	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 1
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

หน่วยที่ 4 วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

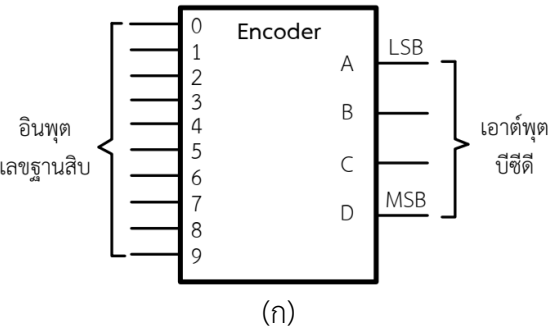
วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

1. วงจรเข้ารหัส

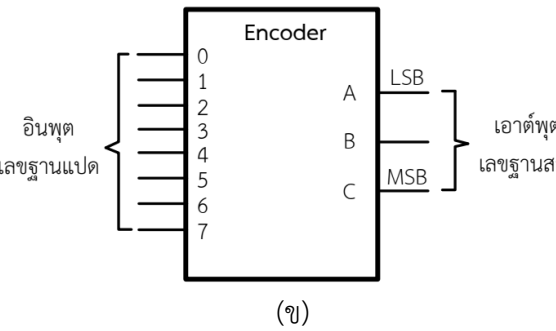
วงจรเข้ารหัส (Encoder) ออกแบบและสร้างได้ด้วยลอจิกเกตในรูปแบบของวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ และโดยทั่วไปมีการใช้งานที่อยู่ในรูปแบบของไอซีวงจรรวมเบอร์ต่าง ๆ ในการทำงานของวงจรเข้ารหัสข้อมูลในระบบดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากระบบดังกล่าวมีการปฏิบัติงานพื้นฐานกับข้อมูลระบบเลขฐานสอง ดังนั้นจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ให้สามารถนำไปใช้งานกับวงจรดิจิทัลได้อย่างเช่น ข้อมูลที่มนุษย์ใช้ในการสื่อสารในรูปแบบของตัวอักษร และตัวเลขฐานสิบต้องมีการแปลงเป็นรหัสเลขฐานสอง โดยการใช้วงจรเข้ารหัสเป็นตัวทำหน้าที่เปลี่ยนรหัสสัญญาณเพื่อให้มนุษย์สามารถติดต่อกับระบบดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์ได้ โดยในการทำงานของวงจรเข้ารหัสเมื่อมีการเข้ารหัสที่สัญญาณอินพุต วงจรจะมีการประมวลผลที่ถูกต้องและจะให้สัญญาณที่เอาต์พุตเพียงหนึ่งรหัสต่อการเข้ารหัสหนึ่งครั้ง และเมื่อมีการเข้ารหัสสัญญาณใหม่ที่อินพุตก็จะทำให้รหัสที่เอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงไปตามค่าที่กำหนดจากการออกแบบวงจร หรือการทำหน้าที่เฉพาะของอุปกรณ์เข้ารหัสตัวนั้น และพบว่าในวงจรดิจิทัล ส่วนมากจะใช้อุปกรณ์เข้ารหัสทำงานร่วมกับอุปกรณ์ถอดรหัสเพื่อใช้ในการแสดงผลของข้อมูลหรือการนำข้อมูลไปประมวลผลต่อไป

1.1 การเข้ารหัส

การเข้ารหัสมีกระบวนการทำงานที่ตรงข้ามกับการถอดรหัส นำมาใช้เพื่อสร้างรหัสเอาต์พุต เช่น บีซีดี (BCD) หรือ เลขฐานสอง (Binary) จากค่าของอินพุตเลขฐานสิบหรือเลขฐานแปด ดังแสดงในรูปที่ 1.1 (ก) อุปกรณ์เข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดี และ รูปที่ 1.1 (ข) อุปกรณ์เข้ารหัสเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง




(ก)



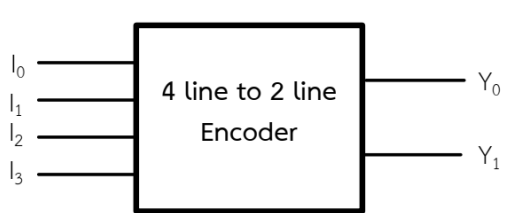
(ข)

รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรเข้ารหัส

	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 2
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์	

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

ดังนั้นวงจรเข้ารหัส (Encoder) จึงหมายถึงวงจรลอจิกที่ทำหน้าที่เปลี่ยนรหัสของตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งอยู่ในรูปของรหัสลอจิกให้เป็นรหัสใด ๆ ในรูปแบบรหัสลอจิกอีกแบบหนึ่ง เช่น ข้อมูลป้อนที่ถูกกดบนแป้นพิมพ์ถูกแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของรหัสตัวเลขฐานสอง ซึ่งแทนด้วยระดับลอจิก 0 กับ 1 และข้อสังเกตอย่างหนึ่งของการเข้ารหัส คือ ในเวลาหนึ่ง ๆ อินพุตของวงจรจะมามีการทำงานได้เพียงอินพุตเดียวเท่านั้น จำนวนสูงสุดของอินพุตเชิงผสมที่เป็นไปได้นั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตทางด้านเอาต์พุตโดยจะมีค่าเป็น 2^n เมื่อ n คือจำนวนบิตของเอาต์พุต เช่น วงจรเข้ารหัสที่มี 2 เอาต์พุต จะมีจำนวนอินพุตได้สูงสุดเท่ากับ 4 อินพุต ($2^2 = 4$) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1.2




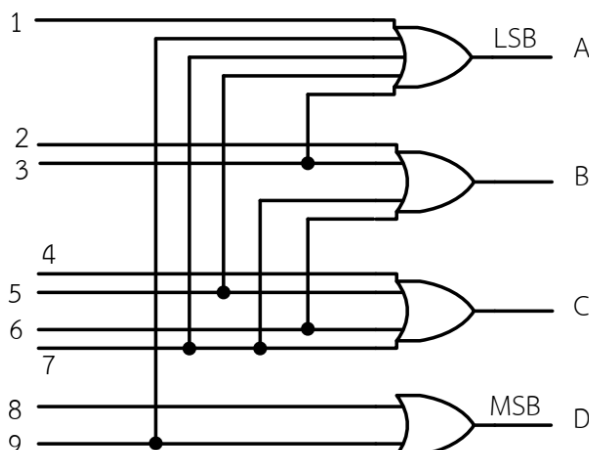
รูปที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมวงจรเข้ารหัส 4 อินพุต เป็น 2 เอาต์พุต


การออกแบบวงจรเข้ารหัสด้วยวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ ทำได้โดยการสร้างตารางความจริงของการทำงาน เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตแต่ละตัว สำหรับตัวอย่างอุปกรณ์เข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดี (Decimal-to-BCD) จากตารางที่ 1.1 สามารถออกแบบวงจรลอจิกอย่างง่าย โดยใช้ ออร์เกตจำนวนเพียง 4 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 1.3

ตารางที่ 1.1 ตารางความจริงของอุปกรณ์เข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดี

อินพุต เลขฐานสิบ	เอาต์พุตบีซีดี			
	D	C	B	A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 3
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

