



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบกลางภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

วิชา ENE 231 Digital Circuit and Logic Design
สอบวันพุธที่ 22 กรกฎาคม 2552

วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 2
เวลา 13.00-16.00 น.

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 7 ข้อ 12 หน้า (รวมใบปะหน้า) คะแนนรวม 130 คะแนน
2. ให้ทำข้อสอบทุกข้อลงในข้อสอบ
3. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
4. ไม่อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. มีทฤษฎีต่างของ Switching Algebra ให้ในหน้าสุดท้าย

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบอาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล.....รหัสนักศึกษา.....

เลขที่นั่งสอบ

(ผศ. ดร. พินิจ กำหม่อม)

ผู้ออกข้อสอบ

โทร. 0-2470-9075

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจาก

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมแล้ว

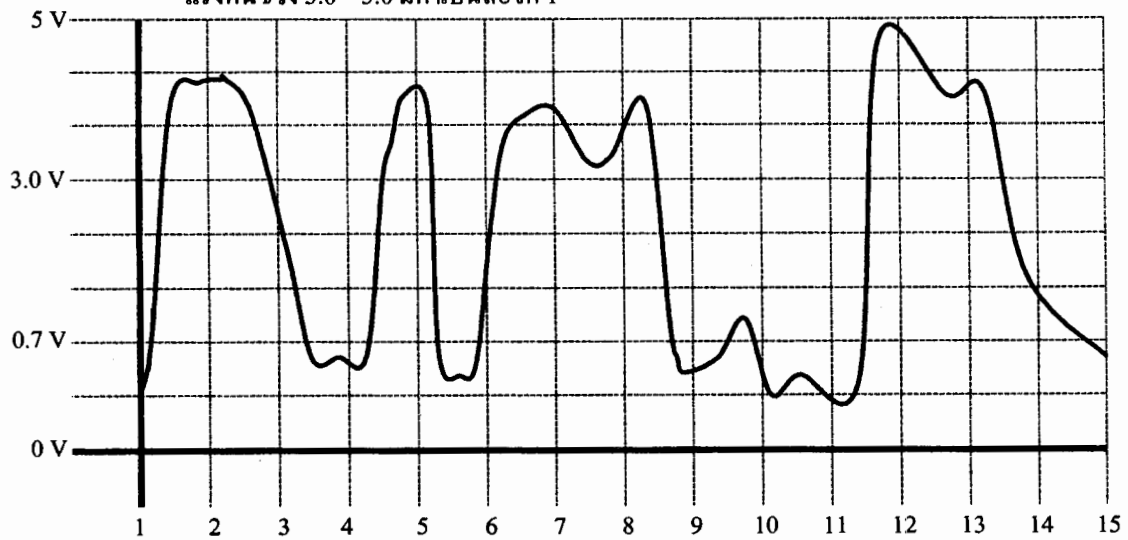
(ผศ.ดร. วุฒิชัย อัครวินชัยโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

1. [สัญญาณดิจิทัล] (5 คะแนน) ให้ตีความหมายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าข้างล่างนี้เป็นสัญญาณดิจิทัลโดยกำหนดให้

แรงดันช่วง 0 – 0.7 มีค่าเป็นลอจิก 0

แรงดันช่วง 3.0 – 5.0 มีค่าเป็นลอจิก 1



2. (45 คะแนน) คณิตศาสตร์ของเลขฐานและการเข้ารหัส
- 2.1 (10 คะแนน) ให้แสดงวิธีแปลงเลขฐานต่อไปนี้
- 2.1.1 10111011001_2 เป็นเลขฐานสิบ และฐานสิบหก

2.1.2 $CODE_{16}$ เป็นเลขฐานสิบ และฐานแปด

2.2 (5 คะแนน) คณิตศาสตร์ของเลขฐาน

2.2.1 $FA89_{16} - DC6A_{16}$

2.2.2 $256_9 - 128_9$

2.3 (10 คะแนน) ให้ บวก/ลบ เลขฐานสองต่อไปนี้ เมื่อตัวเลขเหล่านี้ถูกแทนอยู่ในรูปของ 2's complement
ให้บอกด้วยว่าเกิด overflow ขึ้นหรือไม่

