขนาดเล็ก เช่น 2 อินพุต 3 อินพุต และ 4 อินพุต



รูปที่ 1 แสดงความหมายของเทอมต่างๆ ในตารางความจริงกับแผนผังคาร์โนห์
จากรูปที่ 1 เป็นแผนผังคาร์โนห์ 2 อินพุต ถ้าตารางความจริงเป็นดังรูปที่ 2 (ก) สามารถนำมาลงในแผนผังคาร์โนห์ดังรูปที่ 2 (ข)

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

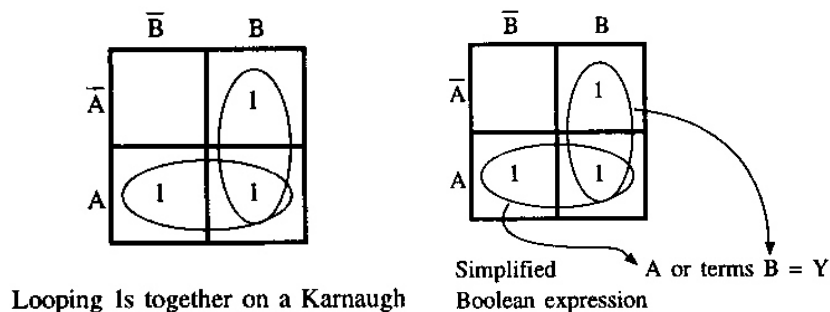
(ก) ตัวอย่างตารางความจริงของออร์เกต



(ข) เมื่อลงในแผนผังคาร์โนห์

รูปที่ 2 แสดงการนำข้อมูลจากตารางความจริงมาลงแผนผังคาร์โนห์

เมื่อทำการลดรูปสมการลอจิก จากตารางความจริงในรูปที่ 2 (ก) ได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการวงทอมในแผนผังคาร์โนห์เพื่อลดรูปสมการ

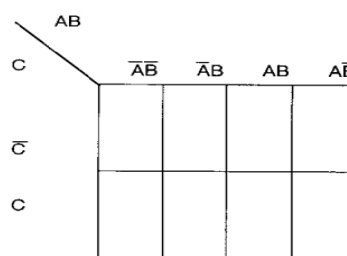
จากรูปที่ 3 เมื่อนำมาลดรูปจะได้สมการว่า $Y = A + B$

แผนผังคาร์โนห์ในกรณีที่ใช้กับตารางความจริง 3 และ 4 อินพุต

แผนผังคาร์โนห์ 3 อินพุตจะมี 8 ช่องเท่ากับจำนวนบรรทัดของตารางความจริง 3 อินพุต และจะมี 16 ช่องเท่ากับตารางความจริงของ 4 อินพุต ดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5

ลำดับ	A	B	C	Y
0	0	0	0	
1	0	0	1	
2	0	1	0	
3	0	1	1	
4	1	0	0	
5	1	0	1	
6	1	1	0	
7	1	1	1	

(ก) ตารางความจริง 4 อินพุต



(ข) แผนผังคาร์โนห์ขนาด 4 อินพุต

รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของตารางความจริง 3 อินพุตกับแผนผังคาร์โนห์ 3 อินพุต

ลำดับ	A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0	
1	0	0	0	1	
2	0	0	1	0	
3	0	0	1	1	
4	0	1	0	0	
5	0	1	0	1	
6	0	1	1	0	
7	0	1	1	1	
8	1	0	0	0	
9	1	0	0	1	
10	1	0	1	0	
11	1	0	1	1	
12	1	1	0	0	
13	1	1	0	1	
14	1	1	1	0	
15	1	1	1	1	

AB					
C	D	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	$A\bar{B}$	AB
$\bar{C}\bar{D}$					
$\bar{C}D$					
CD					
$C\bar{D}$					

(ก) ตารางความจริง 4 อินพุต

(ข) แผนผังคาร์โนห์ขนาด 4 อินพุต

รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ของตารางความจริง 4 อินพุตกับแผนผังคาร์โนห์ 4 อินพุต

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. วงจรรวมเบอร์ 7400 7402 7404 7432
2. ชุดทดลองดิจิทัล

การทดลองที่ 1

1.1 จากตารางความจริงที่กำหนดให้ สามารถเขียนสมการพีชคณิตบูลีนในเทอมของผลบวกของผลคูณ (SOP หรือ Minterm) ได้ดังสมการ $Y_{1,1}$