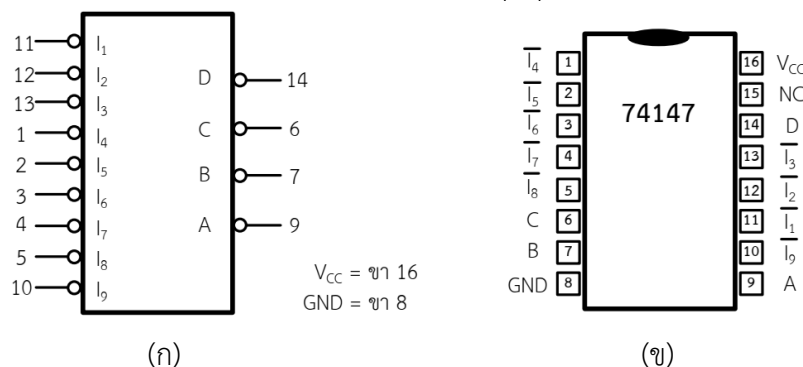
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			
<p>จากการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตในตารางจะพบว่าค่าของเอาต์พุต A เป็น H เมื่ออินพุตของเลขฐานสิบทุกตัวที่เป็นจำนวนคี่ และค่าของเอาต์พุต B เป็น H เมื่ออินพุต 2 หรือ 3 หรือ 6 หรือ 7 เป็น H และใช้วิธีการเดียวกันสำหรับการหาค่า H ของเอาต์พุต C และ D แล้วทำการเขียนสมการเอาต์พุตของแต่ละบิตออกมา จากนั้นนำมาสร้างเป็นวงจรลอจิกเกตได้ดังรูปที่ 1.3 เป็นพื้นฐานการออกแบบวงจรเข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดี</p>			
<div></div>			
<p>รูปที่ 1.3 วงจรลอจิกของวงจรเข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดี</p> <p>สำหรับการออกแบบวงจรอุปกรณ์เข้ารหัสเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง สามารถใช้วิธีการเดียวกันกับวงจรเข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดี</p> <p>สมการลอจิกเอาต์พุตของวงจรเข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดีเป็นดังนี้</p> $A = I_1 + I_3 + I_5 + I_7 + I_9$ $B = I_2 + I_3 + I_6 + I_7$ $C = I_4 + I_5 + I_6 + I_7$ $D = I_8 + I_9$			
<p>1.2 อุปกรณ์เข้ารหัสที่เป็นไอซีวงจรรวม</p> <p>ในระบบดิจิทัลจะใช้อุปกรณ์เข้ารหัสเพื่อแปลงรหัสจากเลขฐานสิบให้เป็นรหัสบีซีดี 8421 ลักษณะของตัวอุปกรณ์ที่เข้ารหัสแบบนี้เรียกว่า 10- line-to-4-line priority encoder โดยหน้าที่ของอุปกรณ์เข้ารหัสคือ ทำการแปลงรหัสข้อมูล เพื่อให้ระบบดิจิทัลสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปทำงาน หรือไปประมวลผลการทำงานต่อได้อย่างถูกต้อง อุปกรณ์เข้ารหัสที่เป็นไอซีวงจรรวมได้แก่</p> <p>1.2.1 ไอซีวงจรรวม 74147 (10-line-to-4-line Priority encoders) เป็นอุปกรณ์ไอซีที่ใช้เข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดี มีการทำงานอย่างเดียวกันกับวงจรที่ออกแบบในรูปที่ 1.3 แต่มีข้อแตกต่างอยู่ 2 ข้อดังนี้</p>			

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 4
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

1. อินพุตและเอาต์พุตทั้งหมดเป็นการทำงานที่ลอจิก LOW ดูได้จากรูปสัญลักษณ์วงกลมเล็กดังในรูปที่ 1.4


2. ไอซีวงจรรวม 74147 เป็นอุปกรณ์เข้ารหัสแบบมีการลำดับความสำคัญ (Priority encoder) คือ หนึ่งค่าที่มากกว่าค่าในจำนวนของเลขฐานสิบจะเป็นอินพุตที่มีลำดับความสำคัญสูงที่สุดและจะถูกเข้ารหัสเป็นเอาต์พุต สำหรับตัวอย่างนี้ได้จากรูปตารางความจริงที่ 1.5 ในบรรทัดที่ 2 ของตารางถ้า $\overline{I_9}$ เป็น LOW (เลข 9) จะเป็นอินพุตลำดับความสำคัญสูงที่สุด โดยที่ไม่เกี่ยวข้องกับค่าของอินพุตอื่น ๆ ที่มีค่าเป็น X ทำให้เอาต์พุตทำงานที่ลอจิก LOW มีค่าเป็นรหัสบีซีดี 0110 ถ้าต่ออินเวอร์เตอร์เพื่อให้เอาต์พุตทุกตัวก็จะได้ค่าเป็น 1001



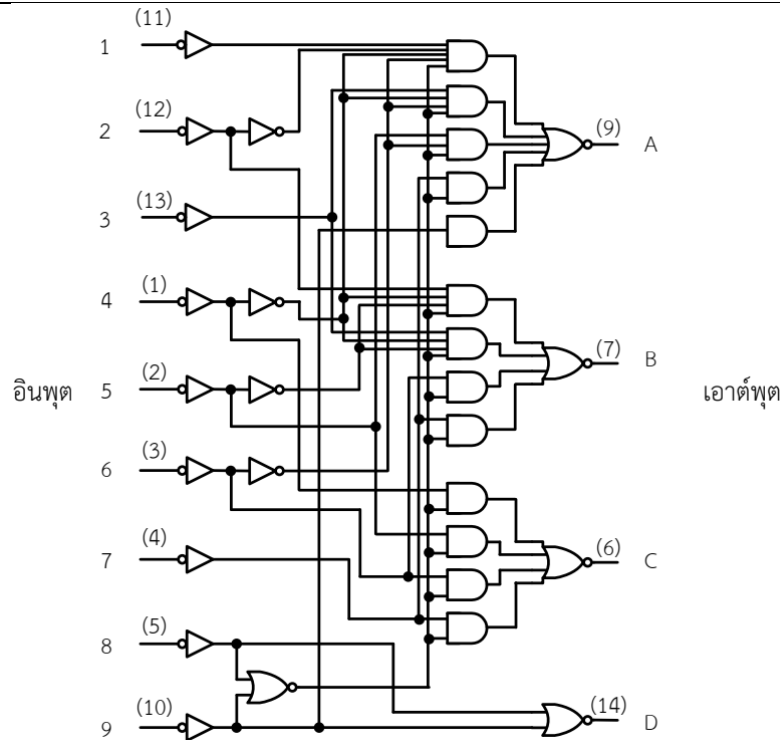
รูปที่ 1.4 สัญลักษณ์ลอจิกและตำแหน่งขาของไอซีวงจรรวม 74147

อินพุต									เอาต์พุต			
$\overline{I_1}$	$\overline{I_2}$	$\overline{I_3}$	$\overline{I_4}$	$\overline{I_5}$	$\overline{I_6}$	$\overline{I_7}$	$\overline{I_8}$	$\overline{I_9}$	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

รูปที่ 1.5 รูปตารางความจริงของไอซีวงจรรวม 74147 อุปกรณ์เข้ารหัสเลขฐานสิบเป็นรหัสบีซีดี

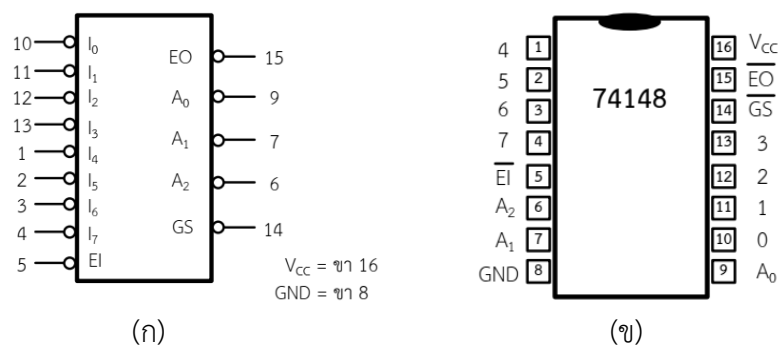
	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 5
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอ์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอ์