2.3.1 $10000001_2 + 10011101_2$

2.3.2 $01100011_2 - 01110111_2$

2.4 (10 คะแนน) ให้ บวก/ลบ เลขฐานสองในข้อ 3.2 เมื่อตัวเลขเหล่านี้ถูกแทนอยู่ในรูปของ 1's complement ให้บอกด้วยว่าเกิด overflow ขึ้นหรือไม่

2.4.1 $110111 - 100101$

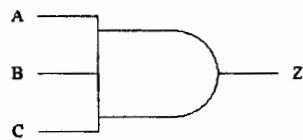
2.4.2 $100110 + 101000$

2.5 (10 คะแนน) ให้แปลงเลข -15.5625 เป็น IEEE single precision floating point representation

3. [สารสนเทศของโจทย์] (15 คะแนน) ในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ว่า (1) มีสารสนเทศอะไรบ้างที่ต้องใช้ (2) แต่ละสารสนเทศเป็นชนิดใด (3) ถ้าเป็นตัวเลขให้บอกว่าเป็นตัวเลขชนิดใด ช่วงใด และมีความละเอียดเท่าไร และ (4) ให้บอกว่าจะต้องใช้สัญญาณดิจิทัลกี่บิตจึงจะเพียงพอในการแทนสารสนเทศ
- 3.1 (5 คะแนน) ต้องการควบคุมความสว่างของหลอดไฟเพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพแสงในห้อง โดยให้สามารถปรับความสว่างของหลอดไฟได้อยู่ในช่วง 5-90 lux และให้สามารถปรับค่าความสว่างได้ทั้งหมด 6 ระดับ

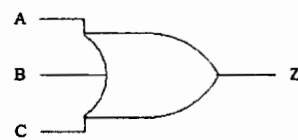
3.2 (10 คะแนน) ต้องการสร้างระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพของคนไข้แต่ละคน โดยข้อมูลที่ต้องการบันทึกคืออายุเป็นจำนวนปี น้ำหนักและส่วนสูงที่ความละเอียด 0.1 kg และ 0.1 cm ตามลำดับ วัน เดือน ปี ค.ศ. ที่เกิดและอุณหภูมิร่างกายที่ความละเอียด 0.5 องศาเซลเซียส ในเวลาที่ได้รับการตรวจ

4. (15 คะแนน) จงเติมค่าในตารางความจริงตามคุณลักษณะของลอจิกเกตต่างๆต่อไปนี้



AND

A	B	C	$Z=A \cdot B \cdot C$
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



OR

A	B	C	$Z=A+B+C$
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



BUFFER

A	Z
0	
1	



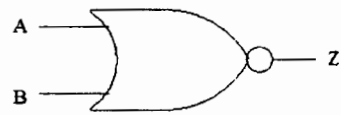
INVERT

A	Z
0	
1	



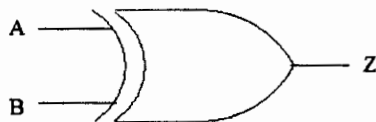
NAND

A	B	$Z = \overline{A \cdot B}$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



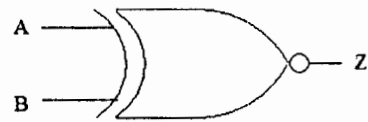
NOR

A	B	$Z = \overline{A + B}$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



Exclusive OR

A	B	$Z = A \oplus B$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

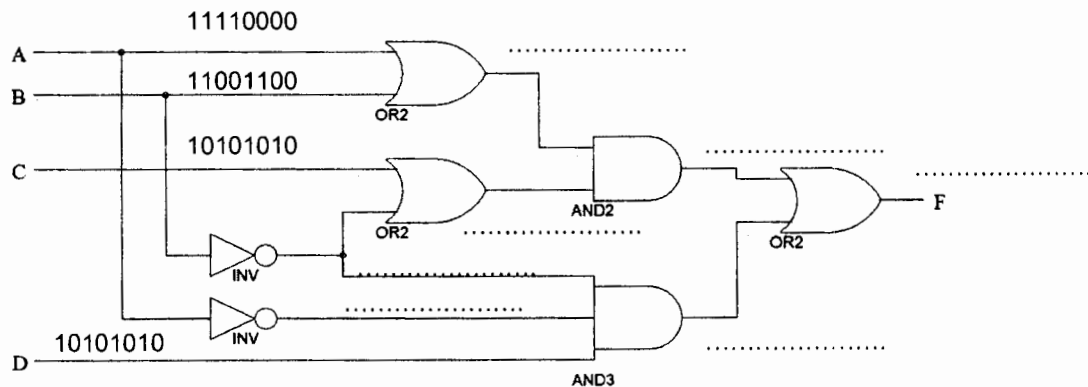


Exclusive NOR

A	B	$Z = \overline{A \oplus B}$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

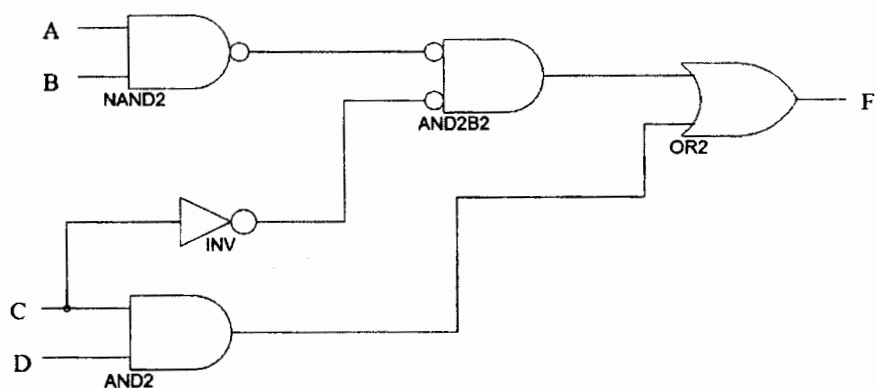
5. [Combinational Circuit Analysis] (20 คะแนน) ให้วิเคราะห์วงจรต่อไปนี้ตามวิธีที่กำหนด

5.1 ให้ใช้การวิเคราะห์แบบ literal analysis ในการวิเคราะห์ข้างล่าง โดยใส่อินพุตตามที่กำหนดให้ในรูป ให้แสดงวิธีการวิเคราะห์ (10 คะแนน)



ABCD	F	ABCD	F
0000		1000	
0011		1011	
0100		1100	
0111		1111	

5.2 ให้ใช้การวิเคราะห์แบบ symbolic analysis เพื่อหา Logic Expression ของ F และตารางความจริงของวงจร (10 คะแนน)



F =

ตารางความจริงของ F

ABCD					F
0000					
0001					
0010					
0011					
0100					
0101					
0110					
0111					
1000					
1001					
1010					
1011					
1100					
1101					
1110					
1111					

6. จากตารางความจริง (truth table) ที่กำหนดให้ ข้างล่าง (20 คะแนน)

- 6.1 ให้เขียน canonical logic expression ของ $F(A,B,C,D)$ ในรูปของ sum-of-product (SOP) (ให้เขียนทั้งแบบย่อและแบบเต็ม) (4 คะแนน)
- 6.2 ให้เขียน canonical logic expression ของ $F(A,B,C,D)$ ในรูปของ product-of-sum (POS) (ให้เขียนทั้งแบบย่อและแบบเต็ม) (4 คะแนน)
- 6.3 ให้ใช้ทฤษฎีต่าง ๆ ของ Switching Algebra ที่ให้มาเพื่อลดรูปของ logic expression ในข้อ (6.1) ให้ได้ $\overline{A}\overline{B} + BC + \overline{A}\overline{B}CD$ (10 คะแนน)
- 6.4 ให้บอกถึงข้อจำกัดของการใช้ Switching Algebra ในการลดรูป logic expression (2 คะแนน)

Row #	Inputs A B C D	Output F
0	0 0 0 0	1
1	0 0 0 1	1
2	0 0 1 0	1
3	0 0 1 1	1
4	0 1 0 0	0
5	0 1 0 1	0
6	0 1 1 0	1
7	0 1 1 1	1
8	1 0 0 0	0
9	1 0 0 1	0
10	1 0 1 0	1
11	1 0 1 1	0
12	1 1 0 0	0
13	1 1 0 1	0
14	1 1 1 0	1
15	1 1 1 1	1

6.1 Canonical SOP

F =(แบบย่อ)

=(แบบเต็ม)

.....

6.2 Canonical POS

F =(แบบย่อ)

=(แบบเต็ม)

.....

.....

.....

Logic Expression

F =

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$$= \overline{A}\overline{B} + BC + A\overline{B}C\overline{D}$$

เหตุผล

Canonical SOP

7. จาก list ของ minterms และ don't care terms ของ F ข้างล่างนี้ ให้ใช้ Karnaugh Map technique ลดรูปให้อยู่ในรูปของ minimal SOP (10 คะแนน)

$$F(A, B, C, D) = \sum m(2, 6, 7, 9, 13, 15)$$

7.1 หา prime implicants ทั้งหมด (4 คะแนน)

7.2 หา essential prime implicants ทั้งหมด (3 คะแนน)

7.3 หา minimal logic expression ของ F (3 คะแนน)

		CD			
		00	01	11	10
AB	00				
	01				
	11				
	10				

7.1 Prime implicants ทั้งหมด ได้แก่

7.2 Essential prime implicants ทั้งหมด ได้แก่

7.3 หา minimal logic expression (แสดงที่มาของคำตอบ)

Switching Algebra Postulates and Theorems

1. Closure Properties

- a. **Postulate 1a (P1a):** If X and Y are in the domain, that is, take on only the values $\{0,1\}$, then $(X+Y)$ is also in the domain.
- b. **Postulate 1b (P1b):** If X and Y are in the domain, that is, take on only the values $\{0,1\}$, then $(X \cdot Y)$ is also in the domain.

2. Identity Properties

- a. **Postulate 2a (P2a):** $X + 0 = X$
- b. **Postulate 2b (P2b):** $X \cdot 1 = X$

3. Commutative Properties

- a. **Postulate 3a (P3a):** $X + Y = Y + X$
- b. **Postulate 3b (P3b):** $X \cdot Y = Y \cdot X$

4. Distributive Properties

- a. **Postulate 4a (P4a):** $X + (Y \cdot Z) = (X + Y) \cdot (X + Z)$
- b. **Postulate 4b (P4b):** $X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$

5. Complement Properties

- a. **Postulate 5a (P5a):** $X + \bar{X} = 1$
- b. **Postulate 5b (P5b):** $X \cdot \bar{X} = 0$

Theorems

1. Involution Theorem

Theorem 1 (T1): $\bar{\bar{X}} = X$

2. Identity Theorems

- a. **Theorem 2a (T2a):** $X + 1 = 1$
- b. **Theorem 2b (T2b):** $X \cdot 0 = 0$

3. Idempotency Theorems

- a. **Theorem 3a (T3a):** $X + X = X$
- b. **Theorem 3b (T3b):** $X \cdot X = X$

4. Associative Theorems

- a. **Theorem 4a (T4a):** $X + (Y + Z) = (X + Y) + Z$
- b. **Theorem 4b (T4b):** $X \cdot (Y \cdot Z) = (X \cdot Y) \cdot Z$

5. DeMorgan's Theorems

- a. **Theorem 5a (T5a):** $\overline{X + Y} = \bar{X} \cdot \bar{Y}$
- b. **Theorem 5b (T5b):** $\overline{X \cdot Y} = \bar{X} + \bar{Y}$

6. Adjacency Theorems

- a. **Theorem 6a (T6a):** $X \cdot Y + X \cdot \bar{Y} = X$
- b. **Theorem 6b (T6b):** $(X + Y) \cdot (X + \bar{Y}) = X$

7. Absorption Theorems

- a. **Theorem 7a (T7a):** $X + X \cdot Y = X$
- b. **Theorem 7b (T7b):** $X \cdot (X + Y) = X$

8. Simplification Theorems

- a. **Theorem 8a (T8a):** $X + \bar{X} \cdot Y = X + Y$
- b. **Theorem 8b (T8b):** $X \cdot (\bar{X} + Y) = X \cdot Y$

9. Consensus Theorems

- a. **Theorem 9a (T9a):** $X \cdot Y + \bar{X} \cdot Z + Y \cdot Z = X \cdot Y + \bar{X} \cdot Z$
- b. **Theorem 9b (T9b):** $(X + Y) \cdot (\bar{X} + Z) \cdot (Y + Z) = (X + Y) \cdot (\bar{X} + Z)$