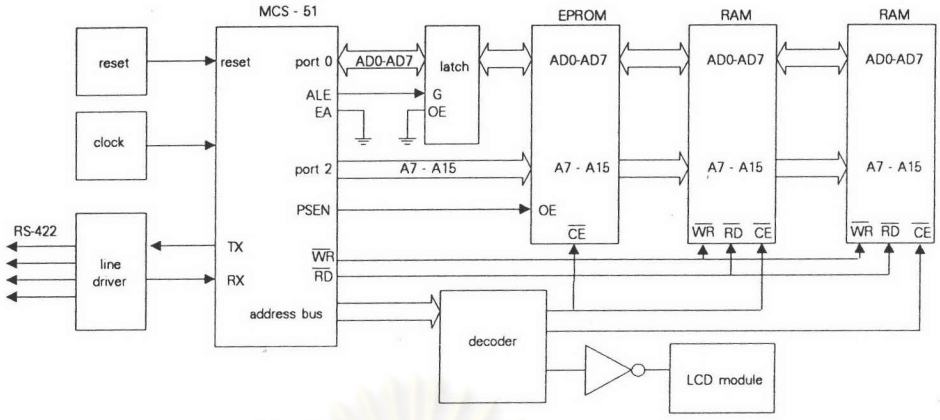
บทที่ 3

การออกแบบและสร้างวงจรระบบแสวงหาข้อมูล

3.1 วงจรควบคุมหลัก

วงจรควบคุมหลักมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบแสวงหาข้อมูลทั้งระบบไม่ว่าจะเป็นการอ่านค่าแอนะล็อกหรือดิจิทัลอินพุต การส่งค่าที่เป็นดิจิทัลเอาต์พุต การแสดงผลทางจอแสดงผลแบบ LCD การส่งค่าไปแสดงทางคอมพิวเตอร์ เป็นต้น หัวใจหลักของวงจรส่วนนี้คือไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งจะทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการอ่านข้อมูลอินพุตแบบแอนะล็อกและดิจิทัล การควบคุมเอาต์พุตแบบดิจิทัล การควบคุมการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ระบบอื่น การแสดงผลทางจอแสดงผล LCD เป็นต้น ในส่วนของวงจรควบคุมหลักของระบบแสวงหาข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบ ด้วยซีพียูที่ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานขนาด 32 กิโลไบต์ (EPROM) หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากการทำงานขนาด 56 กิโลไบต์ (RAM) วงจรถอดรหัสหน่วยความจำและตำแหน่งพอร์ต (Decoder) วงจรควบคุมจอแสดงผล LCD โดยส่วนประกอบของวงจรหลักนี้จะแสดงไว้ในรูปที่ 3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบหลักของระบบแสวงหาข้อมูล

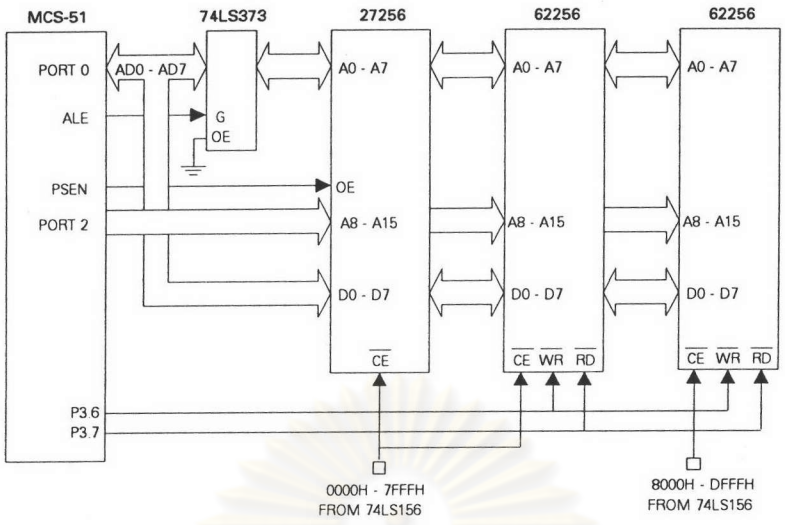
3.1.1 การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำ

ในส่วนของการเชื่อมต่อตัว MCS-51 กับหน่วยความจำภายนอกซึ่งทั้งที่เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล โดยใช้ไอซีเบอร์ 27256 ซึ่งเป็น EPROM ขนาด 32K x 8 ไบต์ เป็นตัวเก็บโปรแกรมและไอซีเบอร์ 62256 ซึ่งเป็น Static RAM ขนาด 32K x 8 ไบต์สองตัวเป็นตัวเก็บข้อมูล ทำให้ได้เนื้อที่ที่จะใช้เก็บข้อมูลทั่วไปมีขนาดถึง 56 กิโลไบต์ (สาเหตุที่ไม่สามารถอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลได้ไม่ครบ 64 กิโลไบต์เนื่องจากตำแหน่งที่ E000H - FFFFH ถูกใช้ในการอ้างตำแหน่งของพอร์ตต่างๆ)

ไอซี 74LS373 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่แลตช์ข้อมูลแอดเดรสไว้เพราะพอร์ต P0 ของ MCS-51จะเป็นมัลติเพล็กซ์ข้อมูลและแอดเดรส

การเข้าถึงโปรแกรมในหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจะทำได้ดังนี้

- การเข้าถึงหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม MCS-51 จะส่งสัญญาณสำหรับอ่าน (read strobe) คือสัญญาณ PSEN (Program Strobe Enable) ออกมา
- การเข้าถึงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล MCS-51 จะส่งสัญญาณ RD ออกมาเมื่อต้องการจะอ่านข้อมูล และส่งสัญญาณ WR เมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงบน RAM ลักษณะการต่อ MCS-51 กับหน่วยความจำทั้งสองชนิดแสดงไว้ในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การต่อ MCS-51 เข้ากับหน่วยความจำภายนอก

3.1.2 วงจรถอดรหัสหน่วยความจำและพอร์ต

การถอดรหัสหน่วยความจำในวงจรควบคุมหลัก จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำส่วนที่เป็นส่วนเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมด (EPROM) และหน่วยความจำส่วนที่เป็นที่สำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากการทำงาน (RAM) โดยในวงจรใช้ไอซีเบอร์ 74LS156 เป็นตัวถอดรหัส (Decoder) ในที่นี้หน่วยความจำส่วนที่เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจะถูกถอดรหัสที่ตำแหน่งเดียวกัน (ซีพียูจะส่งสัญญาณควบคุม PSEN ออกมาเมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และส่งสัญญาณ WR และ RD เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล) คือที่ตำแหน่ง 0000H - 7FFFH จะเป็นตำแหน่งสำหรับหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลตัวแรก ตำแหน่งตั้งแต่ 8000H - DFFFH จะเป็นตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลตัวที่สอง ตำแหน่งของหน่วยความจำแต่ละชนิดแสดงในตารางที่ 3.1