รูปที่ 1.6 วงจรลอจิกของไอซีวงจรรวม 74147

1.2.2 ไอซีวงจรรวมเบอร์ 74148 อุปกรณ์เข้ารหัสเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง ลักษณะการทำงานของอินพุตและเอาต์พุตของไอซีวงจรรวม 74148 (8-line-to-3-line Priority encoders) จะมีรูปแบบการทำงานที่ลอจิก LOW ประกอบด้วยข้อมูล 8 อินพุต และ 3 เอาต์พุต ซึ่งมีการทำงานแบบลำดับความสำคัญเช่นเดียวกับไอซีวงจรรวมเบอร์ 74147 ดังนั้นเมื่อมีอินพุต 2 ค่าหรือมากกว่ามีการทำงานในเวลาเดียวกัน อินพุตจะมีการลำดับความสำคัญที่ค่าสูงสุดเพื่อส่งไปที่เอาต์พุต เช่น อินพุต $\overline{I7}$ จะมีค่าลำดับความสำคัญสูงสุด ดังแสดงไว้ในรูปตารางที่ 1.8 และในรูปที่ 1.7 แสดงสัญลักษณ์ลอจิกและตำแหน่งขาการต่อใช้งานต่าง ๆ และรูปที่ 1.9 แสดงวงจรลอจิกของโครงสร้างภายในไอซีวงจรรวมเบอร์ 74148



รูปที่ 1.7 สัญลักษณ์ลอจิกและตำแหน่งขาของไอซีวงจรรวมเบอร์ 74148



ใบเนื้อหา

หน้าที่ 6

ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004

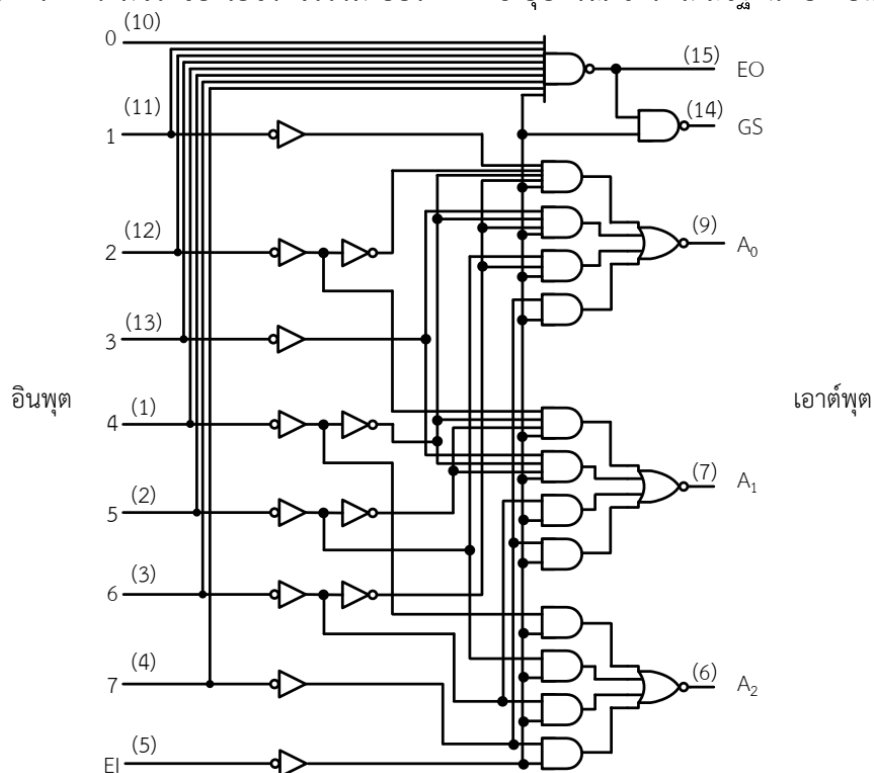
หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์


ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

อินพุต									เอาต์พุต				
\overline{EI}	I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	\overline{GS}	A_0	A_1	A_2	\overline{EO}
H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	H
L	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	L	L	H
L	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	H	L	H
L	X	X	X	L	H	H	H	H	L	H	H	L	H
L	X	X	L	H	H	H	H	H	L	L	L	H	H
L	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	L	H	H
L	X	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	H	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H

รูปที่ 1.8 รูปตารางความจริงของไอซีวงจรรวมเบอร์ 74148 อุปกรณ์เข้ารหัสเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง



รูปที่ 1.9 วงจรลอจิกของไอซีวงจรรวมเบอร์ 74148

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 7
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

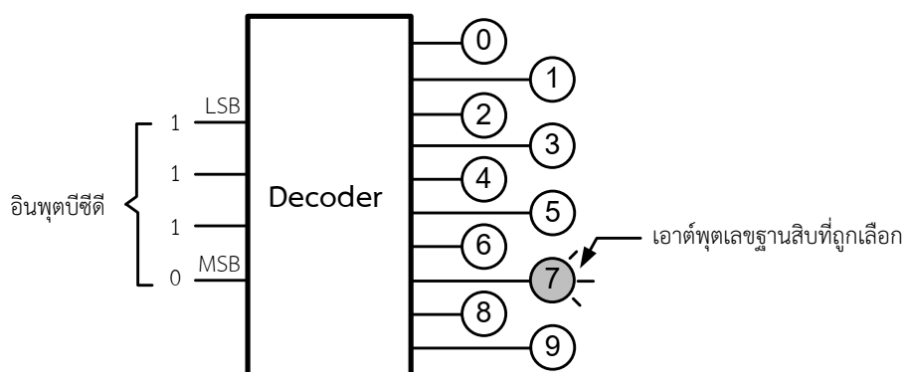
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

2. วงจรถอดรหัส

วงจรถอดรหัส (Decoder) คือ วงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ที่มีหลายเอาต์พุตด้วยจำนวน n ของสายสัญญาณอินพุต ทำให้วงจรมีจำนวนเอาต์พุตเท่ากับ 2^n สำหรับการทำงานเงื่อนไขที่เป็นไปได้ของอินพุตหนึ่งจะทำให้มีเพียงหนึ่งสัญญาณเอาต์พุตเท่านั้นที่จะให้ค่าลอจิกที่ 1 เพราะฉะนั้นการพิจารณาการทำงานของวงจรถอดรหัสนั้นง่ายเหมือนกับการสร้างค่าอินพุตมินเทอมด้วยการให้ค่าของแต่ละเอาต์พุตสอดคล้องกับค่าของหนึ่งมินเทอมโดยตรง วงจรถอดรหัสเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับนักออกแบบวงจรลอจิกในการใช้สืบค้นข้อมูลจากหน่วยความจำในวงจร เพื่อที่จะเลือกข้อมูลแบบเจาะจงจากข้อมูลที่มีจำนวนมาก ซึ่งมีการนำไปใช้ในการแปลงรหัส เช่น การแปลงรหัสเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ เป็นต้น


2.1 การถอดรหัส

การถอดรหัสเป็นกระบวนการของการแปลงรหัสต่าง ๆ เช่น รหัสเลขฐานสอง รหัสเลขฐานสิบหก หรือรหัสบีซีดี (Binary Coded Decimal) ไปเป็นจำนวนตัวเลขหรือตัวอักษร ตัวอย่างเช่นอุปกรณ์ถอดรหัส (Decoder) ดังรูปที่ 1.10 เป็นการถอดรหัสอินพุตบีซีดี 4 บิต แปลงเป็นค่าจำนวนในเลขฐานสิบ อุปกรณ์จะแสดงผลโดยการเปิดหลอดไฟบอกค่าตัวเลขฐานสิบ โดยให้ผลการทำงานที่ระดับลอจิก HIGH จำนวน 1 เอาต์พุตของ 10 เอาต์พุต ซึ่งเกิดจากระดับลอจิก 4 อินพุต อุปกรณ์ถอดรหัสนี้ในเบื้องต้นสามารถสร้างได้จากการต่อยอดกันของลอจิกเกตพื้นฐานทั่วไป