INPUT				OUTPUT
LINE	C	B	A	Y
0	0	0	0	1
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	0

$$\leftarrow \overline{A}.\overline{B}.\overline{C}$$

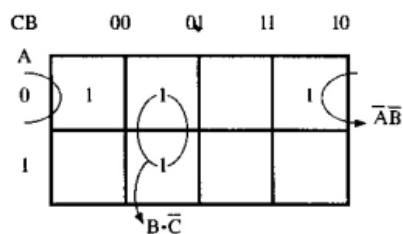
$$\leftarrow \overline{A}.B.\overline{C}$$

$$\leftarrow A.B.\overline{C}$$

$$\leftarrow \overline{A}.\overline{B}.C$$

$$Y_{11} = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C} + \overline{A}.B.\overline{C} + A.B.\overline{C} + \overline{A}.\overline{B}.C$$

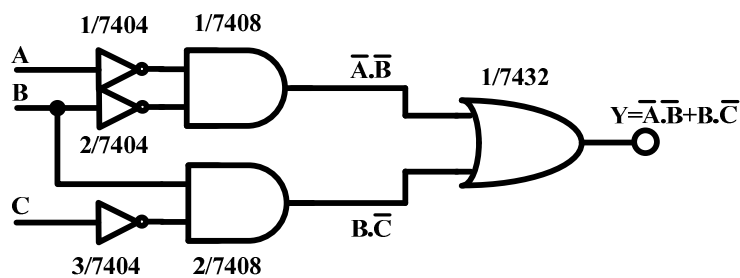
1.2 นำสมการ $Y_{1,1}$ มาลงในแผนผังคาร์โนห์



1.3 ใช้แผนผังคาร์โนห์ลดรูปสมการ $Y_{1,1}$ ได้เป็นสมการ $Y_{1,2}$

$$Y_{1,2} = \overline{A}\overline{B} + B\overline{C}$$

1.4 นำสมการ $Y_{1,2}$ มาเขียนวงจรลอจิกได้ดังรูป



1.5 ต้องวงจรทดลองจากข้อ 1.4 ทดลองป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขาอินพุต A B C ตามตาราง วัดสภาวะลอจิกเอาต์พุต $Y_{1,2}$ และบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

อินพุต			เอาต์พุต
C	B	A	$Y_{1,2}$
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

การทดลองที่ 2

2.1 จากตารางความจริงที่กำหนดไว้ในข้อ 1.1 จงเขียนสมการพีชคณิตบูลีนในเทอมผลคูณของผลบวก (POS หรือ Maxterm) ลงในสมการ $Y_{2,1}$

$Y_{2,1} = \dots\dots\dots$

2.2 จากสมการ $Y_{2,1}$ นำมาเขียนลงแผนผังคาร์โนห์แบบผลคูณของผลบวกได้อย่างไร จงแสดงวิธีให้ถูกต้อง

CB		00	01	11	10
A	0				
	1				

2.3 ผลการลดรูปสมการ $Y_{2,1}$ จากแผนผังคาร์โนห์ในข้อ 2.3 คือสมการ $Y_{2,3}$

$Y_{2,3} = \dots\dots\dots$

2.4 ให้นักศึกษานำสมการ $Y_{2,3}$ มาเขียนวงจรลอจิกลงในที่ว่างด้านล่างนี้ เพื่อใช้ในการทดลอง วงจรที่เขียนได้คือ

.....

.....

.....

.....

2.5 ต่อวงจรการทดลองที่เขียนได้ในข้อ 2.4 ทดลองป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่ขาอินพุต A B และ C ตามตาราง วัฏสภาวะลอจิก เอาต์พุตและบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

อินพุต			เอาต์พุต
C	B	A	Y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

คำถามท้ายการทดลอง

- ผลลัพธ์ที่ได้จากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1 และตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2 เหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย
- หลักเกณฑ์ที่เหมาะสมในการเลือกใช้วิธีลดรูปสมการแบบทอมบักของผลคูณ (SOP) หรือแบบทอมบักของผลบวก (POS) คืออะไร จงให้คำอธิบายพร้อมเหตุผล
- จงพิสูจน์ว่าสมการต่อไปนี้เท่ากัน

$$(\bar{A} + B)(\bar{B} + \bar{C}) = \bar{A}\bar{B} + B\bar{C}$$

4. จากสมการพีชคณิตต่อไปนี้จงเขียนตารางแสดงความจริงให้สมบูรณ์

$$F = A\bar{C}\bar{D} + B\bar{C}\bar{D} + B\bar{C}D + \bar{A}CD$$

5. จากสมการในข้อ 4 จงลดรูปสมการด้วยวิธีแผนผังคาร์โนห์แบบเทอมบวกของผลคูณ (SOP)

- 5.1 แสดงวิธีหาคำตอบและเขียนสมการที่หาคำตอบได้
- 5.2 เขียนวงจรลอจิกของข้อ 5.1
- 5.3 พิสูจน์ว่าสมการที่ได้จากข้อ 5.1 เท่ากับสมการในข้อ 4

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.