ชนิดของหน่วยความจำ	ตำแหน่ง
หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุม	0000H - 7FFFH
หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล ตัวที่ 1	0000H - 7FFFH
หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล ตัวที่ 2	8000H - DFFFH

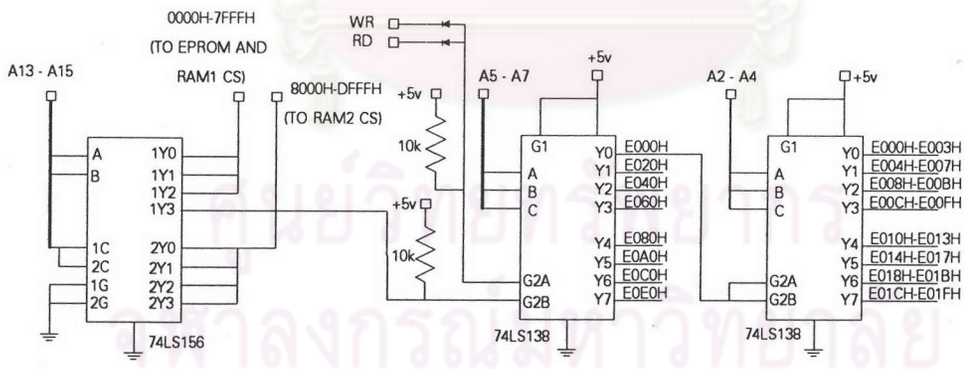
ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำชนิดต่างๆ

การถอดรหัสตำแหน่งพอร์ตจะใช้ขา 4 (1Y3) ของไอซี 74LS156 (ตำแหน่ง E000H) ต่อเข้าที่ขา 5 (G2B) ของไอซี 74LS138 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวถอดรหัสที่ใช้ถอดรหัสตำแหน่งของพอร์ต โดยที่ขา 4 (G2A) ของไอซีเบอร์ 74LS138 จะต่อมาจากขา RD และ WR ของ MCS-51 ที่ผ่านออเกท (ใช้ไดโอด 1N4148 สองตัวต่อเป็นวงจรออเกทแทน) เพื่อใช้เป็นสัญญาณกำหนดให้ 74LS138 ทำงาน แอดเดรสของพอร์ตที่ไอซี 74LS138 ตัวแรกถอดรหัสได้จะมีตำแหน่ง E000H - E0FFH นอกจากนี้เพื่อเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกที่อาจมีเพิ่มเติมในอนาคต ตำแหน่ง E000H จะถูกแบ่งออกเป็นตำแหน่งย่อยๆ โดยต่อเข้ายังไอซี 74LS138 (ขา G2A, G2B) อีกตัวเพื่อเป็นการถอดรหัสตำแหน่งอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งทำให้ได้แอดเดรสใช้งานของพอร์ตระหว่างตำแหน่ง E000H - E01FH ออกเป็นตำแหน่งย่อยได้อีก แอดเดรสของพอร์ตที่ได้จากวงจรถอดรหัสและพอร์ตที่ใช้งานแสดงในตารางที่ 3.2 ส่วนวงจรถอดรหัสหน่วยความจำและพอร์ตแสดงในรูปที่ 3.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

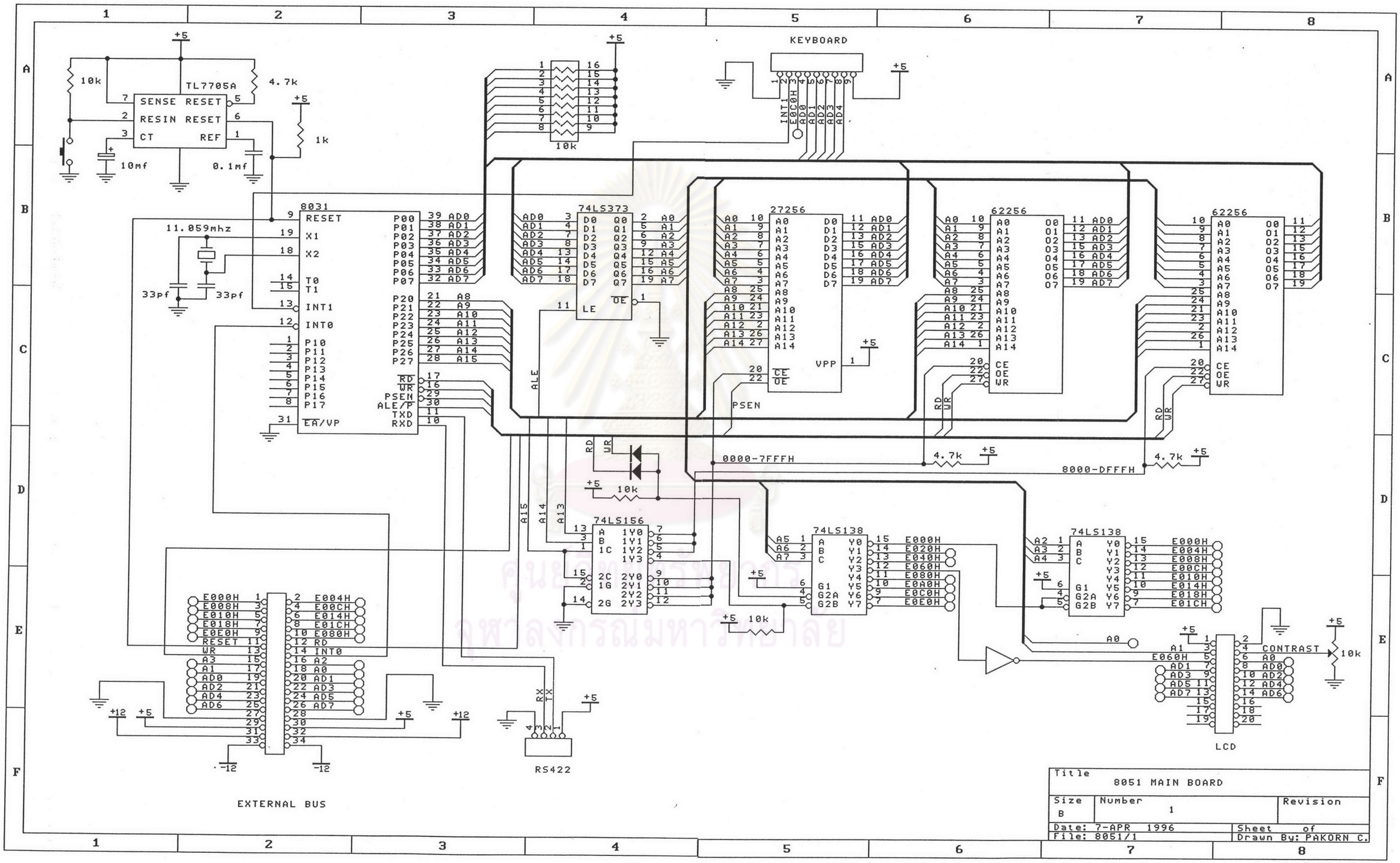
ตำแหน่งแอดเดรส	พอร์ตที่ใช้งาน
E000H - E003H	8255
E004H - E007H	8255
E008H - E008H	8255
E00CH - E00FH	8255
E010H - E013H	ANALOG INPUT CARD
E014H - E017H	NOT USED
E018H - E01BH	NOT USED
E01CH - E01FH	NOT USED
E020H - E03FH	NOT USED
E040H - E05FH	NOT USED
E060H - E07FH	LCD MODULE
E080H - E09FH	KEY BOARD
E0A0H - E0BFH	NOT USED
E0C0H - E0DFH	NOT USED
E0E0H - E0FFH	REAL TIME CLOCK