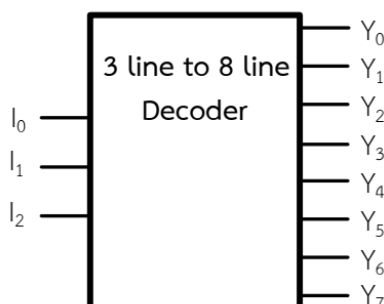


รูปที่ 1.10 วงจรถอดรหัสบีซีดีเลือกหลอดแสดงผลเลขฐานสิบที่ต้องการ

พื้นฐานการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้วงจรถอดรหัสด้วยวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ จำนวนหรือบิตเอาต์พุต จะมีความสัมพันธ์กับจำนวนสายสัญญาณ หรือบิตของเลขฐานสองทางอินพุต เขียนเป็นสมการได้คือ 2^n เมื่อ n คือจำนวนอินพุต เมื่อได้จำนวนอินพุต และเอาต์พุตที่ต้องการแล้วจึงสร้างตารางความจริงและทำการเขียนสมการเอาต์พุตแต่ละบิตออกมา และนำไปสร้างเป็นวงจรลอจิกต่อไป เช่น วงจรถอดรหัสที่มี 8 เอาต์พุต จะมีจำนวนอินพุตได้เท่ากับ 3 อินพุต ($2^3 = 8$) ดังรูปที่ 1.11

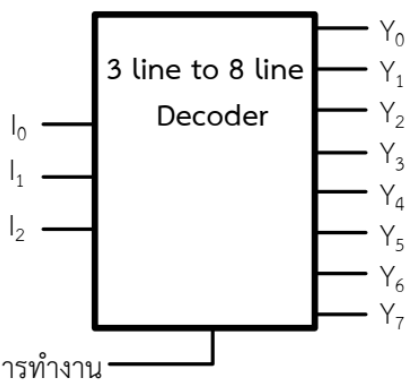
	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 8
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอ์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอ์




รูปที่ 1.11 บล็อกไดอะแกรมอุปกรณ์ถอดรหัส 3 อินพุต เป็น 8 เอาต์พุต

รูปแบบในการทำงานของอุปกรณ์ถอดรหัสบางประเภทจะมีอินพุตที่เพิ่มเติมขึ้นนอกจากอินพุตที่ใช้รับข้อมูลรหัสโดยปกติ คือ อินพุตควบคุมการทำงาน (Enable Input) เพื่อใช้ควบคุมให้อาต์พุตทำงานหรือไม่ให้ทำงานก็ได้ เมื่ออุปกรณ์ถอดรหัสรับสัญญาณอินพุตแล้วจะยังคงไม่ส่งค่ารหัสไปที่เอาต์พุตทันที แต่จะพิจารณาเงื่อนไขของสัญญาณอินพุตควบคุมให้ถูกต้องก่อน ถ้าสัญญาณยังไม่ถูกต้องก็จะมีไม่มีการส่งค่ารหัสในการแสดงผลที่เอาต์พุต แต่เอาต์พุตทั้งหมดจะถูกบังคับให้แสดงผลเป็นสภาวะลอจิกใดอย่างหนึ่งที่เหมือนกัน แต่ถ้าอินพุตควบคุมได้รับสัญญาณที่ถูกต้องตามเงื่อนไข ก็จะสั่งให้อาต์พุตทำงานแสดงค่าลอจิกตามค่ารหัสอินพุตที่ได้รับเข้ามาขณะนั้น ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานพิเศษที่จะพบมากในอุปกรณ์ถอดรหัสที่อยู่ในรูปของวงจรรวม



รูปที่ 1.12 บล็อกไดอะแกรมอุปกรณ์ถอดรหัส 3 อินพุต เป็น 8 เอาต์พุต แบบมีอินพุตควบคุม

การออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ถอดรหัสจากเลขฐานสอง 3 บิต ไปเป็นเลขฐานแปด เริ่มจากสร้างตารางความจริงเพื่อพิจารณาค่าของอินพุตและเอาต์พุตที่เกิดขึ้น ถ้าเป็นอุปกรณ์ถอดรหัสเลขฐานแปดต้องมีจำนวน 8 เอาต์พุต และเกิดจากความแตกต่างกันของอินพุตเชิงผสมแต่ละค่า ดังรูปตารางที่ 1.13 และ รูปตารางที่ 1.14

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 9
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์


อินพุต			เอาต์พุต							
C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7
L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	H	L	L	L	L	L	L
L	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L
L	H	H	L	L	L	H	L	L	L	L
H	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L
H	L	H	L	L	L	L	L	H	L	L
H	H	L	L	L	L	L	L	L	H	L
H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	H

รูปที่ 1.13 รูปตารางความจริงของอุปกรณ์ถอดรหัสเลขฐานแปดที่เอาต์พุตทำงานที่ลอจิก HIGH

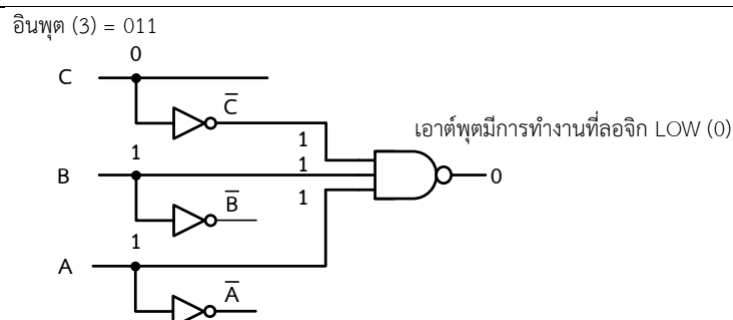
อินพุต			เอาต์พุต							
C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7
L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

รูปที่ 1.14 รูปตารางความจริงของอุปกรณ์ถอดรหัสเลขฐานแปดที่เอาต์พุตทำงานที่ลอจิก LOW

ก่อนการออกแบบต้องมีการตัดสินใจว่าอุปกรณ์ต้องการให้เอาต์พุตมีการทำงานที่ลอจิก HIGH (Active-High Output) หรือที่ลอจิก LOW (Active-low Output) ในการแสดงค่ารหัสที่ถูกเลือก เช่น ค่าอินพุต 011 (3) ในรูปตารางที่ 1.13 จะมีเอาต์พุต 3 เป็น HIGH ในขณะที่เอาต์พุตอื่น ๆ ทุกตัวมีค่าเป็น LOW เป็นการงานแบบเอาต์พุตลอจิก HIGH ส่วนรูปตารางที่ 1.14 เป็นการงานแบบเอาต์พุตลอจิก LOW จะมีการทำงานที่ตรงกันข้ามกันคือที่เอาต์พุต 3 เป็น LOW ในขณะที่เอาต์พุตอื่น ๆ ทุกตัวมีค่าเป็น HIGH ซึ่งผู้ออกแบบต้องรู้ว่าอุปกรณ์รับข้อมูลการแสดงผลของเอาต์พุต มีการทำงานที่ลอจิก LOW หรือ HIGH เพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของอุปกรณ์ถอดรหัส ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการทำงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ทางดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ ถ้าใช้อุปกรณ์มีการทำงานที่ลอจิก LOW ดังในรูปตารางที่ 1.14 วงจรลอจิกต้องให้ผลการทำงานที่เอาต์พุตเป็น LOW ที่เกิดจากอินพุต 011 ดังรูปวงจรลอจิกที่ 1.15

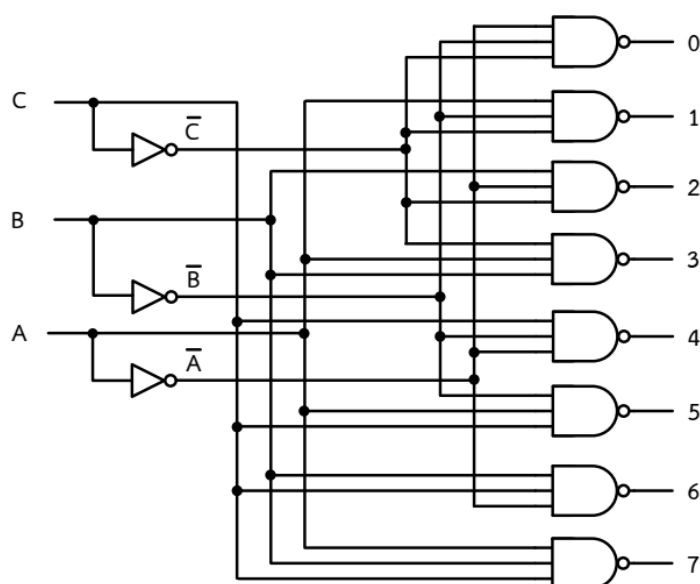
	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 10
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์




