



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
การสอบกลางภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วิชา ENE 231 Digital Circuit and Logic Design

วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 2

สอบวันศุกร์ที่ 22 กรกฎาคม 2553

เวลา 09.00-12.00 น.

**คำสั่ง**

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 9 ข้อ 10 หน้า (รวมใบปะหน้า) คะแนนรวม 130 คะแนน
2. ให้ทำข้อสอบทุกข้อลงในข้อสอบ
3. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
4. ไม่อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณใด ๆ เข้าห้องสอบ

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบอาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

เลขที่นั่งสอบ

ชื่อ-สกุล.....รหัสนักศึกษา.....

(ผศ. ดร. พินิจ กำหอม)

ผู้ออกข้อสอบ

โทร. 0-2470-9075

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจาก

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมแล้ว

(รศ.ดร. วุฒิชัย อัครวินัยโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
คะแนนเต็ม	10	5	30	10	10	10	10	30	15	130
คะแนนที่ได้										

1. [Information Analysis] (10 points) If we want to design a digital system for showing badminton's scoreboard on which all scores of the previous and current sets (total 3 sets) must be displayed. For the current set, the scoreboard should display the current score together with who is serving. Analyze the system, and
  - 1.1 List all information required to implement the system.
  - 1.2 Identify what kind of information is appropriate for information from 1.1.
  - 1.3 If information is a number, what kind of number, its range, and its accuracy.
  - 1.4 How many bits are needed to represent each information?

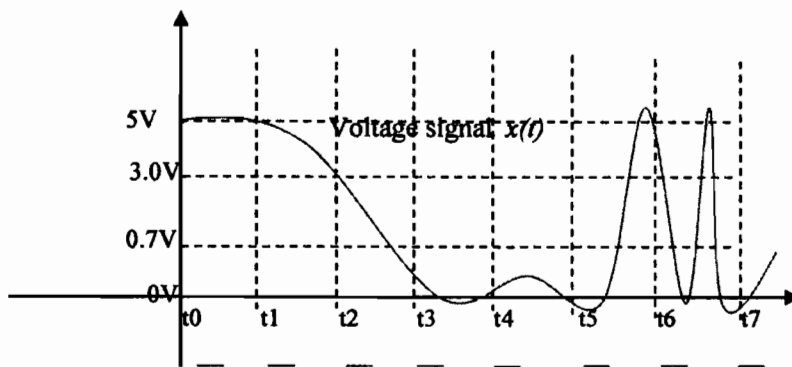
ต้องการออกแบบระบบดิจิทัลเพื่อแสดงคะแนนการแข่งขันแบดมินตัน โดยต้องแสดงคะแนนของเซตที่ผ่านมาแล้ว และสำหรับคะแนนของเซตปัจจุบัน ให้แสดงด้วยว่าใครเป็นผู้เซิร์ฟ จงวิเคราะห์ว่า

- 1.1 มีสารสนเทศอะไรบ้างที่ต้องใช้ในการสร้างระบบนี้
- 1.2 แต่ละสารสนเทศเป็นชนิดใด
- 1.3 ถ้าเป็นตัวเลขให้บอกว่าเป็นตัวเลขชนิดใด ช่วงใด และมีความละเอียดเท่าไร และ
- 1.4 ให้บอกว่าต้องใช้สัญญาณดิจิทัลกี่บิตจึงจะเพียงพอในการแทนสารสนเทศแต่ละตัว

2. [Digital Signals] (5 points) Interpret the electrical voltage signal  $x(t)$  as a digital signal  $x$  using the following rules.

Voltage Level	Digital (Logic) Value
0V – 0.7 V	0
3.5V – 5.0V	1
0.7V – 3.5V	Unknown (denoted by x)

ให้ตีความหมายสัญญาณแรงดันไฟฟ้า  $x(t)$  ข้างล่างนี้เป็นสัญญาณดิจิทัลโดยกำหนดให้  
แรงดันช่วง 0 – 0.7 มีค่าเป็นลอจิก 0 แรงดันช่วง 3.0 – 5.0 มีค่าเป็นลอจิก 1  
แรงดันมากกว่า 0.7 น้อยกว่า 3.0 ไม่สามารถตีความหมายได้ แทนด้วย x



Digital signal  $x$ : .....

3. [Information Representation] (30 points) Encode the following information in term of a digital signal. The answers should include (1) how many bits of a digital signal are required for each part of information, and (2) the codes for given examples (showing how to get the codes).

ให้เข้ารหัสสารสนเทศที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยให้หาว่าต้องใช้สัญญาณดิจิทัลกี่บิต และให้แสดงผลของการเข้ารหัสสารสนเทศตัวอย่างที่กำหนดให้ โดยใช้การเข้ารหัสที่กำหนดให้ (แสดงวิธีทำ)

3.1 (10 points) The  $(x, y)$  position of a  $128\text{cm} \times 64\text{cm}$  plate for drilling a printed circuit board (PCB) machine. The required accuracy of the position is  $1\text{ cm}$ . Encode the positions both in  $x$  and  $y$  direction (no negative positions) using a gray code. Show how to get the gray code of the position  $(75, 23)$  by converting the two numbers to binary numbers first.

ตำแหน่ง  $(x, y)$  ของแท่นเจาะแผ่นปริ้นท์ขนาด  $128\text{cm} \times 64\text{cm}$  โดยมีความละเอียดเป็น 1 เซนติเมตร และให้ใช้การบอกตำแหน่งแบบไม่มีตำแหน่งที่เป็นลบ ให้เข้ารหัสสารสนเทศตัวอย่างคือ ตำแหน่ง  $(75, 23)$  เซนติเมตรด้วย gray code โดยการแปลงตัวเลขเป็นเลขฐานสองก่อนแล้วจึงแปลงเลขฐานสองนั้นเป็น gray code

Answer

Number of bits required for the  $x$  position,  $n = \dots \dots \dots$  bits

Number of bits required for the  $y$  position,  $m = \dots \dots \dots$  bits



Name-Surname.....Student No.....

---

Converting $-11_{10}$ to two's complement	Converting $19_{10}$ to two's complement

3.3 (10 points) The information is a number in the range of -12.00 to +12.00. Encode 2.34 and 1.62 using the signed-magnitude fixed-point representation.

สารสนเทศตัวอย่างคือ -2.34 และ 1.62 ด้วย fixed-point representation แบบ signed-magnitude

Answer

Number of bits for the integer part of the number,  $n$  = .....bits

Number of bits for the fraction part of the number,  $m$  = .....bits

Converting $-2.34_{10}$ to the fixed-point representation	Converting $y = 1.62_{10}$ to the fixed-point representation

4. [Digital Signal Interpretation] (10 points) Interpret the value of digital signal on the left column when the signal is encoded with the provided code (in the parenthesis.)

ให้หาค่าของสัญณาณดิจิทัลที่กำหนดให้ เมื่อเข้ารหัสเป็นรหัสต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้

[illegible]

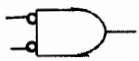
## 5. [Radix Number] (10 points) Fill up the correct value of each number in each base.

หาค่าของเลขที่กำหนดให้ในฐานต่าง ๆ ตามที่กำหนด

ฐานสอง	ฐานแปด	ฐานสิบหก	ฐานสิบ
$101100101_2$			
	$502_8$		
		$B6_{16}$	
			$121_{10}$

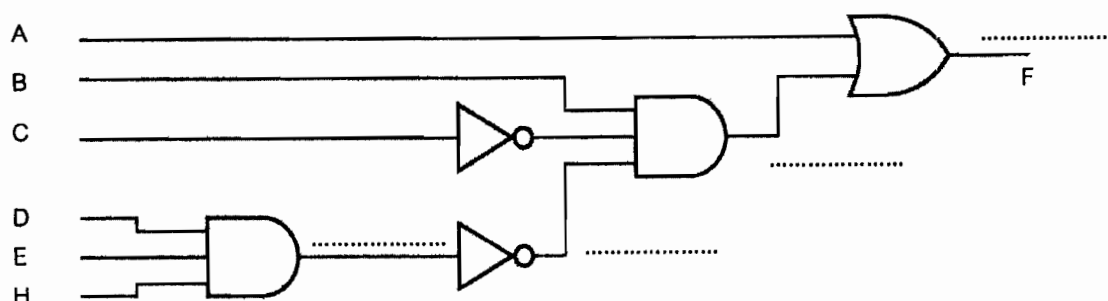
## 6. [Logic operators] (10 points) Fill up the remaining parts of the table.

เติมในส่วนที่เหลือของตารางให้สมบูรณ์

Input $a \ b$		OR $z = a + b$	NAND $z = \overline{a \cdot b}$	NOR $z = \overline{a + b}$	AND $z = a \cdot b$
0 0					
0 1					
1 0					
1 1					
Symbol					

## 7. [Combinational Circuit Analysis] (10 points) Use the symbolic analysis technique to find the output F's logic expression, then use the Boolean algebra theorems to manipulate the expression to get its Sum-of-Product (SOP) expression.

ใช้การวิเคราะห์แบบ symbolic analysis เพื่อหา Logic Expression ของ F แล้วใช้ทฤษฎีทางพีชคณิตบูลีนเปลี่ยนสมการลอจิกของ F ให้อยู่ในรูปของ Sum-of-Product



8. [Karnaugh Map] (30 points) Provided the truth table

8.1 Write the canonical sum-of-product (SOP) expression of  $F(a,b,c,d)$  in both short-hand and full expressions (4 points)

เขียน canonical SOP ของ  $F(a,b,c,d)$  ทั้งแบบย่อและแบบเต็ม

8.1 Write the canonical product-of-product (POS) expression of  $F(a,b,c,d)$  in both short-hand and full expression (4 points)

เขียน canonical POS ของ  $F(a,b,c,d)$  ทั้งแบบย่อและแบบเต็ม

8.2 Use the Karnaugh's Map Minimization technique to find the minimal SOP. Show all prime implicants, essential prime implicants and selected secondary prime implicants (if any) (10 points)

ใช้เทคนิคการลดรูปด้วย Karnaugh's Map เพื่อหา minimal SOP ของ  $F$  โดยให้แสดง prime implicants, essential prime implicants และ secondary prime implicants ที่เลือกมา (ถ้าจำเป็น)

8.3 Use the Karnaugh's Map Minimization technique to find the minimal POS. Show all prime implicants, essential prime implicants and selected secondary prime implicants (if any) (10 points)

ใช้เทคนิคการลดรูป Karnaugh's Map เพื่อหา minimal POS ของ  $F$  โดยให้แสดง prime implicants, essential prime implicants และ secondary prime implicants ที่เลือกมา (ถ้าจำเป็น)

8.4 Compare the complexity of the minimal SOP and the minimal POS (2 points)

เปรียบเทียบ complexity ของ minimal SOP และ minimal POS

Row #	Inputs a b c d	Output F
0	0 0 0 0	1
1	0 0 0 1	0
2	0 0 1 0	1
3	0 0 1 1	0
4	0 1 0 0	1
5	0 1 0 1	0
6	0 1 1 0	1
7	0 1 1 1	1
8	1 0 0 0	1
9	1 0 0 1	0
10	1 0 1 0	0
11	1 0 1 1	1
12	1 1 0 0	1
13	1 1 0 1	0
14	1 1 1 0	0
15	1 1 1 1	1

8.1 Canonical SOP

$F =$  .....(Short-hand)

$=$  ..... (full)

.....

.....

.....

8.2 Canonical POS

$F =$  .....(Short-hand)

$=$  ..... (full)

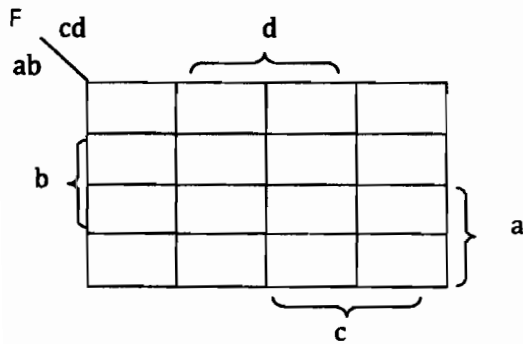
.....

.....

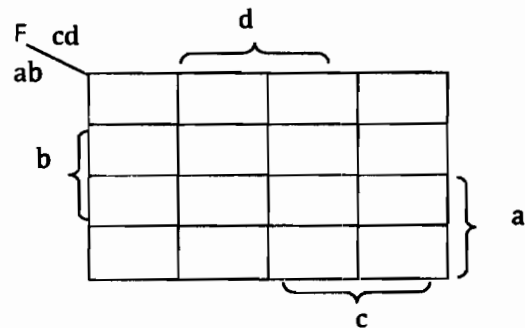
.....



8.3 Use the Karnaugh Map minimization technique to get the minimal SOP



8.4 Use the Karnaugh map minimization technique to get minimal POS



9. [Quine-McCluskey Technique] (15 points) Given the list of minterms of the function F below, use the Quine-McCluskey Minimization Technique to find its minimal SOP

$$F(A, B, C, D) = \sum m(0, 1, 2, 5, 9, 10, 12, 13)$$

9.1 Show how to use the Implicant Tables to find all prime implicants

9.2 Show how to use the Covering Tables to find all essential prime implicants

9.3 Show how to use the Reduced covering table to select the secondary prime implicants if necessary.