ตารางที่ 3.2 แอดเดรสของพอร์ตที่ได้จากวงจรถอดรหัส



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรถอดรหัสที่ใช้งาน

วงจรสมบูรณ์ของวงจรควบคุมหลักแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรสมบูรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของระบบ

3.1.3 วงจรแสดงผลทางจอแสดงผล LCD

สำหรับจอแสดงผล LCD ในการวิจัยครั้งนี้คือ เบอร์ 16416H ซึ่งเป็นจอแสดงผล LCD ที่มีการแสดงผลแบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด โดยมี HD44780 เป็นคอนโทรลเลอร์ แต่ก็สามารถดัดแปลงให้ใช้กับโมดูล LCD เบอร์อื่นได้ แต่ต้องเป็นคอนโทรลเลอร์ที่มีเบอร์หรือลักษณะเดียวกัน คำสั่งในการควบคุมการทำงานก็จะเหมือนกัน อาจต่างกันตรงที่ตำแหน่งของตัวอักษรเท่านั้น ส่วนการต่อวงจรตำแหน่งขาของ LCD และสัญญาณในการควบคุมจะเหมือนกันทุกประการ

หน้าที่และตำแหน่งขาของโมดูล LCD

ขาที่	ชื่อ	หน้าที่
1	VSS	กราวด์
2	VDD	ไฟเลี้ยงวงจร หรือ +5V
3	VO	อินพุตสำหรับป้อนแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล
4	RS	เป็นขาที่ใช้เลือกระหว่างรีจิสเตอร์คำสั่ง (instruction register) กับรีจิสเตอร์ข้อมูล
		(data register) คือถ้า RS = '1' เป็นการเลือกข้อมูล และ RS = '0' เลือกคำสั่ง
5	R/W	เป็นการเลือกว่าจะเขียนหรืออ่านข้อมูลกับ LCD ถ้า R/W = '1' จะเป็นการอ่าน
		และถ้า R/W = '0' จะเป็นการเขียน
6	E	เป็นตัวกำหนดสภาพการอ่าน หรือเขียนข้อมูลว่าจะใช้ร่วมกับขา RS และ R/W ด้วย
7 - 14	DB0 - DB7	เป็นขาที่ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่าง LCD กับ CPU

ตารางที่ 3.3 แสดงหน้าที่และตำแหน่งขาของจอแสดงผล LCD เบอร์ 16416H

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง R / W , E และ RS แสดงในตารางที่ 3.4

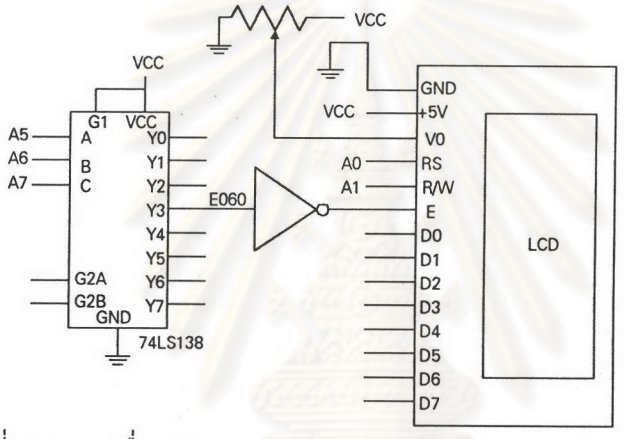
RS	R/W	E	การทำงาน
0	0		เขียนคำสั่ง
0	1		อ่านสถานะของ LCD
1	0		เขียนข้อมูล
1	1		อ่านข้อมูล

ตารางที่ 3.4 ความสัมพันธ์ของ R / W , RS และ E ที่ใช้ในการควบคุมจอแสดงผล LCD

การเชื่อมต่อจอแสดงผล LCD เราสามารถต่อจอแสดงผล LCD เข้ากับระบบบัสของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรงดังในรูปที่ 3.5โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะมองว่าจอ LCD นั้นเป็นพอร์ตหนึ่งของระบบ การเรียกใช้งานก็สามารถเรียกใช้งานได้เหมือนพอร์ตทั่วไปโดยใช้ขา CS ของไอซี 74LS138 ผ่านไอซี 74LS04 เป็นสัญญาณขา E ใช้ขา A0 และ A1ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นขาสัญญาณ RS และ R/W ตามลำดับ

ส่วนการควบคุมความสว่างของจอ LCD นั้นจะใช้ค่าความต้านทานปรับค่าได้ต่อกับขา V0 กับแหล่งจ่ายไฟ การควบคุมความสว่างของจอ LCD จะทำได้โดยการปรับค่าของความต้านทาน เพื่อควบคุมแรงดันไฟที่ต่อกับขา V0

วงจรการเชื่อมต่อจอแสดงผล LCD เข้ากับระบบแสดงรวมอยู่ในวงจรหลักในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อจอแสดงผล LCD เข้ากับวงจรควบคุม

3.2 วงจรรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ภายนอก

วงจรการสื่อสารข้อมูลแบบ RS-422

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีพอร์ตสำหรับสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องต่อชิปที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลโดยเฉพาะเพิ่มแต่อย่างใด การนำ MCS-51 ไปใช้งานที่ต้องมีการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับวงจรภายนอกอื่นๆจึงทำได้สะดวกและมีความคล่องตัวสูงมาก

พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่มีใน MCS-51 สามารถทำงานได้แบบ full duplex ซึ่งหมายความว่า MCS-51 สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมกัน โดยในการรับข้อมูลจะมีการบัฟเฟอร์ข้อมูลให้ด้วย