รูปที่ 1.15 วงจรลอจิกที่เอาต์พุตทำงานเป็นลอจิก LOW ที่เกิดจากอินพุต 011_2

การออกแบบวงจรอุปกรณ์ถอดรหัสเลขฐานแปดที่เอาต์พุตทำงานที่ลอจิก LOW ที่สมบูรณ์จะต้องแยกแยะแชนด์เกตแต่ละตัวสำหรับ 8 เอาต์พุต ซึ่งการต่อวงจรอินพุตของแชนด์เกตแต่ละตัวสามารถหาได้จากรูปตารางที่ 1.13 ตัวอย่างเช่น อินพุตของแชนด์เกต 3 จะถูกต่อกับอินพุต \bar{C} , B และ A และอินพุตของแชนด์เกต 6 จะถูกต่อกับอินพุต C, B และ \bar{A} อย่างนี้เป็นต้น วงจรที่เสร็จสมบูรณ์แสดงได้ดังรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 วงจรถอดรหัสจากเลขฐานสอง 3 บิต ไปเป็นเลขฐานแปดที่สมบูรณ์

การทำงานของรูปวงจรที่ 1.16 เอาต์พุตทุกตัวจะให้สถานะลอจิกเป็น LOW เมื่อมีระดับอินพุตเชิงผสมที่เหมาะสมแต่ละค่าของวงจรเข้ามา ส่วนการออกแบบสำหรับอุปกรณ์ถอดรหัสเลขฐานสิบหกก็จะมีวิธีการในลักษณะเดียวกัน อุปกรณ์ถอดรหัสเลขฐานแปด หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อุปกรณ์ถอดรหัส 1 ของ 8 (1-of-8 decoder) เนื่องจากว่ารหัสอินพุตจะเป็นค่าใดค่าหนึ่งของ 8 เอาต์พุตที่จะทำงาน แต่ส่วนใหญ่มักจะเรียกเป็น 3-line-to-8-line decoder เนื่องจากว่ามีอินพุต 3 เส้นและเอาต์พุต 8 เส้น

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 11
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

2.2 อุปกรณ์ถอดรหัสที่เป็นไอซีวงจรรวม

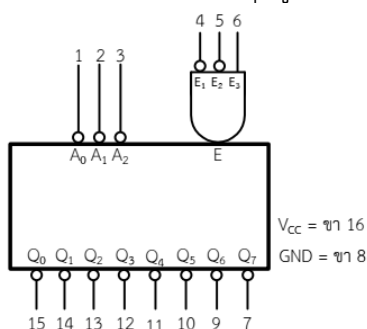
ในปัจจุบันนิยมใช้อุปกรณ์ถอดรหัสที่เป็นไอซีวงจรรวมมากกว่าการออกแบบด้วยวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ เนื่องจากมีสมรรถนะในการทำงานที่ดีกว่า มีบริษัทผู้ผลิตที่สร้างเป็นอุปกรณ์ถอดรหัสแต่ละประเภทโดยเฉพาะ ขึ้นเป็นเบอร์ต่าง ๆ โดยให้ข้อมูลการทำงานของอินพุตและเอาต์พุตด้วยตารางความจริง และการทำงานกรณีพิเศษ สิ่งสำคัญในการใช้งานไอซีวงจรรวม คือ การศึกษารายละเอียดของคู่มืออุปกรณ์ถอดรหัสเฉพาะเบอร์นั้น ๆ ต้องรู้ถึงตำแหน่งขาการต่อใช้งานและหน้าที่ในการทำงาน ดังตารางที่ 1.2 เป็นตัวอย่างรายการอุปกรณ์ถอดรหัสของไอซีวงจรรวมเบอร์ต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป

ตารางที่ 1.2 รายการอุปกรณ์ถอดรหัสที่เป็นไอซีวงจรรวมเบอร์ต่าง ๆ

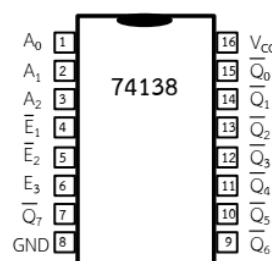
เบอร์ไอซีวงจรรวม	หน้าที่การทำงาน
74138	3-line-to-8-line decoder
74145	BCD-To-Decimal Decoders/Drivers
7442	4-line-to-10-line decoder
74154	4-line-to-16-line decoder
7447,7448	BCD-to-Seven segment decoder

2.2.1 ไอซีวงจรรวม 74138

ไอซีวงจรรวม 74138 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการถอดรหัสเลขฐานแปด (3-line-to-8-line decoder) มีความสามารถในการถอดรหัสความเป็นไปได้ของรหัสเลขฐานเลขแปดแยกออกเป็น 8 เอาต์พุต ที่ให้ผลการทำงานที่ลอจิก LOW มีลักษณะการทำงานเหมือนกับการออกแบบด้วยวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่จากหัวข้อที่ผ่านมา แต่มีอินพุตที่ใช้ในการควบคุมการทำงานเพิ่มเติมขึ้นมา 3 อินพุต ดังรูปที่ 1.17 (ก) สัญลักษณ์ลอจิก และรูปที่ 1.17 (ข) แสดงตำแหน่งขาการต่อใช้งานของวงจรรวมที่บรรจุอยู่ในตัวถังแบบพลาสติกชนิด 16 ขา




(ก) สัญลักษณ์ลอจิก



(ข) ตำแหน่งขาการต่อใช้งาน

รูปที่ 1.17 สัญลักษณ์ลอจิกและตำแหน่งขาการต่อใช้งานของไอซีวงจรรวม 74138

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 12
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร		


ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร

จากรูปที่ 1.17 สัญลักษณ์วงกลมเล็ก (Inversion Bubble) เป็นตัวบอถึงการทำงานของเอาต์พุตที่เป็นที่ลอจิก LOW ทั้ง 8 เอาต์พุต ตั้งแต่ $\overline{Q_0}$ ถึง $\overline{Q_7}$ และมีอินพุตรับข้อมูล (Address Inputs) A_0 ถึง A_2 และอินพุตควบคุมการทำงานจำนวน 3 อินพุต $\overline{E_1}$ และ $\overline{E_2}$ ที่มีการทำงานที่ลอจิก LOW และ E_3 ที่มีการทำงานที่ลอจิก HIGH ใช้การควบคุมจากสัญญาณภายนอกเพื่อให้ไอซีวงจรรวมทำงานหรือไม่ทำงาน

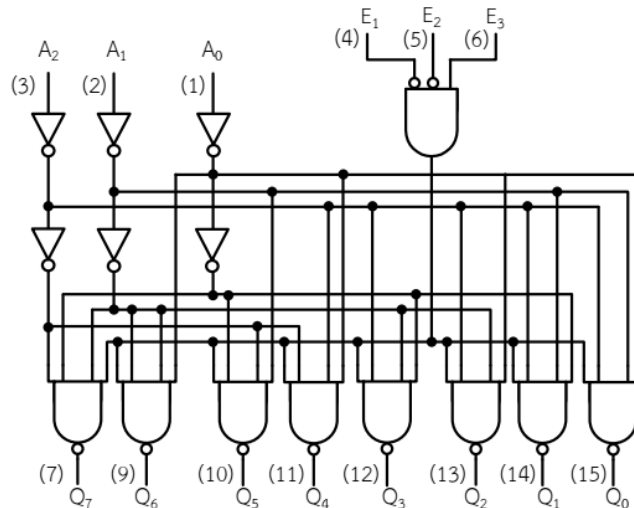
อินพุต						เอาต์พุต							
$\overline{E_1}$	$\overline{E_2}$	E_3	A_0	A_1	A_2	$\overline{Q_0}$	$\overline{Q_1}$	$\overline{Q_2}$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_4}$	$\overline{Q_5}$	$\overline{Q_6}$	$\overline{Q_7}$
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

รูปที่ 1.18 รูปตารางความจริงของไอซีวงจรรวม 74138

ตามข้อมูลที่แสดงในรูปตารางที่ 1.18 จะเห็นว่าไอซีวงจรรวมจะไม่สามารถทำงานได้เมื่ออินพุตควบคุมการทำงานมีสถานะเป็น HIGH ทั้งหมด และจะทำงานต่อเมื่อ $\overline{E_1}$ เป็น LOW, $\overline{E_2}$ เป็น LOW และ E_3 เป็น HIGH เมื่อวงจรรวมถูกควบคุมให้ไม่ทำงาน อินพุต A_0 ถึง A_2 จะอยู่ในสถานะที่ไม่เกี่ยวข้อง มีค่าเป็น X และเอาต์พุตทั้งหมดถูกบังคับให้มีค่าเป็น HIGH โดยไม่เกี่ยวข้องกับระดับลอจิกของอินพุต และถ้าหากไอซีวงจรรวมอยู่ในสถานะที่สามารถทำงานได้ อินพุต A_0 ถึง A_2 จะมีการเลือกถอดรหัสส่งข้อมูลค่าลอจิกไปยังค่าเอาต์พุตใดเอาต์พุตหนึ่งที่ต้องการ และจะมีค่าเป็นค่า LOW ในกรณีนี้ A_0 เป็นอินพุตบิตนัยสำคัญต่ำที่สุด (LSB) และบางครั้งบริษัทผู้ผลิตไอซีวงจรรวมอาจใช้ค่าตัวแปรอินพุตเป็น A, B และ C แทนค่าของ A_0 , A_1 และ A_2 วงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ที่เป็นโครงสร้างภายในของไอซีวงจรรวม 74138 มีอินเวอร์เตอร์ที่ต่อกับอินพุตทำหน้าที่รับกระแสจากแหล่งจ่ายไฟภายนอกและขับกระแสให้แอนด์เกตทั้ง 8 ตัว ช่วยป้องกันไม่ให้กระแสไหลเข้าเกตมากเกินไปส่วนอินพุตควบคุมการทำงาน $\overline{E_1}$, $\overline{E_2}$ และ E_3 จะต่ออยู่กับแอนด์เกตดังรูปที่ 1.19

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 13
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอ์		

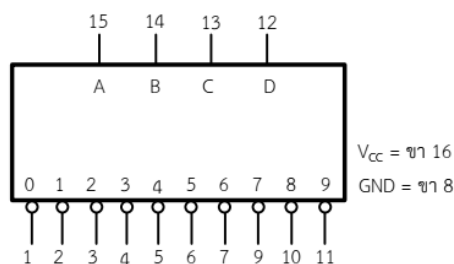
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอ์



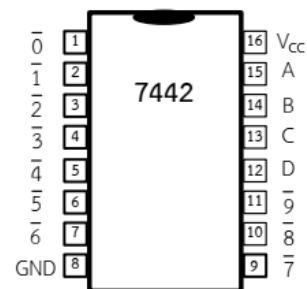
รูปที่ 1.19 วงจรลอจิกของวงจรถอดรหัสแบบ 3 อินพุต เป็น 8 เอาต์พุต ของไอซีวงจรรวม 74138

2.2.2 ไอซีวงจรรวม 7442 อุปกรณ์ถอดรหัสบีซีดีเป็นเลขฐานสิบ (BCD to Decimal Decoder)

ไอซีวงจรรวม 7442 มีอินพุตรับข้อมูลสำหรับรหัสบีซีดี 4 บิต (0000 ถึง 1111) และ 10 เอาต์พุตที่มีการทำงานที่ลอจิก LOW เท่ากับจำนวนของเลขฐานสิบ เมื่ออินพุตบีซีดีมีค่าเท่ากับเลขใดในเลขฐานสิบก็จะมี การส่งข้อมูลไปยังเอาต์พุตนั้นเพียงเอาต์พุตเดียวที่มีค่าลอจิกเป็น LOW เอาต์พุตที่เหลือจะมีค่าเป็น HIGH ตามการทำงาน ของตารางความจริงในรูปที่ 1.21 ส่วนในรูปที่ 1.20 (ก) แสดงสัญลักษณ์ลอจิก และ (ข) ตำแหน่งขาการต่อใช้งานที่ บรรจุอยู่ในตัวถังแบบพลาสติก (DIP) ชนิด 16 ขา และรูปที่ 1.22 แสดงวงจรภายในของไอซีวงจรรวม 7442



(ก) สัญลักษณ์ลอจิก



(ข) ตำแหน่งขาการต่อใช้งาน

รูปที่ 1.20 สัญลักษณ์ลอจิกและตำแหน่งขาการต่อใช้งานของไอซีวงจรรวม 7442



ใบเนื้อหา

หน้าที่ 14

ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004

หน่วยที่ 4

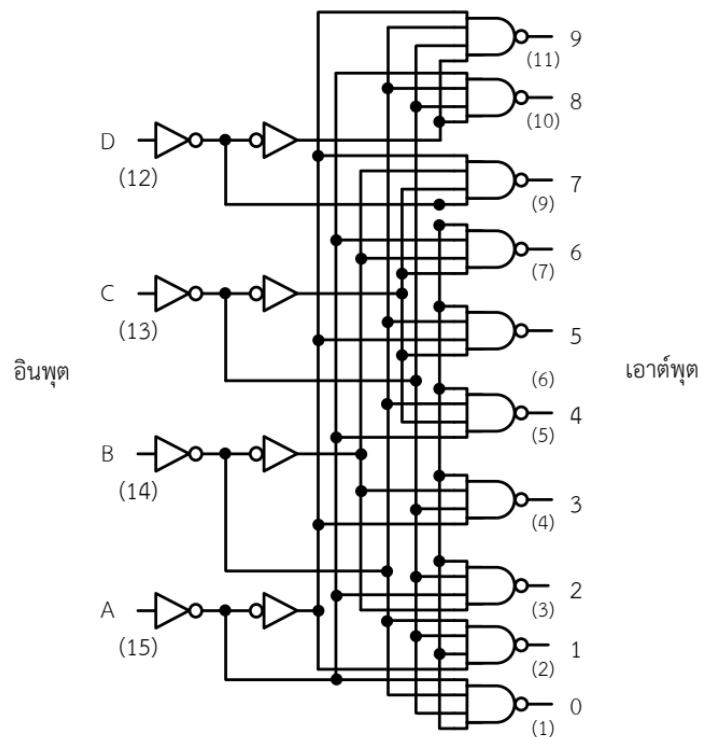
ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์


NO.	BCD INPUT				DECIMAL OUTPUT									
	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
1	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
2	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
3	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
4	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
5	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
6	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
7	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
8	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
9	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
INVALID	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

H = high level, L = low level

รูปที่ 1.21 รูปตารางความจริงของไอซีวงจรรวม 7442



รูปที่ 1.22 วงจรลอจิกของวงจรถอดรหัสบีซีดีเป็นเลขฐานสิบของไอซีวงจรรวม 7442

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 15	
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4	
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์			

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

3. วงจรคอมพาราเตอร์

การเปรียบเทียบข้อมูลเป็นการเปรียบเทียบขนาดของข้อมูลเลขฐานสอง 2 จำนวน ซึ่งในวงจรดิจิทัลเป็นการใช้งานอุปกรณ์ที่เรียกว่า คอมพาราเตอร์ (Comparator) โดยทั่วไปเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบในการเปรียบเทียบข้อมูลของข้อมูล A และข้อมูล B ซึ่งในแต่ละข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบของเลขฐานสองแบบปกติ หรือเป็นรหัสบิต วงจรคอมพาราเตอร์จะมีการเปรียบเทียบและตัดสินใจในการถอดรหัสขนาดของข้อมูลทั้งสองและให้ค่าเอาต์พุตที่นำไปใช้ได้ 3 กรณี คือ ข้อมูล A มากกว่าข้อมูล B หรือ ข้อมูล A น้อยกว่าข้อมูล B หรือ ข้อมูล A เท่ากับข้อมูล B

3.1 วงจรเปรียบเทียบขนาด 1 บิต

ในการเทียบข้อมูลทางดิจิทัลนั้นจะได้ผลของการเปรียบเทียบอยู่ 3 ลักษณะคือ มากกว่า น้อยกว่า และเท่ากับ โดยข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบนั้น ต้องมีอย่างน้อย 2 ชุดขึ้นไปโดยสามารถแสดงตารางการทำงานของวงจรเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 1.23

A

B

Comparator

A > B

A = B

A < B

Input		Output		
A	B	A>B	A=B	A<B
0	0	0	1	0
0	1	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0

บล็อกไดอะแกรม

ตารางการทำงาน


รูปที่ 1.23 หลักการทำงานของวงจรเปรียบเทียบ

จากตารางการทำงานสามารถเขียนเป็นสมการ และวงจรลอจิกเกตดังรูปที่ 1.24 ซึ่งจะเห็นว่าจะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชุด ขนาด 1 บิต และเอาต์พุตที่ได้จะมี 3 ลักษณะคือ A>B ,A=B และ A<B

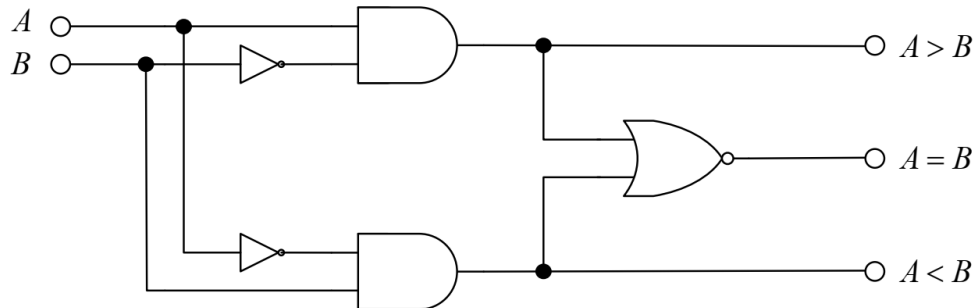
A>B สมการบูลีนคือ $A \cdot \overline{B}$

A=B สมการบูลีนคือ $(\overline{A} \cdot \overline{B}) + (A \cdot B)$

A<B สมการบูลีนคือ $\overline{A} \cdot B$

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 16
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์



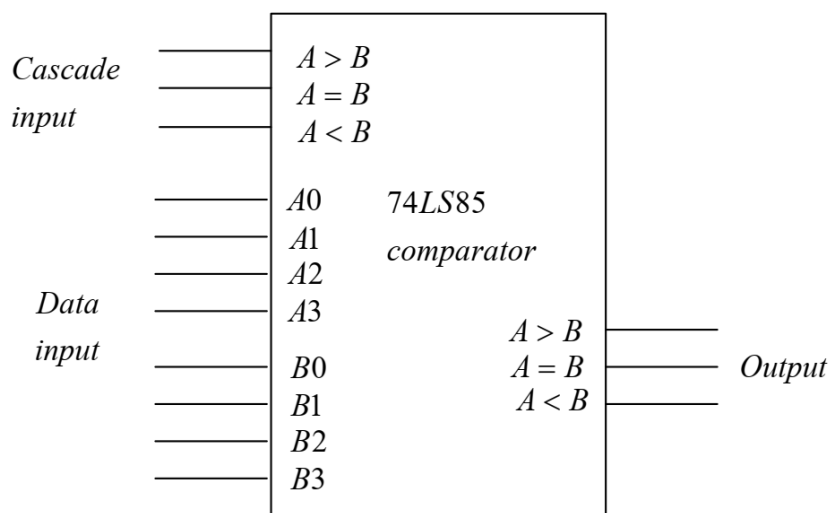
รูปที่ 1.24 วงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 1 บิต

3.2 วงจรเปรียบเทียบขนาด 4 บิต


ในการเปรียบเทียบสัญญาณขนาด 4 บิตนั้น เราสามารถใช้ไอซีวงจรรวม 7485 ในการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชุดขนาด 4 บิตได้เรียกตัวเปรียบเทียบขนาด 4 บิตว่า Magnitude Comparator ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

1. ส่วนอินพุต (Data input) รับข้อมูลเข้ามา 2 ชุด คือ A0-A3 และ B0-B3 Data input
2. ส่วนอินพุตควบคุมเรียกว่า (Cascading input) มีอินพุตคือ $A > B$, $A = B$ และ $A < B$
3. ส่วนเอาต์พุต (Output) มีเอาต์พุตคือ $A > B$, $A = B$ และ $A < B$

โครงสร้างของไอซีวงจรรวม 7485 แสดงในรูปที่ 1.25 มีตารางการทำงานในรูปตารางที่ 1.26



รูปที่ 1.25 โครงสร้างของไอซีเบอร์ 7485

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 17
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

Comparing Input				Cascading Input			Output		
A_3, B_3	A_2, B_2	A_1, B_1	A_0, B_0	$A > B$	$A < B$	$A = B$	$A > B$	$A < B$	$A = B$
$A_3 > B_3$	x	x	x	x	x	x	H	L	L
$A_3 < B_3$	x	x	x	x	x	x	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 > B_2$	x	x	x	x	x	H	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 < B_2$	x	x	x	x	x	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 > B_1$	x	x	x	x	H	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 < B_1$	x	x	x	x	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 > B_0$	x	x	x	H	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 < B_0$	x	x	x	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	H	L	L	H	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	L	H	L	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	L	L	H	L	L	H
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	X	X	H	L	L	H
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	H	H	L	L	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	L	L	L	H	H	L

รูปที่ 1.26 รูปตารางการทำงานของไอซีวงจรรวมเบอร์ 7485

4. การออกแบบวงจรนับแสดงผลบนอุปกรณ์ 7-Segment ร่วมกับไอซีถอดรหัส

4.1 การออกแบบวงจรนับแสดงผลบนอุปกรณ์ 7-Segment ร่วมกับไอซีถอดรหัส CD4511 ทำงานบนเว็บไซต์ www.tinkercad.com

บนเว็บไซต์ www.tinkercad.com ได้เตรียมอุปกรณ์ถอดรหัส BCD เป็นรหัส 7-segment คืออุปกรณ์ไอซีรวมเบอร์ CD40511 ซึ่งทำหน้าที่ในการถอดรหัส BCD จำนวน 4 บิตให้เป็นรหัส 7-segment ที่นำไปขับอุปกรณ์ 7-segment ชนิดคอมมอนคาโทดจำนวน 1 หลัก โดยมีรายละเอียดการทำงานของไอซี CD4511 ตามรูปที่ 1.28 รูปตารางความจริงแสดงการทำงานของไอซี CD4511



ใบเนื้อหา

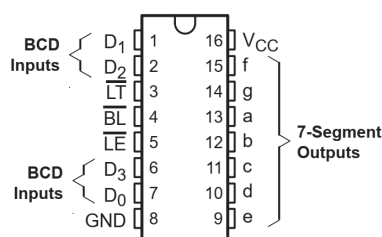
หน้าที่ 18

ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์



รูปที่ 1.27 แสดงหน้าที่และตำแหน่งขาใช้งานของไอซีรวม CD4511

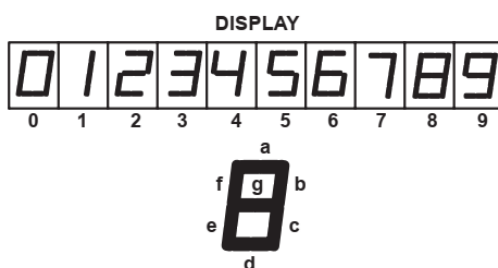
FUNCTION TABLE														
INPUTS							OUTPUTS							
\overline{LE}	\overline{BL}	\overline{LT}	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	a	b	c	d	e	f	g	DISPLAY
X	X	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	8
X	L	H	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
L	H	H	L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
L	H	H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	2
L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	H	L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	H	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	6
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	L	L	H	H	9
L	H	H	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	Blank
H	H	H	X	X	X	X	†	†	†	†	†	†	†	†

X = Don't care


† Depends on BCD code previously applied when $\overline{LE} = L$

NOTE: Display is blank for all illegal input codes (BCD > HLLH).

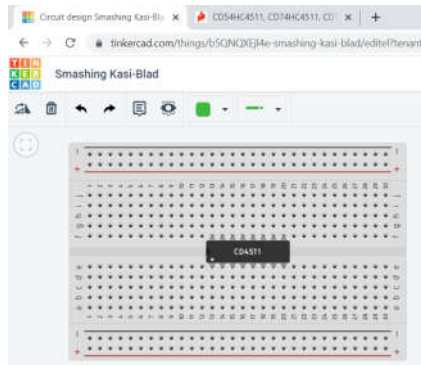
รูปที่ 1.28 รูปตารางความจริงแสดงการทำงานของไอซี CD4511



รูปที่ 1.29 รูปแสดงการแสดงผลของอุปกรณ์ 7-Segment ที่ขับด้วยไอซี CD4511

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 19
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		

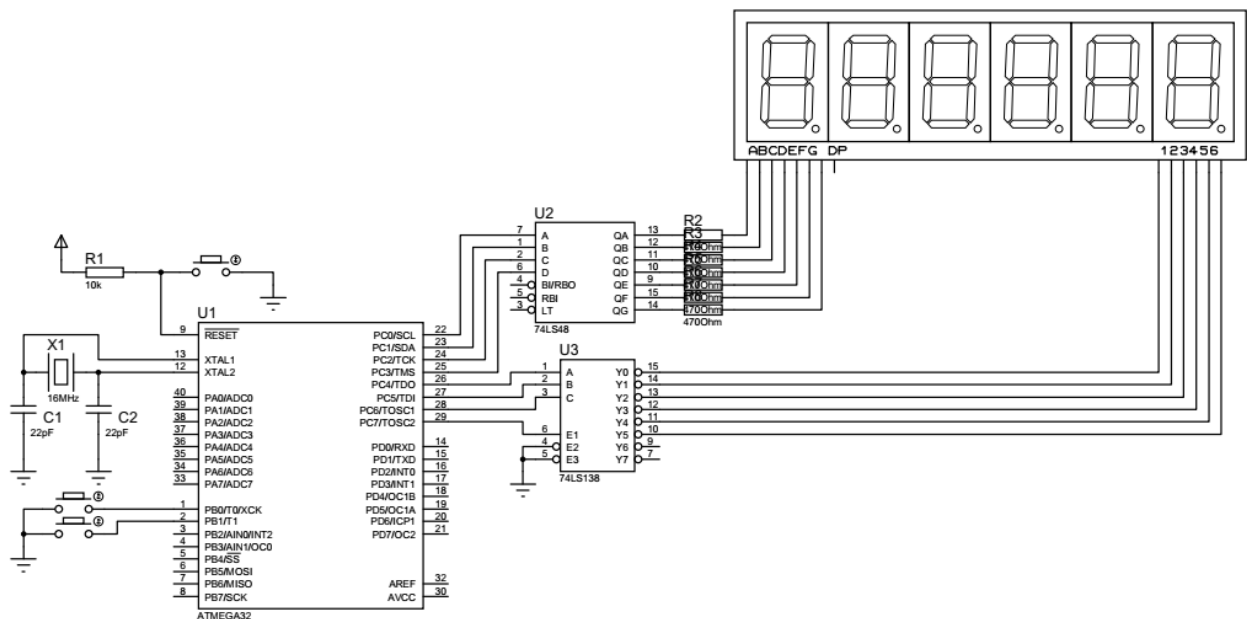
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์




รูปที่ 1.30 รูปแสดงอุปกรณ์ไอซี CD4511 บนเว็บไซต์ www.tinkercad.com

4.2 การออกแบบวงจรนับแสดงผลบนอุปกรณ์ 7-Segment ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับไอซี ถอดรหัส

ในการออกแบบวงจรแสดงผลบนอุปกรณ์ 7-Segment มากกว่า 1 หลัก เมื่อต้องการประหยัดพอร์ตในการควบคุมการทำงานของ 7-Segment จะต้องให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับไอซีถอดรหัส โดยในส่วนของ การแปลงสัญญาณ BCD to 7-Segment จะใช้งานไอซีวงจรรวมประเภท BCD-to-Seven segment decoder เบอร์ 7447 หรือ 7448 ขึ้นอยู่กับชนิดของ 7-Segment ส่วนการควบคุมในส่วนของเขา Common ของ 7-Segment ก็จะใช้ไอซีวงจรรวมประเภทถอดรหัส เช่น เบอร์ 7442 ,74138 หรือ 74145 เป็นต้น ซึ่งการควบคุมการแสดงผลแบบนี้ จะเรียกว่า การควบคุมการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ ดังรูปที่ 1.31




รูปที่ 1.31 วงจรแสดงผลบนอุปกรณ์ 7-Segment จำนวน 6 หลัก ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 ผ่านไอซีถอดรหัสเบอร์ 74LS48 และ 74LS138

	แบบฝึกหัด	หน้าที่ 1
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์	

ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- ให้อธิบายหน้าที่ของวงจรเข้ารหัส
.....
.....
.....
- ให้อธิบายหน้าที่ของวงจรถอดรหัส
.....
.....
.....
- วงจรเข้ารหัสมีความแตกต่างจากวงจรถอดรหัสอย่างไร
.....
.....
.....
- อุปกรณ์เข้ารหัสแบบมีการลำดับความสำคัญถ้ามีอินพุตมากกว่า 1 อินพุตถูกป้อนเข้ามาในวงจร อินพุตไหนจะถูกเข้ารหัส
.....
.....
.....
- ให้อธิบายหน้าที่ของวงจรคอมพาราเตอร์
.....
.....
.....
- ให้เขียนตารางความจริงสำหรับวงจรถอดรหัสปีซีดีเป็นเลขฐานสิบโดยเอาต์พุตมีการทำงานที่ลอจิก HIGH
.....
.....
.....
- อินพุต $E1$, $E2$ และ $E3$ ของไอซีวงจรรวม 74138 ต้องมีสถานะอย่างไรเพื่อให้เอาต์พุตของวงจรสามารถทำงานได้
.....
.....
.....

	แบบฝึกหัด	หน้าที่ 2
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์	
ชื่อเรื่อง วงจรเข้ารหัส ถอดรหัส และคอมพาราเตอร์		
<p>8. ไอซีวงจรรวมเบอร์ 7447 และ 7448 เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>9. ให้ออกแบบวงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต โดยใช้เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกตและนอร์เกตและเขียนค่าของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตทั้งหมดที่วงจร ด้วยค่าลอจิกซึ่งเกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบข้อมูล $A = 1101$ และ $B = 1101$</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>10. ให้ออกแบบวงจรแสดงผลบนอุปกรณ์ 7-Segment จำนวน 6 หลัก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F887 โดยใช้ขาสัญญาณควบคุมเพียง 1 พอร์ต</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		