อย่างไรก็ตาม MCS-51 จะสามารถรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรมที่อยู่ในรูปของสัญญาณ TTL คือจะมีสถานะเป็นตรรกะ "high" หรือ "low" เท่านั้น ในกรณีที่ใช้พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเพื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก (ตามมาตราฐาน RS-232 หรือ RS-422) จำเป็นต้องมีวงจรช่วยยกระดับแรงดัน ทั้งนี้เพราะการติดต่อสื่อสารกับวงจรภายนอกข้อมูลที่ส่งออกไปจะต้องอยู่ในรูปของระดับของแรงดันไฟฟ้า

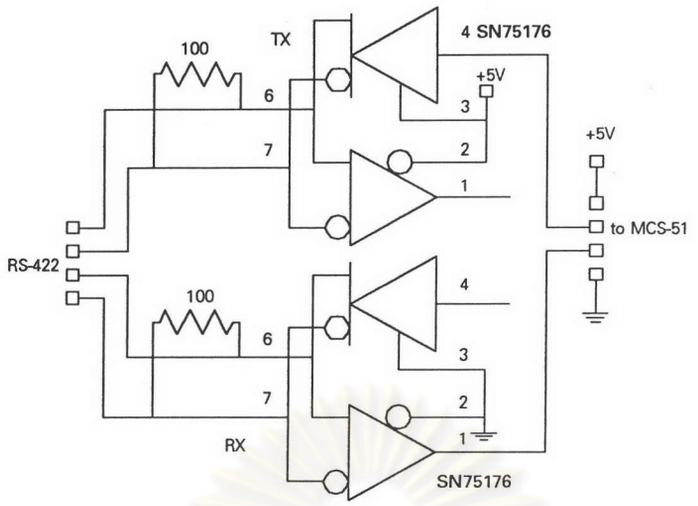
สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตราฐาน RS-422 นั้น สามารถแบ่งวงจรออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ต่ออยู่กับพอร์ตสื่อสารของ MCS-51 กับส่วนที่ต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน

- ส่วนที่ต่ออยู่กับพอร์ตสื่อสารของ MCS-51 ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลที่ส่งจาก MCS-51 ซึ่งเป็นสัญญาณ TTL ให้เป็นระดับของแรงดันไฟฟ้าตามมาตราฐาน RS-422 เพื่อส่งผ่านสายสื่อสารไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ และยังทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสายสื่อสารให้เป็นระดับสัญญาณ TTL ให้กับพอร์ตของ MCS-51 ด้วย ส่วนประกอบที่สำคัญในส่วนนี้ได้แก่ชิปไอซีเบอร์ SN75176 ซึ่งเป็นไอซีที่ออกแบบมาสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบสองทางและมีการส่งข้อมูลแบบสมดุลย์ (balance)

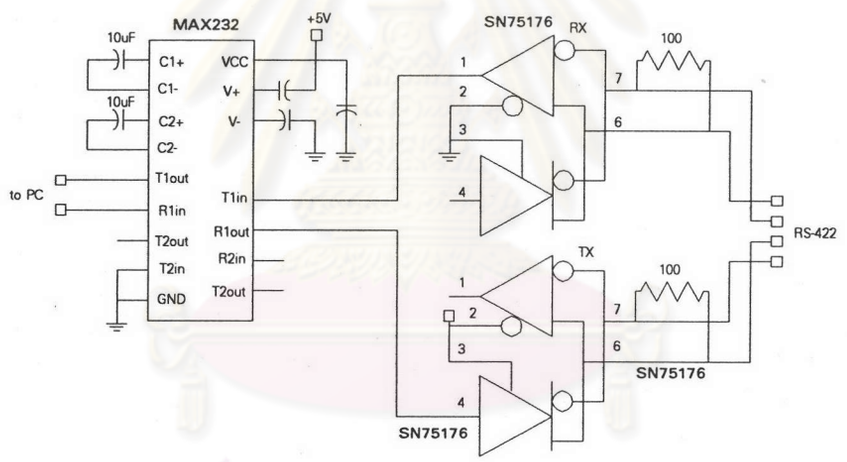
- ส่วนที่ต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสายสื่อสารให้เป็นสัญญาณตามมาตราฐาน RS-232 ส่วนสำคัญของวงจรในส่วนนี้นอกจากจะมีชิปไอซีเบอร์ SN75176 ที่ใช้แปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสายสื่อสารให้เป็นระดับสัญญาณ TTL แล้วยังต้องมีชิปไอซีเบอร์ MAX232 เพื่อใช้ในการเปลงระบสัญญาณ TTL ให้เป็นระดับของสัญญาณตามมาตราฐานของ RS232 อีกด้วย

วงจรของส่วนที่ต่ออยู่กับพอร์ตสื่อสารของ MCS-51 และส่วนที่ต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์แสดงไว้ในรูปที่ 3.6 และ 3.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



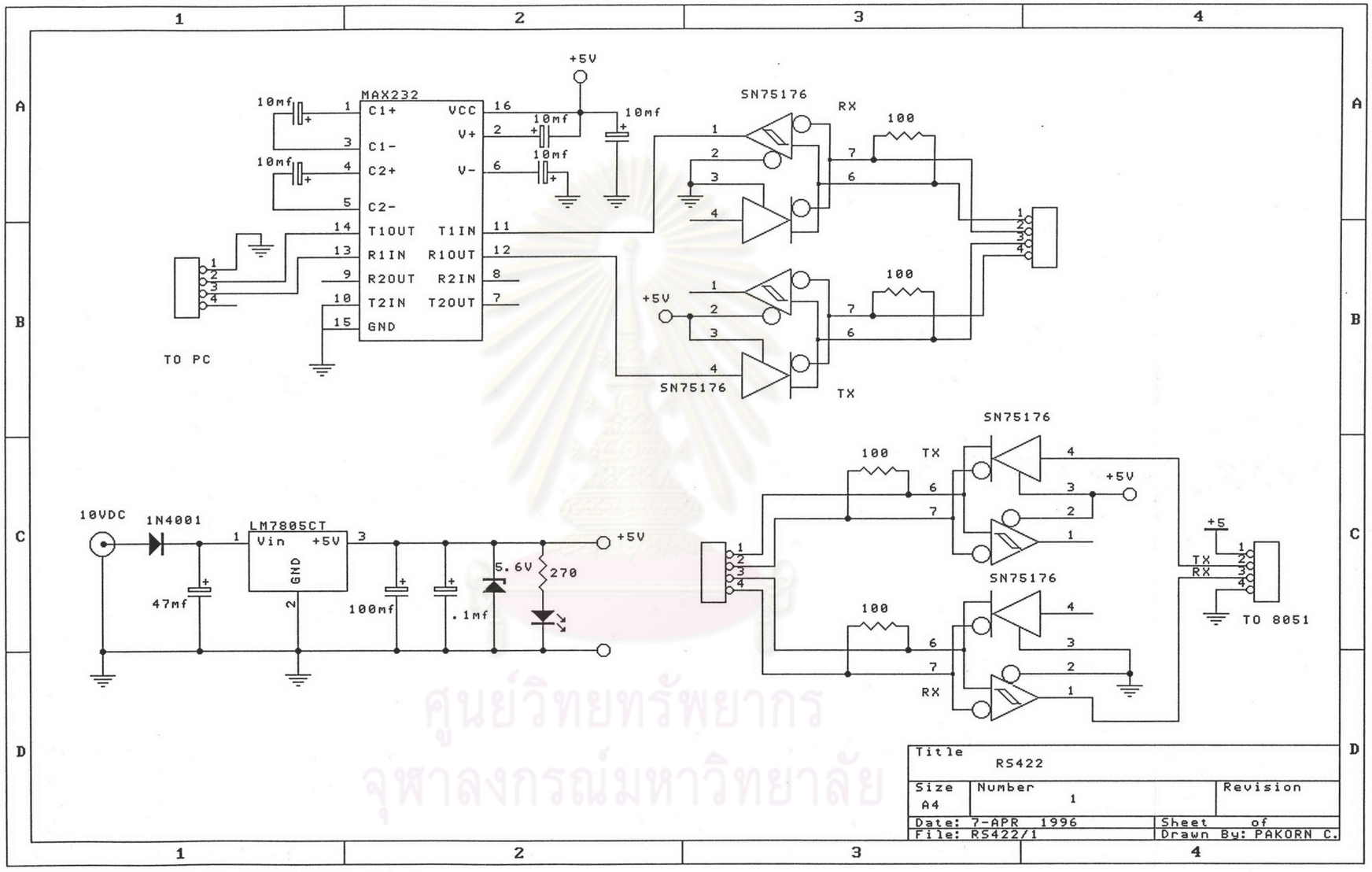
รูปที่ 3.6 วงจรที่ใช้ชิปไอซีเบอร์ SN75176 ในการแปลงระดับสัญญาณ TTL ให้เป็นระดับของแรงดันไฟฟ้าตามมาตราฐาน RS-422



รูปที่ 3.7 วงจรแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าตามมาตราฐาน RS-422 ให้เป็นระดับสัญญาณตามมาตราฐาน RS-232

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วงจรสมบูรณ์ของวงจรควบคุมการสื่อสารข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ภายนอกแสดงในรูปที่ 3.8

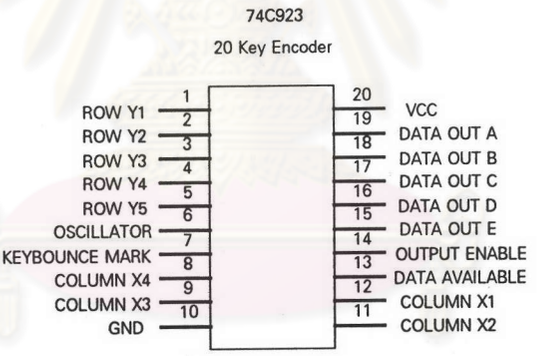


รูปที่ 3.8 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมการสื่อสารข้อมูลกับคอมพิวเตอร์

3.3 การเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ด

ในการวิจัยครั้งนี้ การส่งข้อมูลและการควบคุมการทำงานของระบบแสวงหาข้อมูลจะต้องอาศัยสัญญาณควบคุมที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งหมายความว่า ระบบแสวงหาข้อมูลจะต้องเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ที่เป็นตัวควบคุมตลอดเวลา (ทำงานในลักษณะ online) อย่างไรก็ตาม ในการทำงานบางลักษณะ ผู้ใช้อาจต้องการควบคุมการทำงานหรืออ่านข้อมูลจากระบบแสวงหาข้อมูลในลักษณะที่เป็นแบบ off line (ระบบแสวงหาข้อมูลไม่ได้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ที่เป็นตัวควบคุมการทำงาน) ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้ เมื่อผู้ใช้ต้องการควบคุมหรืออ่านข้อมูลสามารถที่จะทำได้จากคีย์บอร์ดที่เชื่อมต่ออยู่กับวงจรควบคุมการทำงานหลัก

ในการวิจัยครั้งนี้ คีย์บอร์ดที่ใช้จะมีลักษณะโครงสร้างและการทำงานแบบเมตริกซ์ โดยการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดเข้ากับวงจรควบคุมหลัก จะใช้หลักการของการขัดจังหวะการทำงานโดยต่อขาที่กำเนิดสัญญาณขัดจังหวะของชิปไอซี 74C923 ที่ทำหน้าที่รหัสของคีย์บอร์ดขนาด 20 คีย์ (ขา DA) เข้ากับขา INT1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อมีการกดคีย์จะเกิดสัญญาณขัดจังหวะเกิดขึ้น และไมโครคอนโทรลเลอร์จะข้ามไปทำงานที่โปรแกรมบริการการเกิดการขัดจังหวะที่เหมาะสมต่อไป



รูปที่ 3.9 แสดงการจัดขาของ 74C923

ข้อดีของการใช้ 74C923 มีหลายอย่างดังนี้

- สามารถเข้ารหัสของการกดคีย์!เป็นตัวเลขฐานสอง 5 บิตโดยอัตโนมัติ ส่วนที่ต่อกับคีย์บอร์ดจะมี 5 อินพุต คือ Y1 - Y5 และ 4 เอาต์พุตคือ X1 - X4 และจะได้ข้อมูลรหัสออกมา 5 เอาต์พุต คือ A, B, C, D และ E

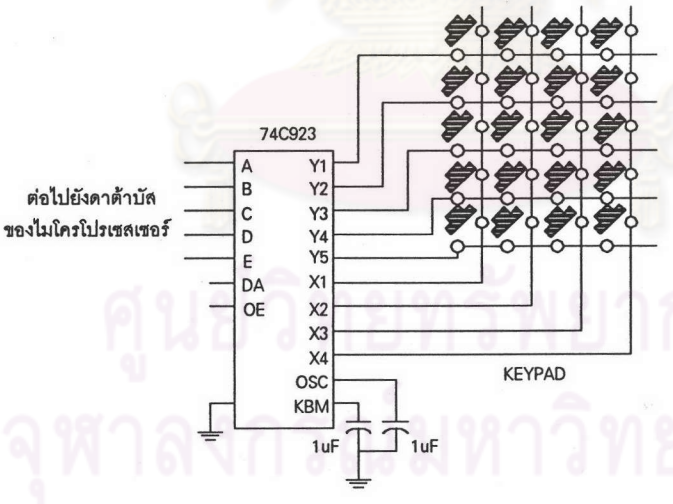
- เมื่อคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกด ที่ ขา DA (Data Available) มีสถานะเป็น “high” ซึ่งสามารถใช้เป็นสัญญาณสำหรับขัดจังหวะไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อบอกว่ามีการกดคีย์

- มีวงจรแลตช์เพื่อเก็บค่าของคีย์ที่ถูกกดไว้ หลังจากที่ปล่อยนิ้วจากคีย์เพื่อป้องกันการอ่านค่าผิดพลาดในขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์กำลังทำงานอื่นอยู่

- การเชื่อมต่อขา OE (Output Enable) กับบัสของไมโครคอลโทรลเลอร์ทำได้ง่าย เมื่อขา OE มีสถานะเป็น “high” ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสามารถอ่านข้อมูลเอาต์พุตได้ทางขา A, B, C และ D

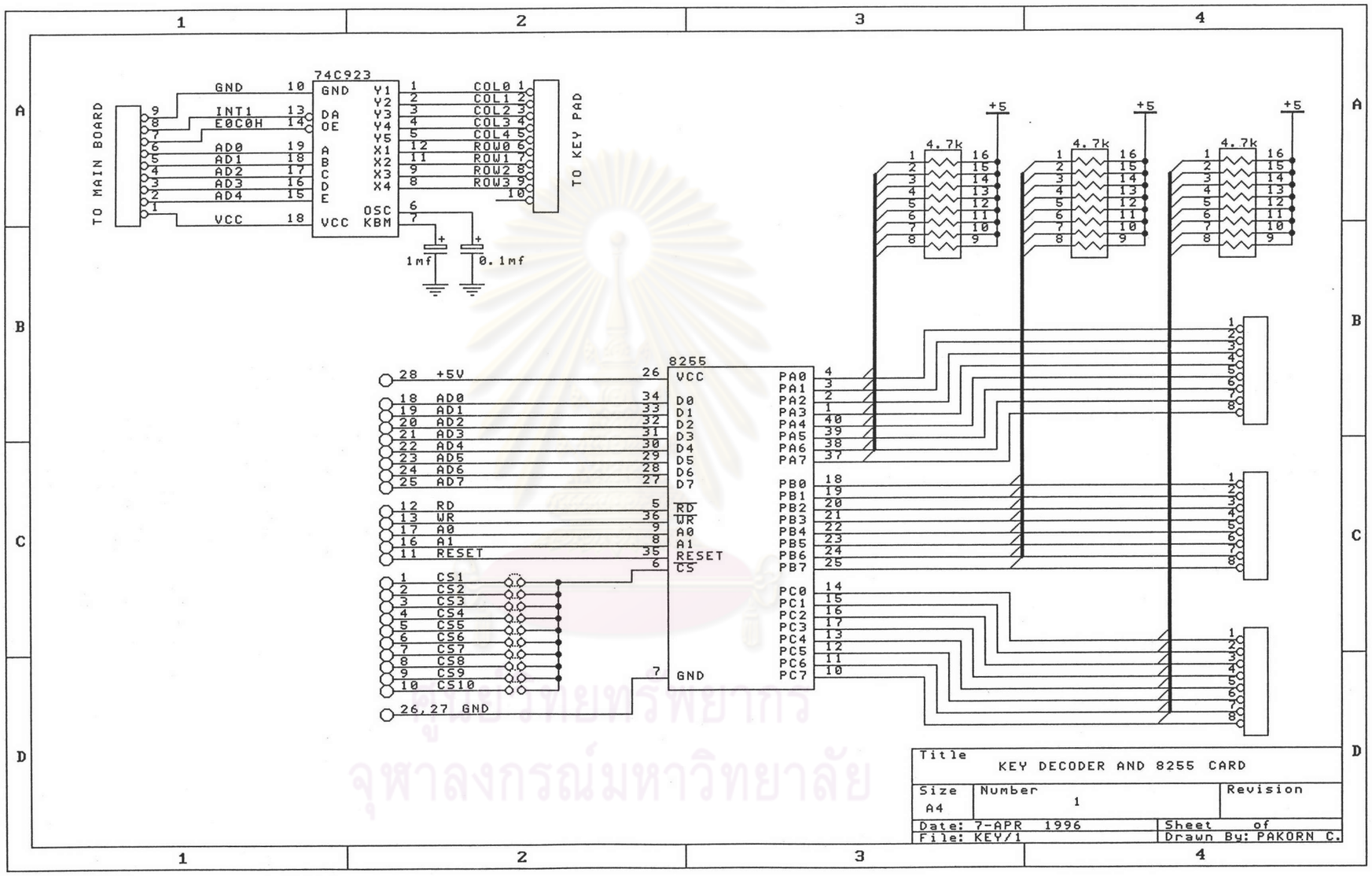
- การแก้เบาวซ์ของคีย์บอร์ดหรือเรียกว่า ดีเบาวซ์ (debounce) ทำได้โดยใช้ตัวเก็บประจุเพียงตัวเดียว ปกติเมื่อมีการกดคีย์ หน้าสัมผัสของคีย์บอร์ดจะเปิดและปิดอย่างรวดเร็วหลายๆ ครั้งก่อนที่จะปิดสนิท และเหตุการณ์นี้จะเกิดอีกครั้งเมื่อปล่อยคีย์

การดีเบาวซ์สามารถทำได้ทั้งทางฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การแก้ดีเบาวซ์ทางฮาร์ดแวร์ทำได้ง่ายๆโดยต่อตัวเก็บประจุค่า 1 ไมโครฟารัด ที่ขา KBM (Key Bounce Mask) ทำให้ 74C923 ไม่สนใจการกดคีย์ในช่วง 10 มิลลิวินาทีแรก แต่หลังจากนั้นจะแลตช์ข้อมูลและทำให้ DA มีค่าเป็น “high” ในลักษณะที่คล้ายกันหลังจากที่ปล่อยคีย์ การดีเบาวซ์จะหน่วงเวลาก่อนที่จะตรวจสอบการกดคีย์ครั้งต่อไป ช่วงเวลาการดีเบาวซ์สามารถปรับได้ตามค่าของตัวเก็บประจุ การต่อคีย์บอร์ดเข้ากับ 74C923 แสดงไว้ในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การต่อคีย์บอร์ดเข้ากับ 74C923

วงจรสมบูรณ์ของวงจรควบคุมการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดเข้ากับระบบแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดเข้ากับระบบ และวงจรอินพุต / เอาต์พุต
แบบดิจิทัลโดยใช้ชิปไอซี 8255 ควบคุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 วงจรอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิทัล

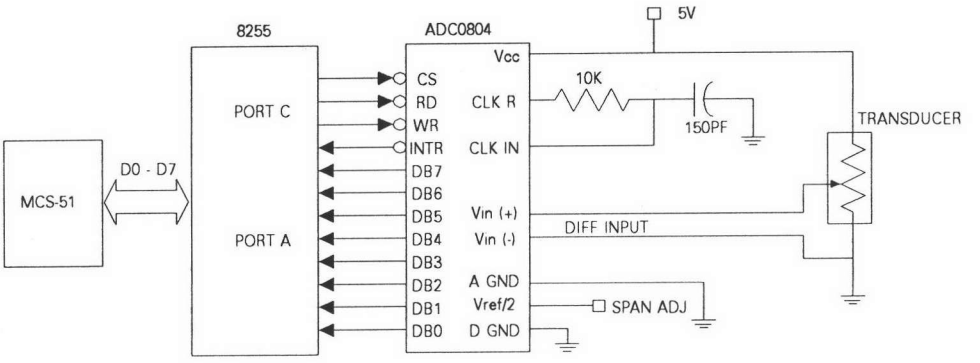
ในส่วนของวงจรอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิทัลจะใช้ไอซี 8255 เป็นตัวควบคุม โดย 8255 ตัวหนึ่งๆ จะมีพอร์ตใช้งาน 3 พอร์ตได้แก่ port A, port B และ port C แต่ละพอร์ตสามารถกำหนดให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ตได้โดยอิสระ การที่จะกำหนดว่าจะให้ทำงานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตจะใช้การส่งค่าควบคุม (control code) จากไมโครคอนโทรลเลอร์มายังพอร์ตควบคุมของ 8255 เช่น ถ้าต้องการใช้ port A, port B และ port C ทำงานเป็นอินพุตพอร์ต จะส่งค่า 9BH มาที่พอร์ตควบคุมของ 8255 หรือถ้าต้องการให้ทุกพอร์ต ทำงานเป็นเอาต์พุตก็ส่งค่า 80H มาที่พอร์ตควบคุม เป็นต้น

วงจรอินพุต / เอาต์พุตแบบดิจิทัลที่ใช้ชิปไอซี 8255 ควบคุมแสดงในรูปที่ 3.11

3.5 วงจรอินพุตแบบแอนะล็อก

ภาคอินพุตแบบแอนะล็อกนี้ใช้ไอซี ADC (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณทางดิจิตอล คือ ADC0804 (ADC ขนาด 8 บิต) ซึ่งไอซี ADC นี้สามารถรับสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อกได้โดยตรงสูงถึง +5V หรือหากต้องการให้รับค่าอินพุตได้สูงกว่า +5V แล้วก็สามารถทำได้ โดยการเพิ่มวงจรขยายย่านวัดเข้าไปทางภาคหน้าของวงจรนี้ได้

เนื่องจากการใช้งานวงจร ADC ในการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล เพื่อความถูกต้องของการอ่านค่าและแปลงข้อมูล จึงควรนำวงจร ADC ไปอ่านค่าจะตัว Sensor โดยตรง จึงจำเป็นต้องแยกวงจร ADC ออกจากวงจรควบคุม ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ การควบคุมการทำงานของวงจร ADC ไม่ว่าจะเป็นการส่งสัญญาณ chip select , สัญญาณเริ่มต้นแปลงค่า (start conversion) , การรับสัญญาณสิ้นสุดการแปลงค่า (EOC) , การส่งสัญญาณอ่านค่าจากชิป ADC และการรับข้อมูลดิจิทัลจากชิป ADC จะทำโดยผ่านชิปไอซี 8255 เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการข้อมูลจึงจะไปอ่านจาก 8255 อีกที วงจรพื้นฐานในการนำไอซี ADC0804 ไปใช้งานแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 วงจรพื้นฐานในการนำไอซี ADC0804 ไปใช้งาน

การทำงานของวงจร ADC

ไอซี ADC0804 จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณทางดิจิตอลโดยใช้หลักการสุ่มรับสัญญาณแอนะล็อกทางอินพุต (SAMPLING) แล้วนำขนาดของสัญญาณแอนะล็อกนั้นมาเปรียบเทียบกับค่าแรงดันอ้างอิง ของวงจรแล้วจึงเปลี่ยนเป็นค่าข้อมูลแบบดิจิทัลซึ่งความเร็วในการสุ่มขนาดสัญญาณ (SAMPLING RATE) สามารถกำหนดได้จากความถี่ของสัญญาณนาฬิกาของวงจร ซึ่งค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกานี้สามารถกำหนดได้โดยค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุที่ต่ออยู่ระหว่างขา CLK R และ CLK IN โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้ คือ

$$f = 1 / (1.1 RC)$$

เมื่อ f คือ ค่าความถี่ของการสุ่มขนาดของสัญญาณของไอซี ADC

R คือ ค่าของตัวต้านทานที่ต่ออยู่ระหว่างขา CLK R และ CLK IN

C คือ ค่าความจุของตัวเก็บประจุที่ต่ออยู่ระหว่างขา CLK R และ CLK IN

ความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตของไอซี ADC

ไอซี ADC จะใช้การเปรียบเทียบขนาดของสัญญาณอินพุต กับแรงดันอ้างอิงของวงจรแล้วจึงเปลี่ยนเป็นค่าแบบดิจิทัล ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้คือ

- ถ้าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตเท่ากับขนาดของแรงดันอ้างอิงจะได้ค่าดิจิทัลมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งค่าดิจิทัลสูงสุด
- ถ้าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตมีค่าเป็น 2 เท่าของแรงดันอ้างอิงจะได้ค่าดิจิทัลมีค่าสูงสุด

ซึ่งขนาดของสัญญาณอินพุตของวงจรถูกกำหนดโดยค่าต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. แรงดันอ้างอิงของวงจร (Voltage Reference หรือ Vref/2)

แรงดันอ้างอิงของวงจรนี้เป็นจุดอ้างอิงของวงจร ซึ่งเป็นตัวกำหนดความเที่ยงตรงในการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งวงจรต้องการแรงดันอ้างอิงที่มีความเที่ยงตรงสูง เพราะถ้าแรงดันอ้างอิงของวงจรไม่มีความเที่ยงตรง การทำงานของวงจรก็จะเปลี่ยนแปลงตามด้วย นั่นก็คือจะส่งผลให้ค่าของข้อมูลดิจิทัลที่ได้ก็มีค่าไม่แน่นอนตามไปด้วย ถึงแม้ว่าสัญญาณอินพุตจะมีค่าคงที่ก็ตาม นอกจากนี้แรงดันอ้างอิงของวงจรนี้ยังเป็นตัวกำหนดค่าสูงสุดของสัญญาณอินพุตบวกของวงจร โดยค่าสัญญาณอินพุตบวกของวงจรจะมีค่าประมาณ 2 เท่าของแรงดันอ้างอิงในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ไอซี LM336 เป็นตัวควบคุมแรงดันอ้างอิง ให้มีค่า 2.5V ซึ่งเป็นค่าแรงดันอ้างอิงที่ทำให้ไอซี ADC รับสัญญาณอินพุตได้สูงสุด +5V

2. สัญญาณอินพุตลบ (Voltage Input - หรือ VI-)

แรงดันอินพุตลบนี้ เป็นตัวกำหนดค่าอินพุตด้านต่ำของวงจรนั่นเองโดย สัญญาณอินพุตลบนี้จะต้องมีค่าไม่เกินแรงดันอ้างอิงสูงสุดของวงจร คือ 2.5V

3. สัญญาณอินพุตบวก (Voltage Input+ หรือ VI+)

แรงดันอินพุตบวกนี้ ก็คือค่าแรงดันอินพุตของวงจรที่ต้องการแปลงค่าซึ่งต้องกำหนดให้มีค่าสูงสุดไม่เกินกว่าค่าที่วงจร ADC จะรับได้และต้องเป็นค่าแรงดันที่มีค่าบวกด้วยเนื่องจากไอซี ADC ไม่

สามารถรับสัญญาณอินพุตที่มีค่าเป็นลบได้ สัญญาณอินพุตบวกนี้จะมีค่าสูงสุดประมาณ 2 เท่าของแรงดันอ้างอิงโดยมีจุดเริ่มต้นที่สัญญาณอินพุตลบของวงจรและค่าสูงสุดของสัญญาณอินพุตบวกนี้ต้องมีค่าต่ำกว่า +5V เสมอ

ตัวอย่าง ถ้าใช้ไอซี ADC (ADC0804) แล้วให้แรงดันอ้างอิงของวงจร (Vref/2) มีค่าเป็น 2.5V ให้แรงดันอินพุตลบของวงจร (VI-) มีค่าเป็น 0V จะได้ว่า

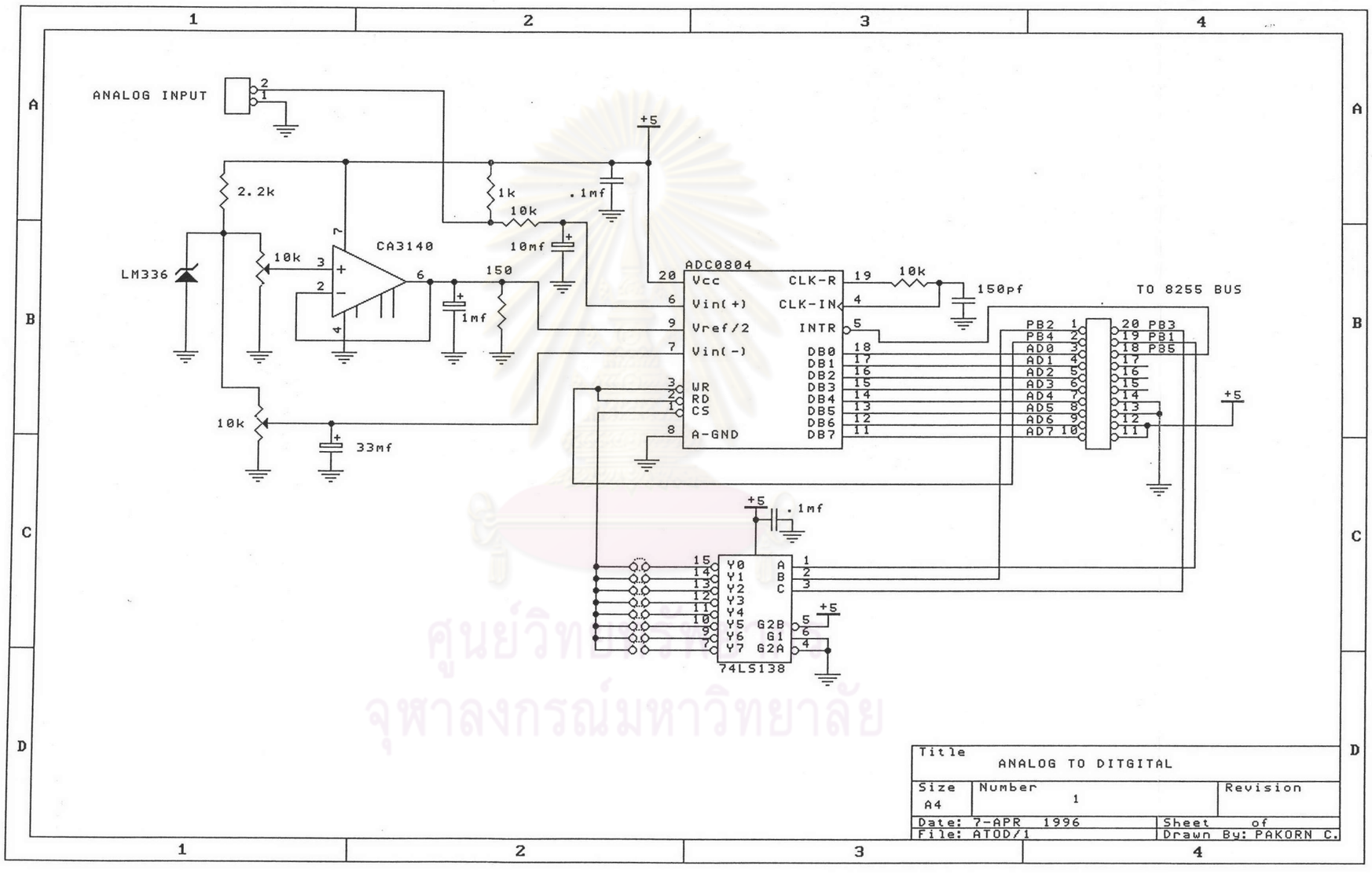
- แรงดันอินพุตบวกของวงจร (VI+) ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0V - 5V
- ถ้าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตมีค่าเป็น 0V จะได้ค่าเอาต์พุตเป็น 00H
- ถ้าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตมีค่าเป็น 2.5V จะได้ของเอาต์พุตเป็น 7FH
- ถ้าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตมีค่าเป็น 5V จะได้เอาต์พุตเป็น FFH

หรือ ถ้าใช้ไอซี ADC (ADC0804) ให้แรงดันอ้างอิงของวงจร (Vref/2) มีค่า 1.5 V ให้สัญญาณอินพุตลบของวงจร (VI-) มีค่าเป็น 0.5V จะได้ว่า

- แรงดันอินพุตบวกของวงจร (VI+) ต้องมีค่าระหว่าง 0.5V - 4.5V
- ถ้าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตเป็น 0.5V จะได้ค่าเอาต์พุตเป็น 00H
- ถ้าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตเป็น 2V จะได้ค่าเอาต์พุตเป็น 7FH
- ถ้าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตเป็น 4.5V จะได้ค่าเอาต์พุตเป็น FFH

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วงจรการแปลงสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วงจรแปลงสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย