บทที่3

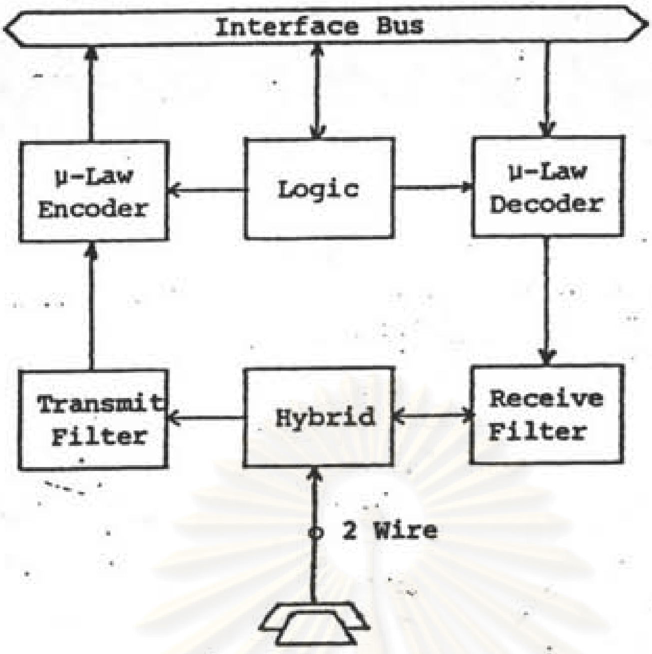
การพัฒนาหน่วยวงจรอินเตอร์เฟส

ในการพัฒนาข่ายวงจรท้องถิ่น ซึ่งเป็นระบบรวมให้มีความสามารถมากขึ้น ทำให้เขียนโปรแกรมควบคุมได้สะดวก และลดความซับซ้อนของโปรแกรมควบคุมลงนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงหน่วยอุปกรณ์อินเตอร์เฟสต่าง ๆ ให้มีความสามารถสูงขึ้น ซึ่งหน่วยอินเตอร์เฟสที่ได้พัฒนาเพิ่มความสามารถขึ้นจากเดิม คือ

1. หน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์
2. หน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูล (แบบโปร่งใส)
3. หน่วยถอดรหัสหมายเลขอุปกรณ์โทรศัพท์
4. หน่วยวงจรติดต่อข่ายโทรศัพท์สาธารณะ
5. หน่วยควบคุมสถานี
6. วงจรแหล่งจ่ายไฟ

3.1 การปรับปรุงหน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์

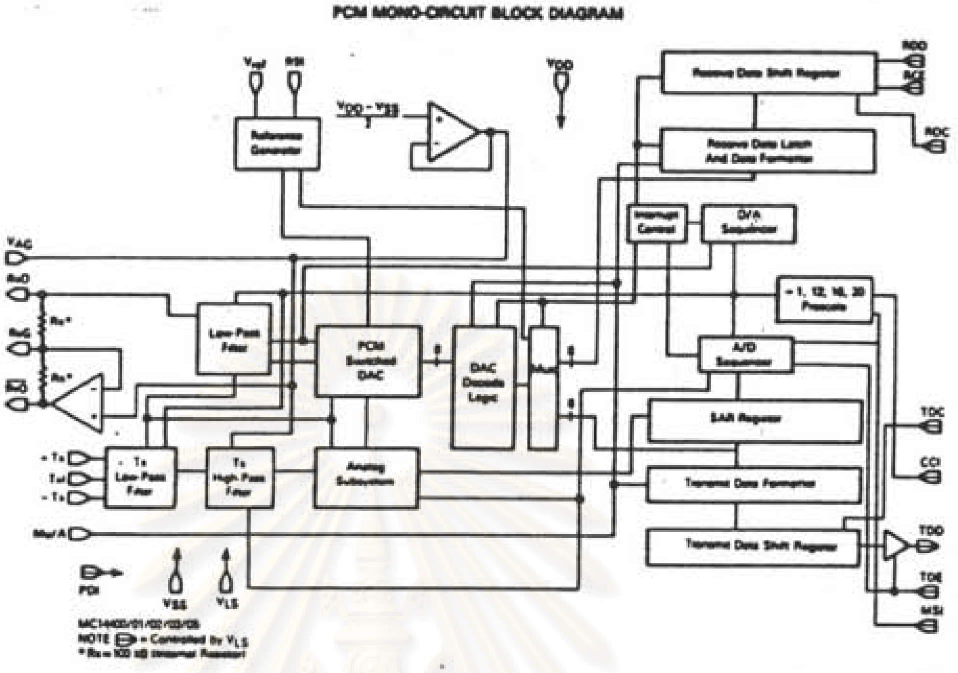
3.1.1 การปรับปรุงวงจรเข้ารหัสและถอดรหัส ก่อนที่จะกล่าวถึงการพัฒนาหน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์ขอย้อนกล่าวถึงหน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์ระบบเดิมก่อน คือ หน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์ระบบเดิม ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังบล็อกไดอะแกรมในรูป3.1 ดังเอกสารอ้างอิง [7] จากบล็อกไดอะแกรมดังกล่าวนี้ ใช้ส่วนใส่รหัสu-Law แยกกับวงจรฟิลเตอร์ภาคส่ง และส่วนถอดรหัส u-Law แยกกับวงจรฟิลเตอร์ภาครับ การใช้วงจรลักษณะเช่นนี้ ทำให้สิ้นเปลืองอุปกรณ์ และยุ่งยากต่อการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ จึงได้มีการพัฒนาวงจรดังกล่าวให้รวมวงจรใส่รหัส u-Law กับฟิลเตอร์ภาคส่งเข้าด้วยกัน และรวมวงจรถอดรหัส u-Law กับฟิลเตอร์ ภาครับเข้าด้วยกัน เพื่อลดปัญหาเรื่องเสียงรบกวนลงด้วย ในกรณีนี้ได้เลือกใช้ ไอซีเบอร์ MC 14403 ของบริษัท มอตอโรลา ซึ่งเป็นSingle-Chip PCM Codec/Filter Mono-Circuit [7] เป็นตัวใส่และถอดรหัส จากการทดสอบปรากฏว่าต้องมีการปรับความต้านทานของวงจรไฮบริดเพื่อให้สัญญาณแมทช์กับวงจรใหม่ แต่เมื่อทำการปรับค่าความต้านทานเรียบร้อยแล้วทดลองต่อโทรศัพท์เพื่อสนทนากัน สามารถติดต่อกันได้โดยมีสัญญาณรบกวนน้อยมาก



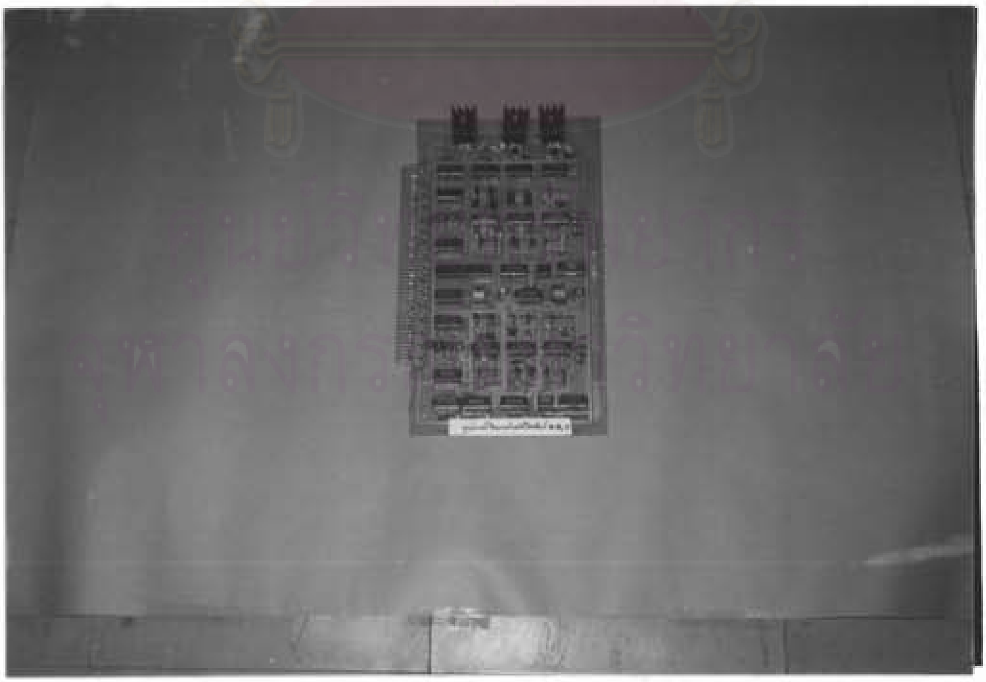
รูปที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบของหน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์

รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีเบอร์ MC 14403 ที่ใช้ในวงจรอินเตอร์เฟสโทรศัพท์ซึ่งได้พัฒนาขึ้นใหม่
และเมื่อทำการทดสอบวงจรเรียบร้อยแล้วก็ได้ทำการประกอบลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ดังรูปที่3.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

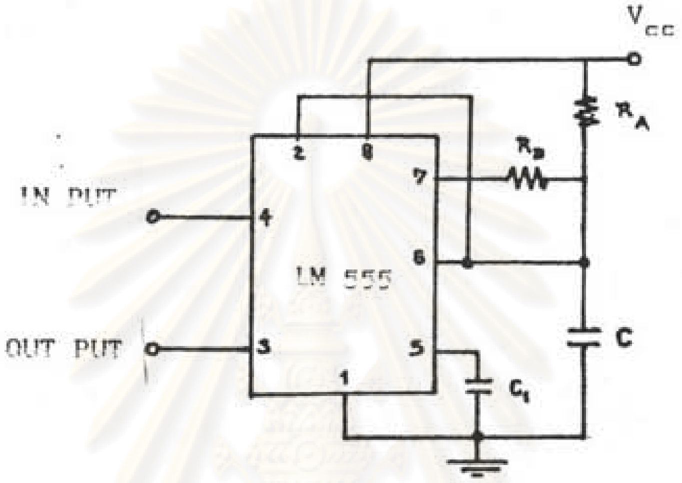


รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีเบอร์ MC 14403



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรหน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์ที่ได้ประกอบลงบนแผ่นวงจรพิมพ์แล้ว

3.1.2 การพัฒนาหน่วยวงจรโทรศัพท์เพิ่มเติมในส่วนของสัญญาณกระดิ่ง
วงจรซึ่งเดิมใช้วงจรตั้งเวลา(Timer)จากชิพซัพพอร์ท 8155 มาทำการอินเตอร์รัพท์หน่วยควบคุมตามกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ แต่เนื่องจากจะเป็นการใช้เวลาของหน่วยควบคุม ไปโดยไม่จำเป็น จึงเลือกใช้วงจรโมโนสเตเบิลโดยไอซีเบอร์ 555 ในการควบคุมช่วงเวลาในการตัดต่อสัญญาณกระดิ่ง โดยใช้วงจรดังรูป3.4



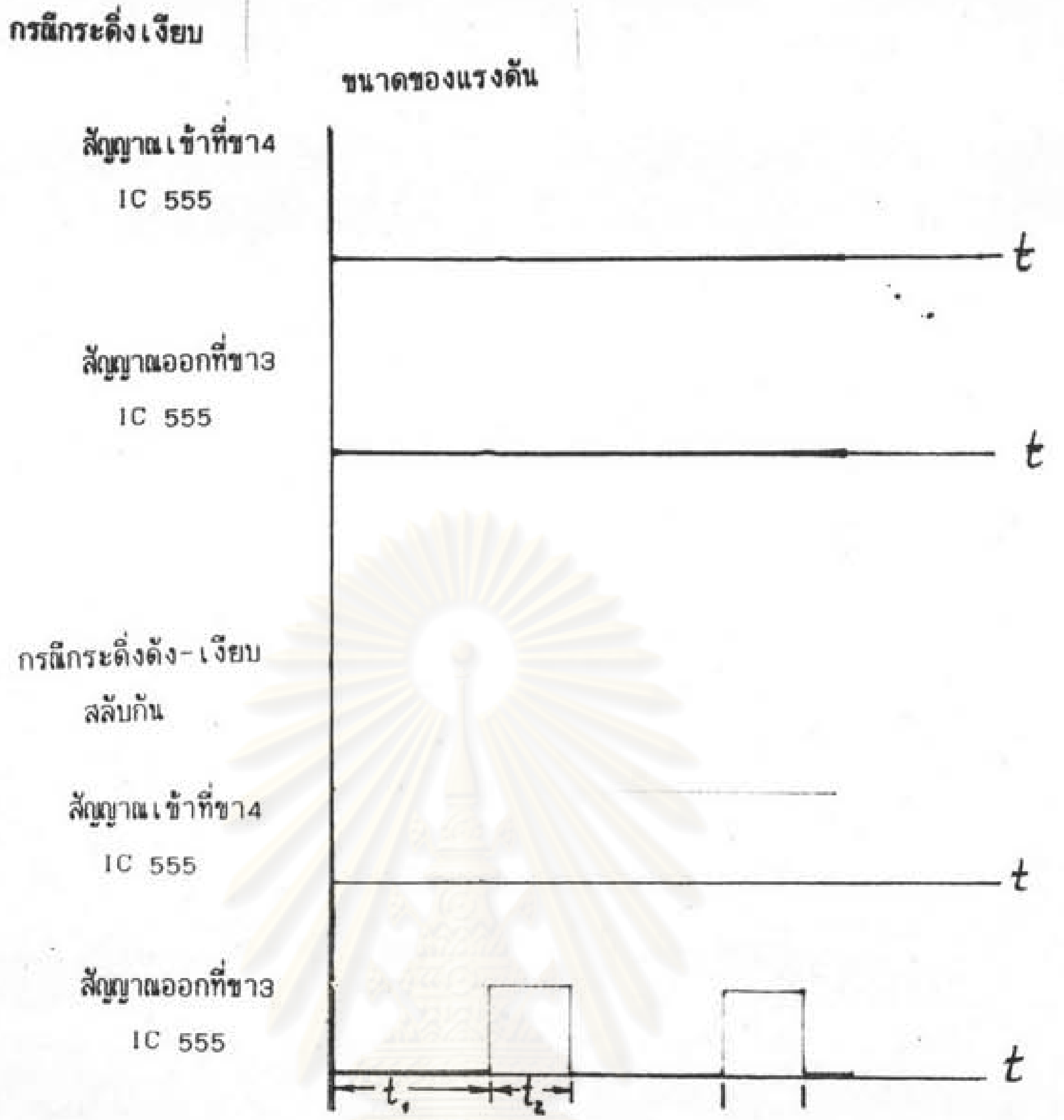
รูปที่3.4 แสดงการใช้ไอซีเบอร์ 555 ในการควบคุมสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์

กำหนดให้ IC 555 กำเนิดสัญญาณลอจิก"1" และลอจิก"0" ในเวลาต่างกัน คือช่วงกระดิ่งดัง(ลอจิก"1")เป็นเวลา 2 วินาที และ ช่วงกระดิ่งเงียบ(ลอจิก"0")เป็นเวลา 4 วินาที เมื่อสัญญาณเข้าที่ขา4 ของไอซีเบอร์555 มีค่าเท่ากับ "1" โดยที่ช่วงเวลาที่กระดิ่งโทรศัพท์ดังและเงียบ คือ t_1 ,t_2 ซึ่งคำนวนได้จากสมการ

$$t_1 = 0.693\ (R_A + R_B)\ C$$

$$t_2 = 0.693\ R_B\ C$$

กรณีที่สัญญาณเข้าที่ขา 4 ของไอซี มีค่าเท่ากับ "0" จะได้สัญญาณออกที่ขา 3 ของไอซี มีค่าเท่ากับ "0" ซึ่งจะไปหยุดสัญญาณกระดิ่งของโทรศัพท์ ดังรูปที่3.5



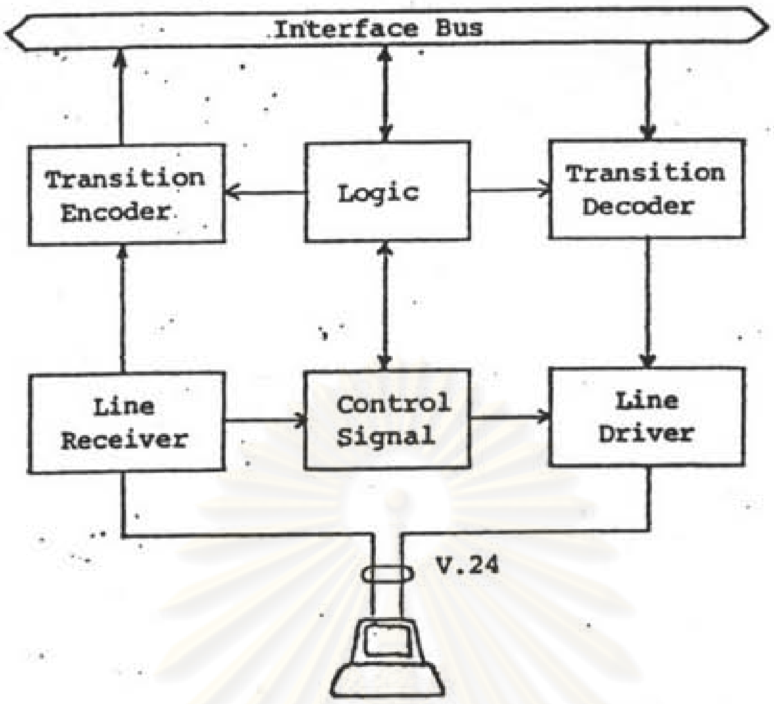
รูปที่ 3.5 แสดงสัญญาณควบคุมกระดิ่งโทรศัพท์

3.2 <u>การพัฒนาหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูล</u> (แบบโปร่งใส)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูลของข่ายวงจรท้องถิ่น[3] มีหน้าที่ในการใส่รหัสบอกตำแหน่งที่เกิดจากเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจาก 0 เป็น 1 หรือ 1 เป็น 0 ในช่วงเวลาแต่ละเฟรมข้อมูล เรียกว่าการใส่รหัสแบบทรานซิชัน นอกจากนั้นก็มีหน้าที่ส่งต่อสัญญาณชิกแนลลิงจากอุปกรณ์ไปยังอินเตอร์เฟสบัส และในทางกลับกันด้วย ดังบล็อกไดอะแกรมในรูป3.6

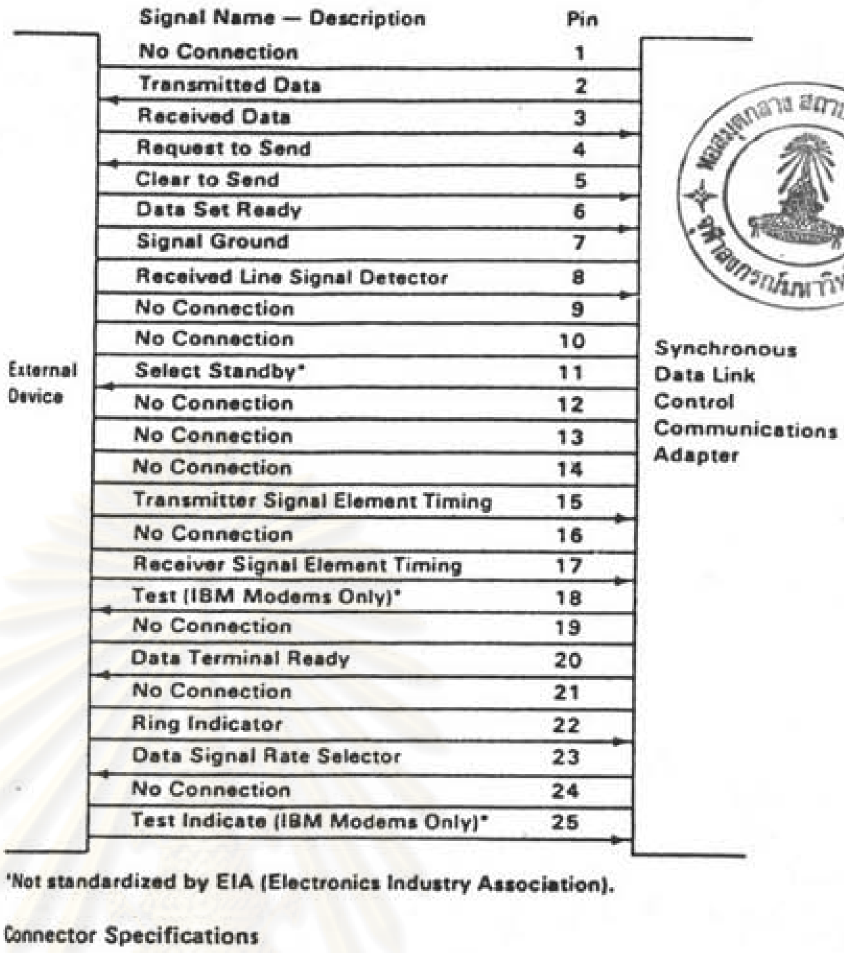
แต่เดิมนั้นการสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์รับส่งข้อมูล สามารถส่งชิกแนลลิงหมายเลขสถานีและหมายเลขอุปกรณ์ปลายทาง โดยให้หน่วยควบคุมสถานีอ่านชิกแนลลิงดังกล่าวจาก Dip Switch บนหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูลซึ่งเป็นการไม่สะดวกในการใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้อุปกรณ์ต้นทางต้องมาเปลี่ยนหมายเลขที่ Dip Switch ทุกครั้งที่ทำการส่งข้อมูล จึงได้มีการพัฒนาหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูล ซึ่งเดิมไม่มีการส่งข้อมูลเข้ามาที่หน่วยควบคุมสถานีเลย ให้ส่งข้อมูลเข้ามาที่หน่วยควบคุม



รูปที่3.6 แสดงองค์ประกอบของหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูล

สถานี ผ่านทางบัสร่วมของระบบ สัญญาณจากบัสจะถูกส่งไปเข้า IC 8251 ซึ่งเป็น Programmable Communication Interface (ทำงานได้ทั้ง ซิงโครนัสโหมด และ อะซิงโครนัสโหมด) โดยการรับส่งสัญญาณชิกแนลลิงนี้ ได้กำหนดให้ IC 8251 ทำงานเป็น อะซิงโครนัสโหมด โดยใช้อัตราการรับส่ง 300 บิทต่อวินาที Start Bit จำนวน 1 บิท Stop Bit จำนวน 1 บิท และใช้ Even Parity ในการตรวจนับความผิดพลาดของข้อมูล สำหรับอัตราการรับส่งข้อมูลระหว่างหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูล และหน่วยควบคุมสถานี ว่าจะใช้ค่าเท่าไรนั้น ใช้ IC เบอร์ MC 14411 ของบริษัทมอโตโรลา ทำหน้าที่เป็นตัว Baud rate Generator (กำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลในช่วงตั้งแต่ 300, 600,1,200, 4,800 และ 9,600 บิทต่อวินาที) โดย IC ทั้งสองเบอร์นี้ จะอยู่บนหน่วยควบคุมสถานี ส่วนสัญญาณควบคุมที่ใช้ในการติดต่อระหว่างที่อุปกรณ์ที่รับส่งข้อมูลส่งหมายเลขไปยังหน่วยควบคุมสถานีนั้น ใช้สัญญาณมาตรฐาน RS - 232 C ดังรูป3.7

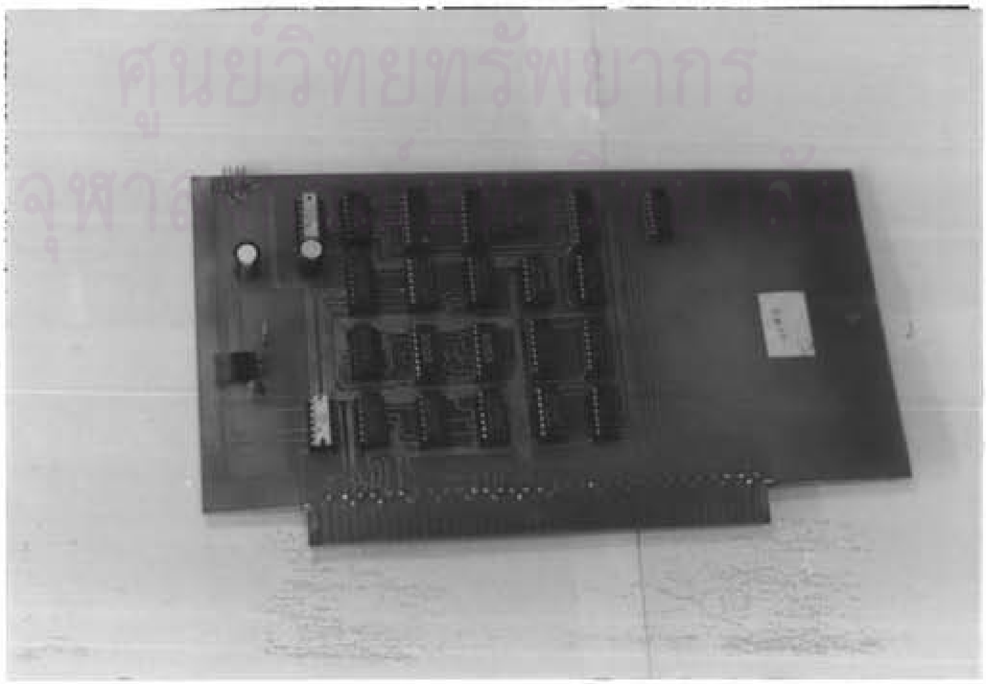
สำหรับลำดับขั้นตอนในการรับส่งสัญญาณควบคุมจะกล่าวไว้ ในหัวข้อ 4.5.4 เรื่องสถานะของอุปกรณ์รับส่งข้อมูล



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

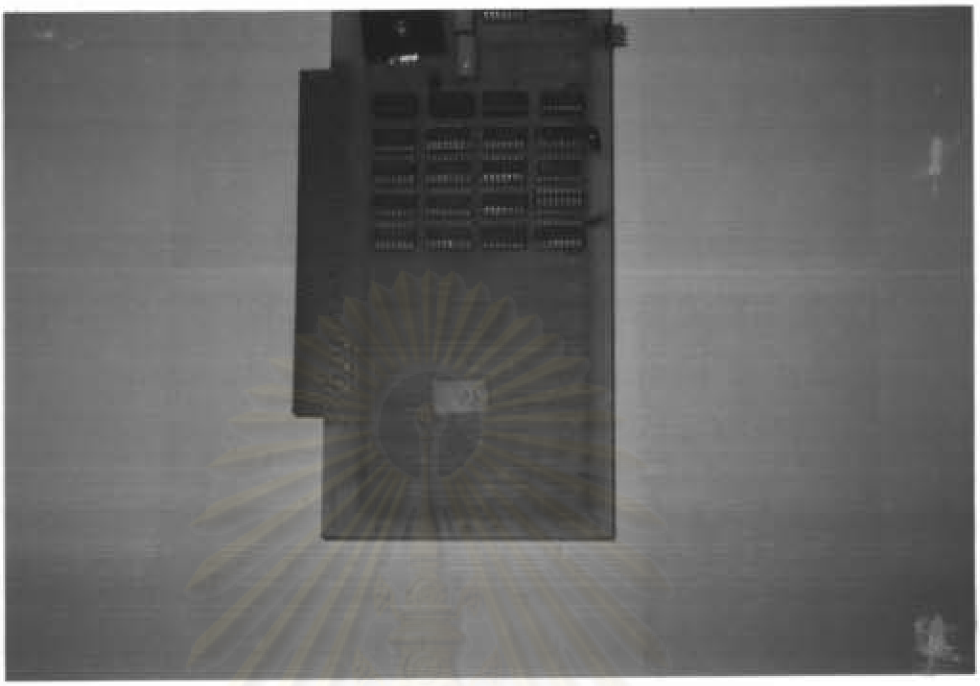
รูปที่ 3.7 แสดงสัญญาณควบคุมมาตรฐาน RS-232C

จากการพัฒนาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล สามารถเลือกหมายเลขสถานี และหมายเลขอุปกรณ์ปลายทางจากคีย์บอร์ดของตนได้เลยไม่ต้องไปปรับ Dip Switch ของหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูล บนหน่วยควบคุมสถานี และเมื่อได้ทำการทดลองวงจรที่พัฒนาขึ้นใหม่แล้ว ก็ได้ประกอบลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ดังรูป3.8และรูป3.9 แสดงถึงหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูลชุดเดิม



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.8 แสดงหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูล ซึ่งประกอบลงแผ่นวงจรพิมพ์แล้ว



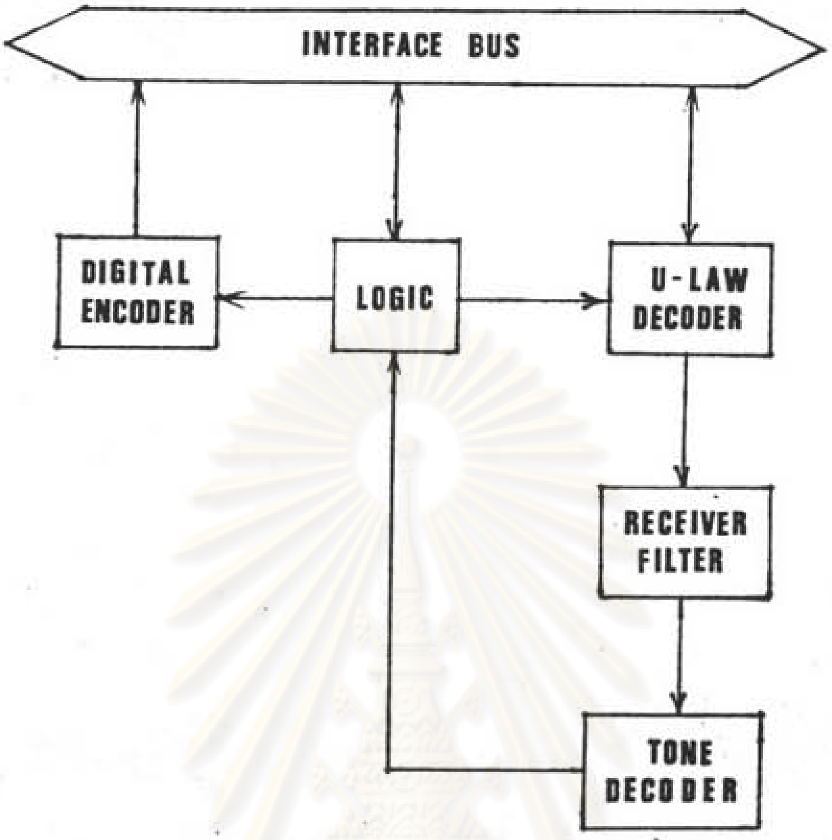
รูปที่ 3.9 แสดงหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูลชุดเดิม

3.3 การพัฒนาหน่วยถอดรหัสหมายเลขอุปกรณ์โทรศัพท์

หน่วยถอดรหัสหมายเลขอุปกรณ์โทรศัพท์ (Tone Decoder) ก็เป็นอีกอุปกรณ์หนึ่งที่มีความสำคัญมากในส่วนของระบบโทรศัพท์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ถอดรหัสหมายเลขจากอุปกรณ์โทรศัพท์แบบกดปุ่ม โดยทำการถอดรหัสแบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) แล้วส่งข้อมูลที่ถูกถอดรหัสแล้วออกไปที่บัสร่วมของระบบ เพื่อให้หน่วยควบคุมสถานีรับข้อมูลไปแปลความหมายต่อไป สำหรับบล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์ถอดรหัสหมายเลข แสดงไว้ดังรูป 3.10

แต่เดิมหน่วยถอดรหัสหมายเลขอุปกรณ์โทรศัพท์ในส่วนของภาคถอดรหัสสัญญาณเสียง (Tone Decoder) ใช้ ไอซีเบอร์ LM 567 จำนวน 7 ตัว ดังรูป3.11 ซึ่งจะทำการถอดรหัสหมายเลขปลายทาง โดยใช้หลักการของ Phase Locked Loop

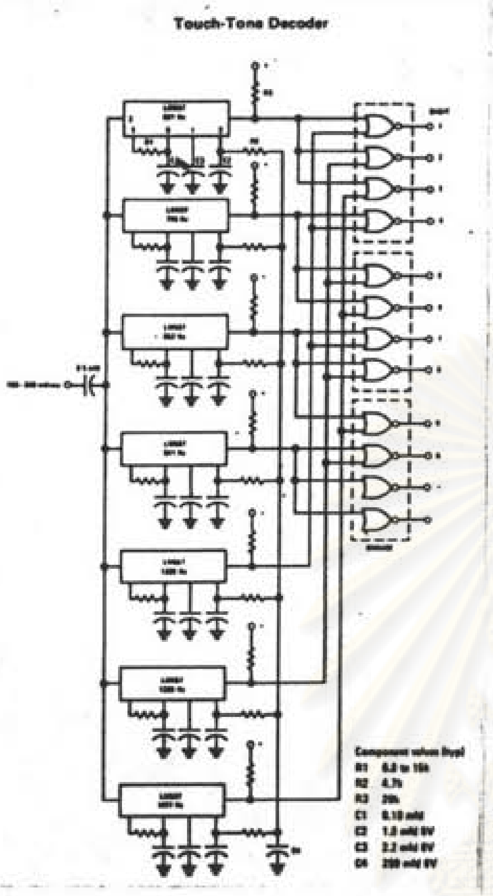
จากวิธีการใช้ ไอซีเบอร์ LM 567 นั้น ผลปรากฎว่า ความไวในการถอดรหัสสัญญาณเสียงยังไม่ค่อยดีนัก และจากการที่ไอซี LM 567 ใช้ตัวความต้านทานที่แปรค่าได้ในการจูนความถี่กลางของอุปกรณ์ถอดรหัสเสียงสัญญาณดังกล่าวพบว่า มีการเลื่อนของค่าความถี่กลางไป ทำให้ต้องปรับค่าความต้านทานในการจูนตลอดเวลาทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานจริง ในการนี้จึงได้มีการพัฒนาเลือกใช้ไอซีเบอร์ใหม่ของบริษัท MYTEL เบอร์ MT 8870 [8] ซึ่ง



รูปที่ 3.10 แสดงบล็อกไดอะแกรม ของอุปกรณ์ ถอดรหัสหมายเลขอุปกรณ์โทรศัพท์

ทำหน้าที่เป็น RECEIVER DTMF TONE DECODER สำหรับข้อมูลของไอซีเบอร์นี้ อยู่ในภาคผนวก ข. สำหรับข้อดีของ TONE DECODER นี้ ก็คือ มีการเพิ่มวงจรภาค Band Pass Filter ของความถี่เสียงทั้ง 7 ความถี่ และมีความไวในการถอดรหัสเสียงสัญญาณที่เร็วมาก ทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์เป็นเวลานาน คือ ประมาณ 3.4 us นอกจากนั้นการต่อวงจรใช้งานก็ไม่ยุ่งยาก เพราะว่าได้รวมวงจรถอดรหัสเสียงสัญญาณทั้งหมด ลงในไอซีเพียงชิพเดียว เมื่อต่อไอซีนี้เข้ากับคริสตอลความถี่ 3.5795 MHz ก็สามารถทำงานได้เลย ไม่ต้องมีการปรับแต่งวงจรในส่วนอื่นอีก

สำหรับการทำงานของหน่วยถอดรหัสหมายเลขอุปกรณ์โทรศัพท์ที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ มีดังนี้ คือ เมื่อสัญญาณ PCM จากบัสของระบบ เข้าสู่หน่วยถอดรหัสเสียงสัญญาณแล้ว สัญญาณนี้จะผ่าน CODEC ซึ่งจะแปลงสัญญาณ PCM เป็นสัญญาณอนาล็อกแล้วไปผ่านวงจร Low Pass Filter เพื่อตัดความถี่สูงเนื่องจากการสุ่มสัญญาณทิ้งไป สัญญาณที่ถูกกรองแล้ว จะผ่านเข้าสู่ไอซี MT 8870 ขาที่ 2 ซึ่งเป็นภาค อินพุท ของสัญญาณดังรูป3.12



Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_o \cong \frac{1}{1.1R_1C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070\sqrt{\frac{V_i}{f_o C_2}} \quad \text{in \% of } f_o$$

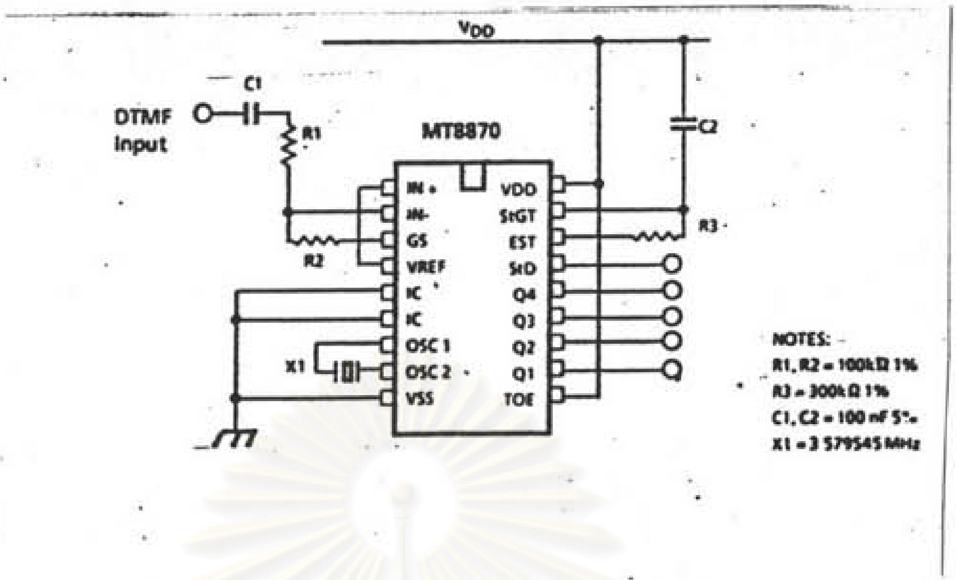
Where:

V_i = Input voltage (volts rms), $V_i \leq 200$ mV

C_2 = Capacitance at Pin 2 (µF)

รูป 3.11 แสดงการใช้ ไอซีเบอร์ 567 เป็นวงจรถอดรหัสสัญญาณเสียง

เมื่อมีสัญญาณการเลือกหมายเลขโทรศัพท์เข้ามา ขา Std จะเปลี่ยนระดับลอจิกจาก" 1" เป็น"0" แล้วจากนั้นขา Std จะเปลี่ยนระดับลอจิกลงสู่ค่าเดิม โดยค่า Time Constant ซึ่งถูกกำหนดโดยค่าความต้านทาน R_2 และตัวเก็บประจุ C_2 ดังรูป 3.13 ส่วนขา Q_1 ถึง Q_4 จะแสดงผลของหมายเลขโทรศัพท์ที่ถูกกดเลือก ดังตารางที่ 3.1



รูปที่3.12 แสดงการต่อวงจรถอดรหัสเสียงสัญญาณของไอซี เบอร์ MT 8870

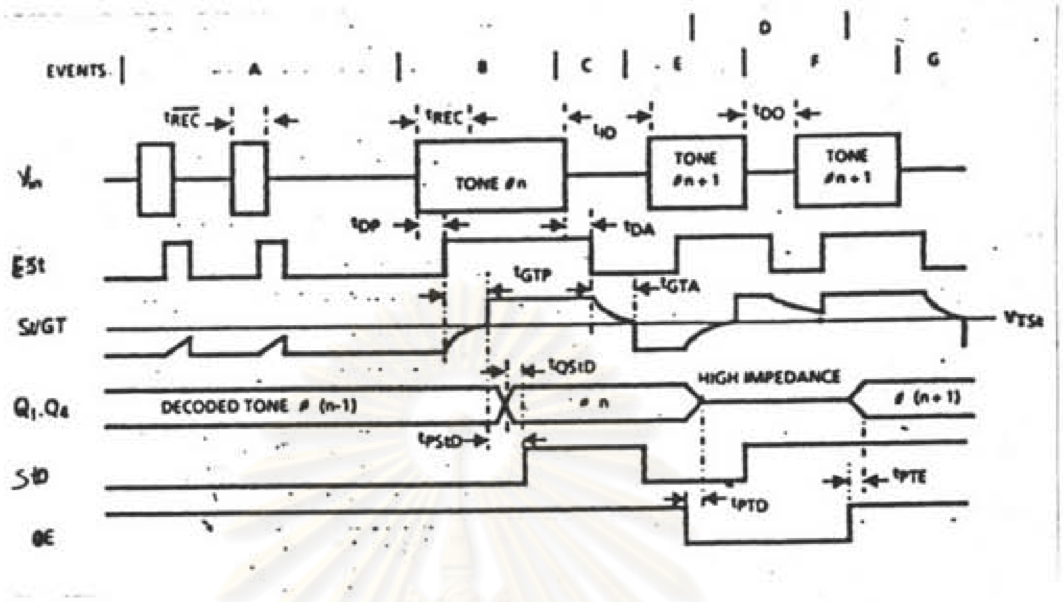
f_{LOW}	f_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMEDANCE

Figure 5. Functional Decode Table

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าหมายเลขที่ถูกกดปุ่มเลือก กับ ภาคแสดงผลของไอซี MT8870

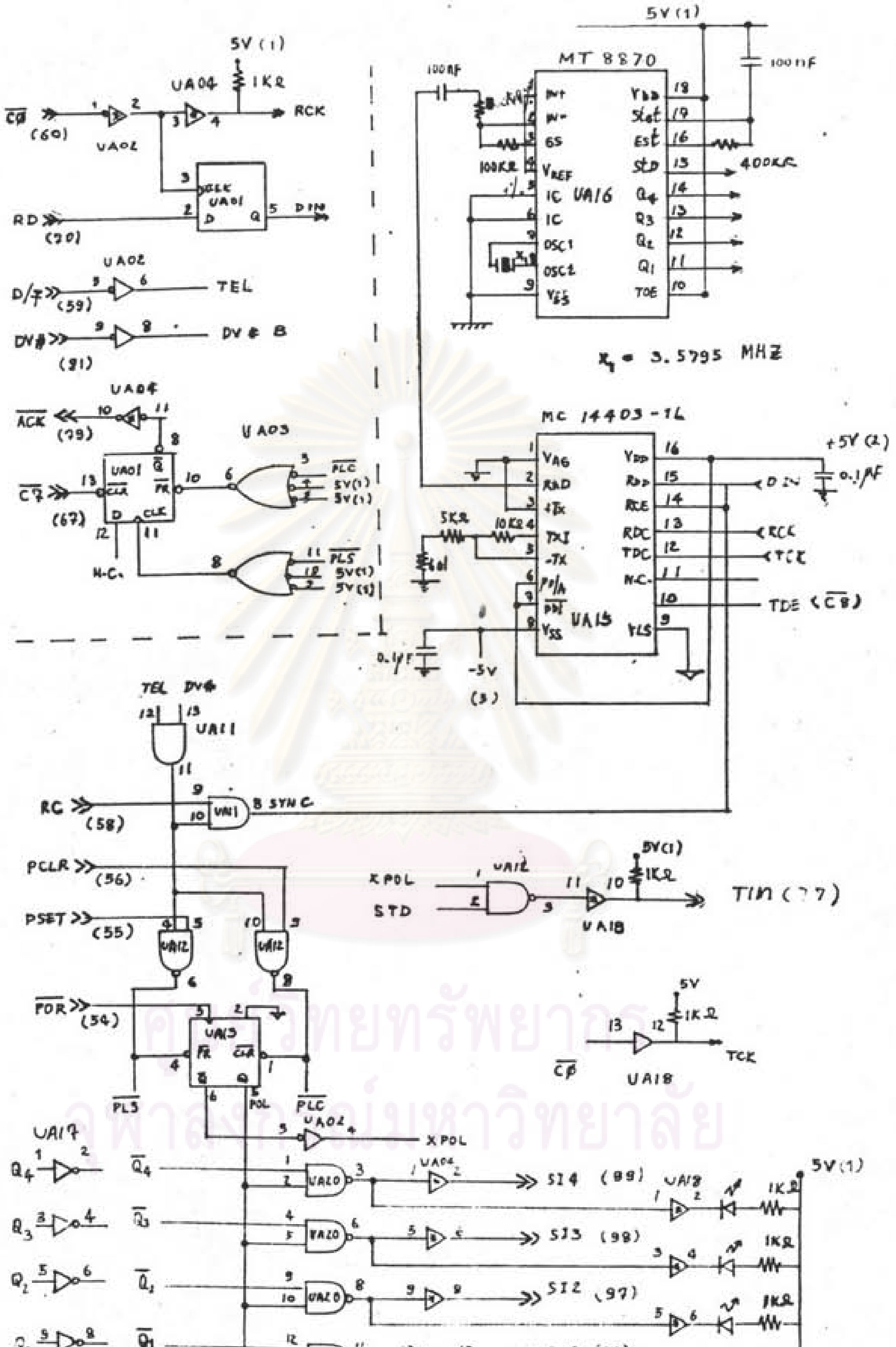
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่3.13 แสดง Timing Diagram ของการถอดรหัสเสียงสัญญาณโทรศัพท์

และเมื่อได้ทำการทดสอบไอซี Tone Decoder เรียบร้อยแล้ว ก็ได้นำไปประกอบเป็นวงจรดัง รูปที่ 3.14 เพื่อใช้กับระบบจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.14 แสดงวงจรอุปกรณ์ถอดรหัสเสียงสัญญาณที่นำมาใช้งานจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การพัฒนาหน่วยวงจรติดต่อข่ายโทรศัพท์สาธารณะ

แต่เดิมนั้นความมุ่งหมายของระบบข่ายวงจรท้องถิ่นนั้นมุ่งใช้งานในพื้นที่เล็กๆ ภายในระยะทางประมาณ 10 กม. เท่านั้น อย่างไรก็ตามในบางโอกาสก็จะมีความต้องการในการติดต่อสื่อสารกับระบบสื่อสารอื่น ๆ ด้วย จึงได้มีแนวความคิดในการพัฒนาอุปกรณ์อินเตอร์เฟสชนิดหนึ่งขึ้น ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น Gate Way ของระบบสื่อสาร โดยทำให้อุปกรณ์โทรศัพท์ในระบบข่ายวงจรท้องถิ่นสามารถติดต่อกับอุปกรณ์โทรศัพท์ในข่ายโทรศัพท์สาธารณะขององค์การโทรศัพท์ได้

จากแนวความคิดดังกล่าว จึงได้ทำการออกแบบหน่วยวงจรติดต่อข่ายโทรศัพท์สาธารณะ โดยประกอบด้วยภาควงจรต่าง ๆ ดังนี้

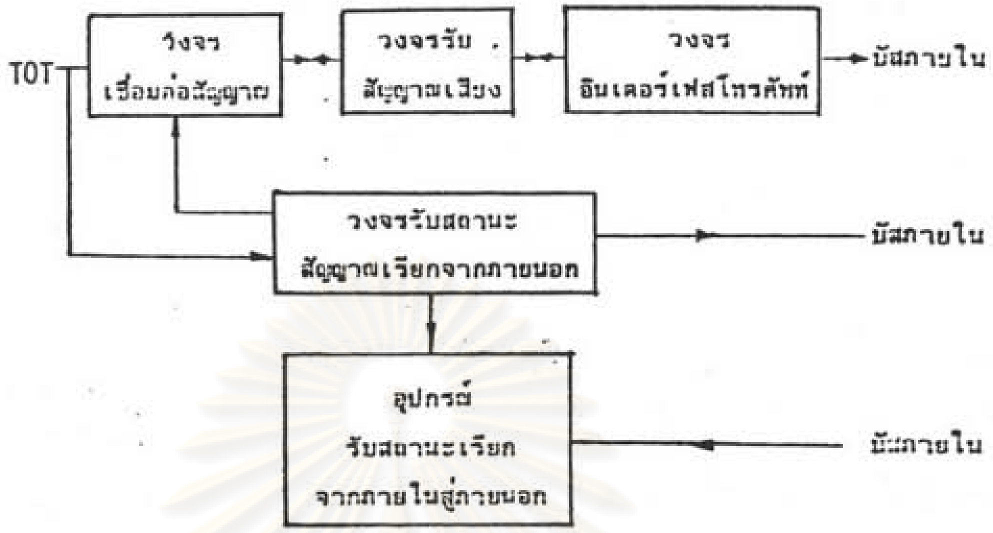
1) วงจรเชื่อมต่อสัญญาณ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณเสียง(Speech Path) ระหว่างข่ายวงจรท้องถิ่น และข่ายโทรศัพท์สาธารณะ นอกจากนั้นก็จะมีหน้าที่ในการต่อวงจรเข้ากับตัวต้านทาน โดยทำให้เกิดการครบวงจรของสายโทรศัพท์ภายนอก เปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์ และเมื่อวงจรเปิด ก็จะเสมือนการวางหูโทรศัพท์ สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณนั้น ใช้รีดรีเลย์เนื่องจากมีสัญญาณรบกวนต่ำ

2) วงจรรับสัญญาณเสียง วงจรในภาคนี้ ประกอบด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ เพื่อใช้ในการเรียงกระแส และหม้อแปลงเพื่อใช้ในการคับปลิ้งสัญญาณเสียง จุดประสงค์คือไม่ให้ระบบไฟตรงของระบบสื่อสารทั้งสอง รบกวนกันด้วย

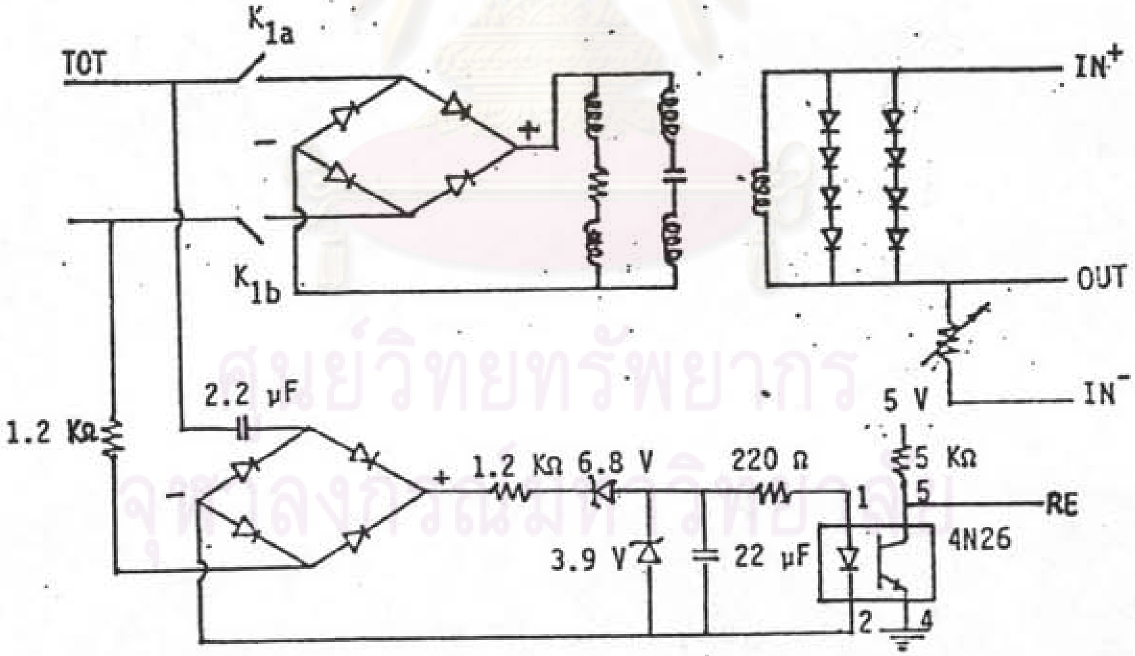
3) วงจรอินเตอร์เฟสโทรศัพท์ สำหรับวงจรในภาคนี้ จะคล้ายคลึงกับหน่วยอุปกรณ์อินเตอร์เฟสโทรศัพท์มาก คือมีส่วนใส่และถอดรหัส u-Law และวงจรลอจิกบางส่วนเหมือนกัน ส่วนที่แตกต่างกันก็คือ หน่วยวงจรติดต่อข่ายโทรศัพท์สาธารณะนี้ ไม่มีภาครับสถานะอุปกรณ์โทรศัพท์ และไม่มีภาครับสถานะสัญญาณกระดิ่ง

4) วงจรรับสถานะสัญญาณเรียกจากภายนอก ในการที่ข่ายโทรศัพท์สาธารณะภายนอก ทำการเรียกเข้ามายังข่ายวงจรท้องถิ่นนั้น ข่ายโทรศัพท์สาธารณะจะทำการส่งไฟสลับขนาด 80 -90 โวลท์ เข้าเพื่อให้กระดิ่งสัญญาณดังขึ้น ดังนั้นวงจรในภาคนี้จะมีหน้าที่ในการแปลงสัญญาณไฟสลับดังกล่าวให้เป็นระบบสัญญาณที่หน่วยควบคุมสามารถรับทราบได้ โดยใช้ออฟโตคัปเปอร์(Opto Coupler)ทำงานในส่วนนี้

5) วงจรรับสถานะเรียกจากภายในสู่ภายนอก วงจรภาคนี้ส่วนใหญ่จะเป็นวงจรลอจิก ซึ่งรับสถานะการสั่งงานจากพอร์ทของหน่วยควบคุมสถานี ผ่านระบบบัสร่วมแล้วนำสัญญาณดังกล่าวไปควบคุมรีเลย์ ให้ทำการลูปวงจรกับคู่สาย เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ภายในต้องการติดต่อออกนอกข่ายวงจรท้องถิ่น ซึ่งภาควงจรทั้ง 5 ภาค จะประกอบกันเป็นบล็อกไดอะแกรม ดังรูป 3.15 และรูปที่ 3.16 แสดงวงจรของหน่วยวงจรติดต่อข่ายโทรศัพท์สาธารณะ



รูปที่ 3.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมหน่วยวงจรติดต่อข่ายโทรศัพท์สาธารณะ

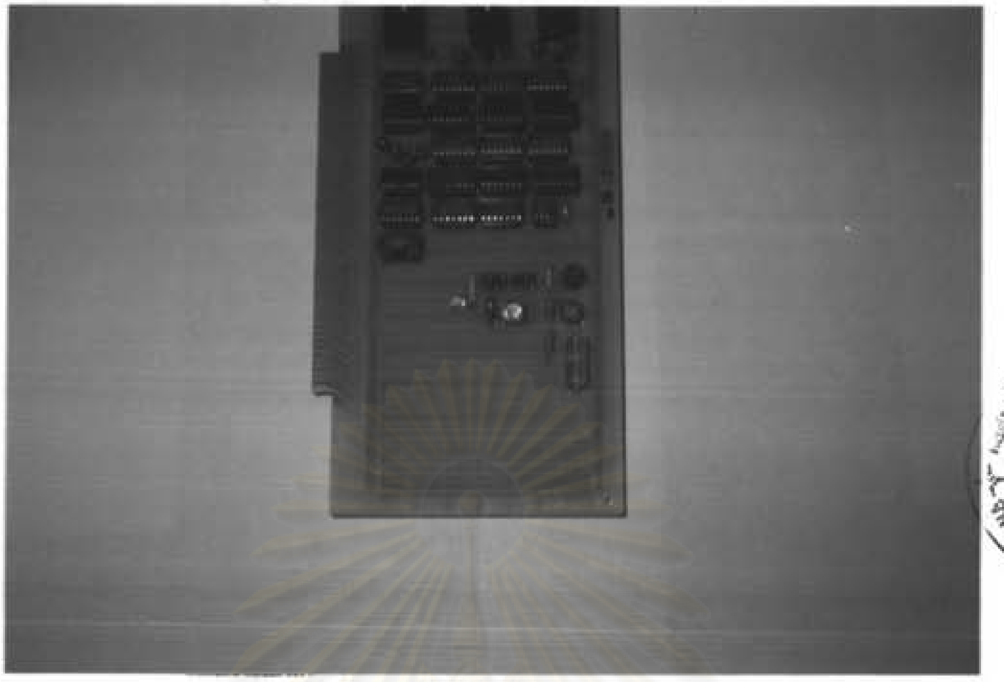


รูปที่ 3.16 แสดงวงจรของหน่วยวงจรติดต่อข่ายโทรศัพท์สาธารณะ

และผู้วิจัยได้ทำการประกอบหน่วยอุปกรณ์ดังกล่าว เป็นบอร์ดทดลอง ดังรูป 3.17

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I10294922



รูปที่ 3.17 แสดงหน่วยวงจรติดต่อข่ายโทรศัพท์สาธารณะ

3.5 การพัฒนาหน่วยควบคุมสถานี

3.5.1 ความจำเป็นในการพัฒนาหน่วยควบคุมสถานี ก่อนที่จะกล่าวถึงการพัฒนาหน่วยควบคุมสถานี ภายในข่ายวงจรท้องถิ่นจะขอกล่าวถึงการทำงานของหน่วยควบคุมในสถานีก่อน ดังนี้ คือ ข่ายวงจรท้องถิ่นที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ ประกอบด้วยหน่วยควบคุมสถานีที่มีความสามารถเท่ากัน 7 สถานี ในแต่ละสถานีนั้น หน่วยควบคุมสถานีเป็นส่วนสำคัญที่สุดของสถานี โดยเป็นจุดต่อเข้าภายในข่ายวงจร มีทางเข้าออกอยู่ 2 ด้าน คือ ด้านหนึ่งติดต่อกับอินเตอร์เฟสบัส และอีกด้านหนึ่งติดต่อกับช่องสัญญาณแสงโดยตรง การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานของจุดต่อเข้าข่ายวงจร ในแต่ละสถานีทำให้ช่องสัญญาณของข่ายวงจร ถูกใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ หน้าที่ของหน่วยควบคุมสถานีนั้นแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) สร้างสัญญาณนาฬิกา และสัญญาณควบคุมทางเวลาต่าง ๆ จากข้อมูลที่ได้รับจากช่องสัญญาณแสง

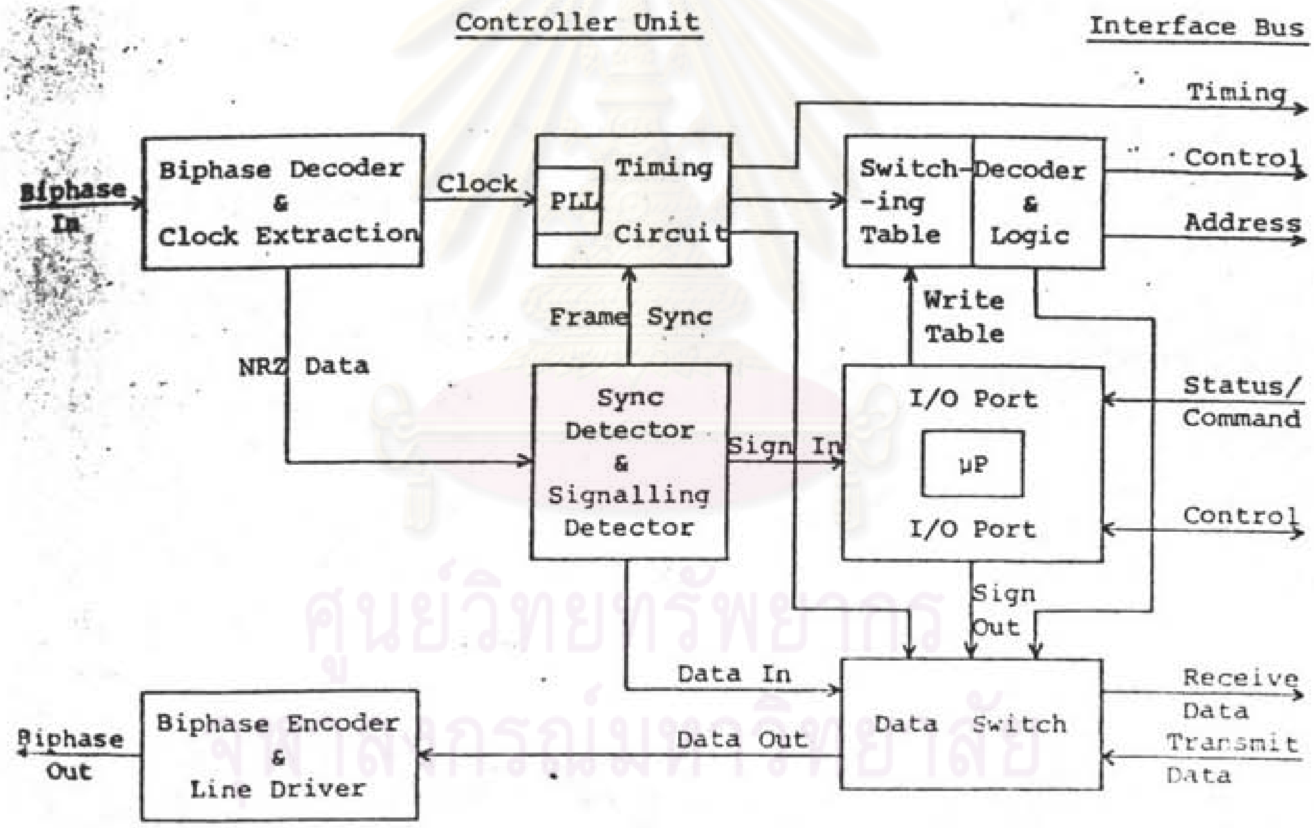
2) กำหนดช่องเวลา และคำสั่งให้อุปกรณ์แต่ละตัวในสถานีรับส่งข้อมูลในช่องเวลาที่ถูกต้อง และการสวิทซ์ข้อมูลเข้าออกจากสถานีในช่องเวลาที่เหมาะสม

3) รับส่งสัญญาณซิกแนลลิง (Signalling) กับหน่วยควบคุมสถานีอื่น ๆ

4) รับส่งสัญญาณซิกแนลลิงกับอุปกรณ์ภายในสถานี เช่น รับคำสั่งจากอุปกรณ์ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ เป็นต้น

รูปที่ 3.18 จะแสดงถึงองค์ประกอบที่สำคัญของหน่วยควบคุมสถานี หน้าที่ในข้อ 1)จะเป็นหน้าที่

ของวงจรไบเฟส และ แยกสัญญาณนาฬิกา (Biphase Decoder & Clock Extraction) และวงจรเฟสล็อคลูป (Phase Locked Loop) หน้าที่ในข้อ 2) - 4) ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานร่วมกับวงจรตรวจจับสัญญาณซิงค์และซิกแนลลิง วงจรกำเนิดสัญญาณทางเวลา (Timing Circuit) ,ตารางการสวิทช์ (Switching table), วงจรสวิทช์ข้อมูล (Data Switch) และวงจรใส่รหัสไบเฟส (Biphase Coding) และติดต่อกับหน่วยอินเตอร์เฟสอื่น ๆ ผ่านทางอินเตอร์เฟสบัส



รูปที่ 3.18 แสดงองค์ประกอบการทำงานของหน่วยควบคุมสถานี และความสัมพันธ์ระหว่างกัน

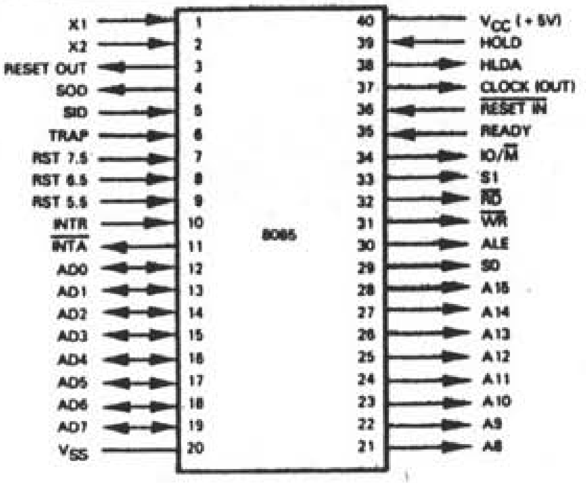
สำหรับหน้าที่ต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ แต่เดิมเราใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8035 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ควบคุมสถานี แต่เนื่องจากการพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์ต้องการขยายส่วนอินพุท-เอาท์พุทพอร์ทเพิ่มขึ้น และทางด้านซอฟท์แวร์ก็ต้องมีการพัฒนาโปรแกรมควบคุมให้เพิ่มประสิทธิภาพและหน้าที่การทำงานให้มากขึ้น ดังนั้นโปรแกรมควบคุมจึงต้องมีขนาด

ใหญ่ขึ้น (โปรแกรมควบคุมเดิมมีขนาด 3.5 KByte) ความซับซ้อนทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ที่เพิ่มขึ้นนี้ ทำให้ไม่เหมาะที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8035 อีกต่อไป ผู้พัฒนาจึงได้เลือกใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8085เป็นหน่วยควบคุมสถานีแทนดังรูป 3.19 ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

(1) เนื่องจากในข่ายวงจรท้องถิ่นที่มีสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกอยู่หลายแห่ง เช่น การอินเตอร์รัพท์จากสัญญาณซิกแนลลิงส่งอยู่ระหว่างสถานี, การอินเตอร์รัพท์จากสัญญาณ Loop Error และFrame Error ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8085 ซึ่งมีอินเตอร์รัพท์ได้ถึง 5 ชนิด จึงเหมาะกับงานประเภทนี้ และจะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากสามารถตรวจสอบชนิดของการอินเตอร์รัพท์ได้ทันที

(2) ชุดคำสั่งของไมโครโปรเซสเซอร์ 8085 มีประสิทธิภาพดี ทำให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นไปโดยง่าย และยังสามารถนำภาษาระดับสูง (High Level Language) เช่น ภาษาซี (C -Language) มาใช้งานได้อีกด้วย ซึ่งในอนาคต จะทำให้การพัฒนาโปรแกรมรวดเร็วยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



PIN NAME	DESCRIPTION	TYPE
AD0 - AD7	Address/Data Bus	Bidirectional, tristate
A8 - A15	Address Bus	Output, tristate
ALE	Address Latch Enable	Output*
RD	Read Control	Output, tristate
WR	Write Control	Output, tristate
IO/M	I/O or Memory Indicator	Output, tristate
S0, S1	Bus State Indicators	Output
READY	Wait State Request	Input
SID	Serial Data Input	Input
SOD	Serial Data Output	Output
HOLD	Hold Request	Input
HLDA	Hold Acknowledge	Output
INTR	Interrupt Request	Input
TRAP	Non-maskable Interrupt Request	Input
RST 5.5	Hardware vectored interrupt requests	Input
RST 6.5		Input
RST 7.5		Input
INTA	Interrupt Acknowledge	Output
RESET IN	System Reset	Input
RESET OUT	Peripherals Reset	Output
X1, X2	Crystal or RC Connections	Input
CLK	Clock Signal	Output
V_{CC}, V_{SS}	Power, Ground	

*This output is tristate on the 8085, but not on the 8085A

8085A CPU Signals and Pin Assignments

รูปที่ 3.19 แสดงชิพ ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8085

3.5.2 <u>แนวทางการออกแบบวงจรไมโครโปรเซสเซอร์ของหน่วยควบคุมสถานี</u> การออกแบบนี้เป็นการออกแบบปรับปรุงจากวงจรเดิมที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8035 เปลี่ยนมาใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8085 โดยใช้สัญญาณนาฬิกา 6 MHZ เพื่อให้วงจรสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น[9] โดยที่ยังสามารถต่อเข้ากับวงจรพัฒนาซอฟท์แวร์ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถตรวจและติดตามการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8085 เพื่อความสะดวกในการทดลองและแก้ไขโปรแกรม วงจรไมโครโปรเซสเซอร์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 3.20 ประกอบ)

(1) CPU เบอร์ 8085 ทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกา 6 MHZ ทำงานคำสั่งละ 1.3 ไมโครวินาที ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก มีขาอินเตอร์รัพท์ 5 ขา คือ TRAP, RST 7.5, RST 6.5, RST 5.5 และ INTR

(2) ไอซีเบอร์ 8155 มี RAM ภายใน 256 ไบท์ มีวงจรนับขนาด 14 บิท

มีพอร์ท 8 บิท 2 พอร์ท พอร์ท 6 บิท 1 พอร์ท สามารถเป็นพอร์ทแบบแฮนด์เชคได้ 2 พอร์ทใช้ในการเขียนตารางการสวิทช์ เพื่อควบคุมการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ และใช้ในการรับซิกแนลลิงการติดต่อในช่องเวลาที่16 ส่วนRAM ภายในจำนวน 256 ไบท์นั้น ใช้เก็บค่าพารามิเตอร์ ที่สำคัญของระบบ เช่น ค่าในตารางการสวิทช์ทั้ง32 ช่องเวลา, ค่าซิกแนลลิงที่จะใช้ส่งในช่องเวลาที่16, ค่าสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ , ค่าสถานะของตัวสถานีเอง และหมายเลขประจำสถานี เป็นต้น

(3) ไอซีเบอร์ 8251 ซึ่งเป็น Programmable Communication Interface สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ ซิงโครนัสโหมด และ อะซิงโครนัสโหมด โดยเลือกแบบอะซิงโครนัสโหมด ในการส่งเลขหมายสถานี-อุปกรณ์ปลายทางจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูล ให้แก่หน่วยควบคุมสถานี

(4) EPROM เบอร์ 27128 ร่วมกับไอซีเบอร์ 74 LS 373 ใช้เก็บโปรแกรมขนาด 16 กิโลไบท์ นอกจากนั้นยังมีตารางการสวิทช์ซึ่งเป็น TTL-RAM อีกจำนวน 32 ไบท์

(5) วงจรอื่น ๆ เพื่อช่วยให้สามารถต่อไปใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำของอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์ ซึ่งต่ออยู่กับไมโครคอมพิวเตอร์ Apple II

สำหรับรูปที่ 3.20 แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของหน่วยควบคุมสถานี ดังกล่าวข้างต้น ส่วนรูปที่ 3.21 จะแสดงรายละเอียดของวงจรไมโครโปรเซสเซอร์ทั้งหมด โดยจะแยกขั้นตอนการทำงานของวงจรได้ดังนี้

1) การทำงานของวงจรโดยที่มีวงจรอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์

การทำงานขณะที่มีวงจรของอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์อยู่ ก็เพื่อความสะดวกในการทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8085 โดยสามารถใช้โปรแกรมที่ทำงานอยู่บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ได้ จากรูปที่ 3.20 P 201 คือ คอนเนคเตอร์สำหรับต่อไปเข้าบัสของวงจรอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์ภายนอก สวิทช์ SW 201 ใช้เลือกไมโครโปรเซสเซอร์ให้ทำงาน คือถ้าสวิทส์อยู่ที่ EXT จะเลือกอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์ทำงานโดย $\overline{BUSRQ}$ จะถูกต่อเข้ากับ + 5V และขา $\overline{RESET\ IN}$ ของ 8085 เป็น 0 ในช่วง EXT นี้ อุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์จะเขียนข้อมูลซึ่งเป็นคำสั่งของ 8085 ลงในRAM ส่วนเมื่อสวิทช์ SW 201 อยู่ที่ RUN จะเลือกไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8085 ให้ทำงาน โดยจะทำให้ $\overline{BUSRQ}$ เป็น 0 และหลังจากนั้นวงจรอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์จะรับรู้ แล้วจะส่ง $\overline{BUSAK}$ ตอบกลับมา เป็น 0 พร้อมกับปล่อยบัสลอย ดังนั้นก่อนที่ $\overline{BUSAK}$ จะตอบกลับมา วงจร 8085 จะยังไม่มีการเริ่มทำงาน เมื่อ $\overline{BUSAK}$ ตอบกลับมาแล้ว วงจรอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์จะส่งสัญญาณ $\overline{EXRES}$ เข้ามาทำให้เอาท์พุท U211เกิดสัญญาณพัลซ์รีเซ็ททำให้ CPU 8085 เริ่มทำงานได้

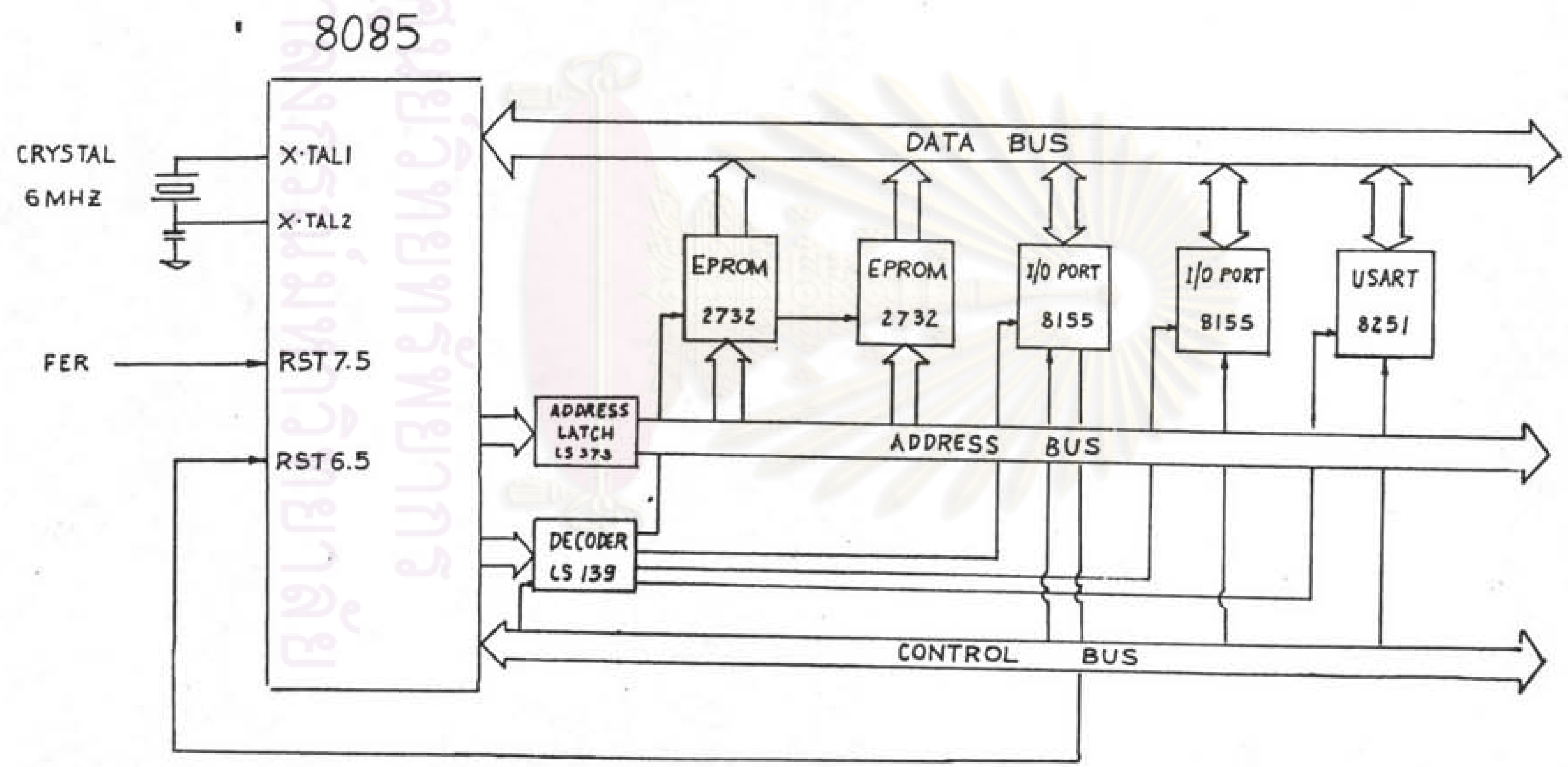
2) การทำงานขณะใช้งานปกติซึ่งไม่มีอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์ต่ออยู่
เมื่อ sw201 อยู่ที่ Run และไม่มีวงจรอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์มาต่ออยู่ ถึงแม้ว่า $\overline{BUSRQ}$ เป็น 0 ทำให้ U207 ไม่ทำงาน ปล่อย A15 ให้ลอย ดังนั้น A15 จะเป็น 1 และเมื่อ IO/M ของ 8085 เป็น 0 EPROM จะถูกเลือก ดังนั้นโปรแกรมจะถูกอ่านจาก EPROM ซึ่งจะไม่มีการแก้ไขหรือเขียนข้อมูลใหม่ สายควบคุมต่างๆ ของ8085 ก็ต่อเข้ากับ 8155 โดยที่ A15 เป็น 1 และ A14 เป็น 0 จะเลือก8155ตัวที่หนึ่งทำงาน และ A15 เป็น 0 และ A14 เป็น 1 จะเลือก 8155 ตัวที่สองทำงาน

ที่พอร์ท A ของ 8155 ตัวที่หนึ่งจะเป็นพอร์ทเข้าแบบแฮนด์เชคสำหรับอ่านซิกแนลลิงในช่องเวลาที่ 16 กล่าวคือ เมื่อถึงช่วงเวลาหนึ่งแล้ว วงจรจะตรวจดูว่ามีสัญญาณซิกแนลลิงจากสถานีอื่นส่งมาหรือไม่ ถ้ามีจะส่งสัญญาณมาที่ ASTB (PC1) ให้ไปสโตรบซิกแนลลิงเข้ามายังพอร์ท A เมื่อสโตรบเสร็จแล้ว 8155จะส่งสัญญาณ AINT (PC0) มาที่ RST6.5 เพื่ออินเตอร์รัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์ให้มาอ่านซิกแนลลิง

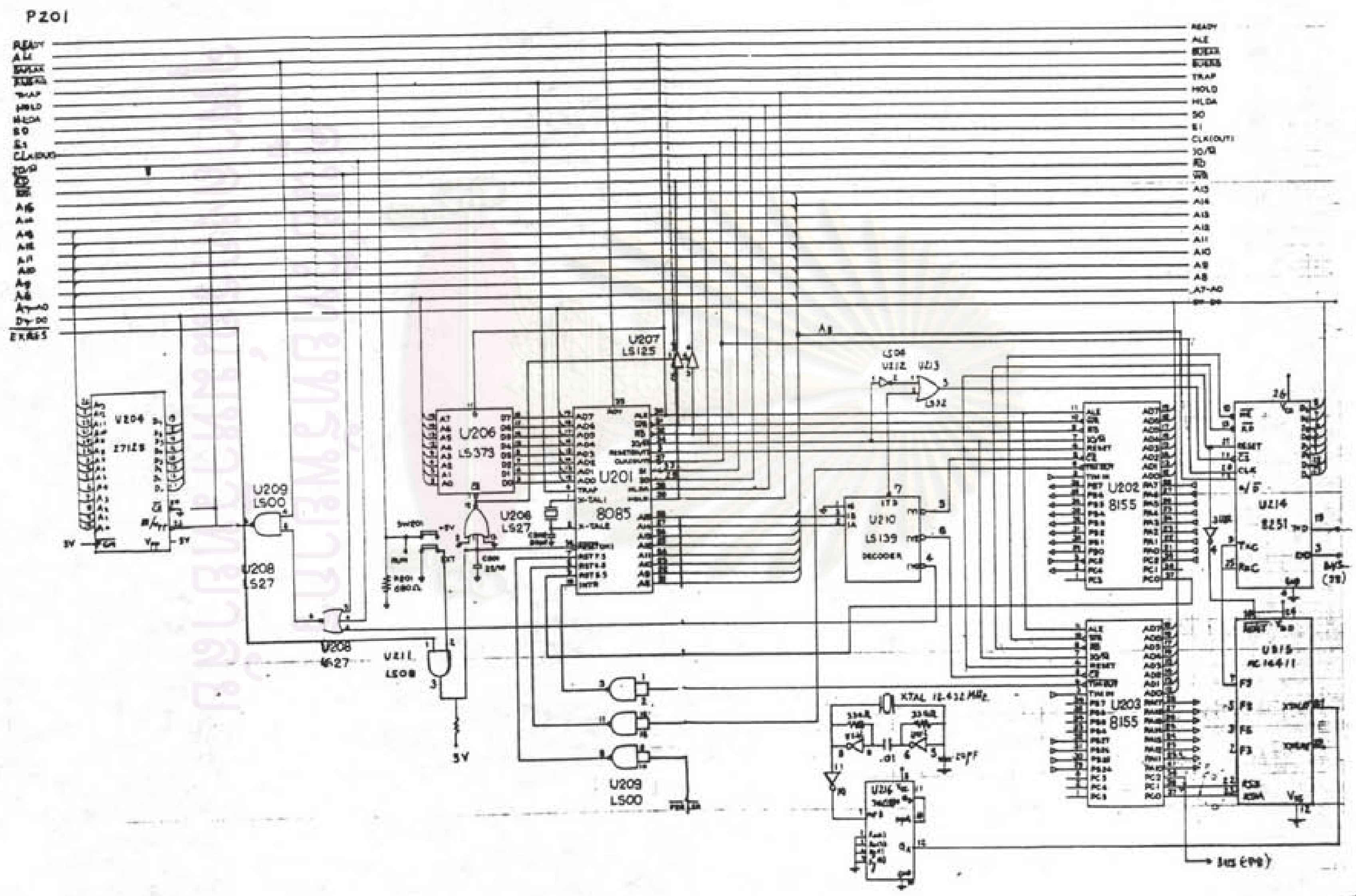
ที่พอร์ท B ของ 8155ตัวที่หนึ่ง จะเป็นพอร์ทออกแบบแฮนด์เชค สำหรับเขียนตารางการสวิทช์และซิกแนลลิงในช่องเวลาที่ 16 เพื่อให้ส่งออกไปยังสถานีอื่น ตารางการสวิทช์และซิกแนลลิงจะเขียนโดยไมโครโปรเซสเซอร์ การเขียนตารางการสวิทช์ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งหมายเลขช่องของตารางทาง 5 บิทล่างของพอร์ท A ของ8155 ตัวที่สอง คือ P10-P14 ส่งไปยังตารางการสวิทช์และข้อมูลจะส่งออกทางพอร์ท B ของ 8155 ตัวที่หนึ่งออกไปยังตารางการสวิทช์โดยที่ขณะนี้ P15 จะต้องเป็น0 ในการเขียนซิกแนลลิงเพื่อส่งออกในช่องเวลา 16 ก็เช่นกัน แต่P15 จะต้องเป็น 1 หลังจากที่เขียนซิกแนลลิงหรือตารางการสวิทช์เสร็จแล้ว

ส่วนของวงจรไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต่อกับอินเตอร์เฟสบัส คือ P24-P27 จะต่อกับสัญญาณ $\overline{SI1}$-$\overline{SI4}$ ของอินเตอร์เฟสบัส ให้รับซิกแนลลิงจากอุปกรณ์ภายในสถานีที่ถูกโพล P10-P13 จะต่อกับสัญญาณ $\overline{SO1}$-$\overline{SO4}$ ของอินเตอร์เฟสบัส ใช้ส่งซิกแนลลิงไปยังอุปกรณ์ภายในสถานี โดยมี P17 ต่อกับสัญญาณ $\overline{SST}$เป็นสัญญาณสโตรบข้อมูลออกไปยังอุปกรณ์ภายในสถานีที่ถูกโพล ส่วน P16 จะต่อกับสัญญาณ SSL ใช้เลือกชุดของซิกแนลลิง

สัญญาณ ACK จากอินเตอร์เฟสบัสจะต่อกับ SID ของ 8085 เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์รับรู้ว่า อุปกรณ์ได้รับสัญญาณ SET และ CLEAR ที่เกิดในช่องเวลา 16 และ 0 ตามลำดับแล้ว ส่วนสัญญาณจากวงจรนับเวลาจะต่อเข้ากับขา $\overline{TIM\ IN}$ ของ 8155 ตัวที่หนึ่งและตัวที่สอง โดยจะทำหน้าที่เป็นฐานเวลา เพื่อใช้นับเวลาตามที่ไมโครโปรเซสเซอร์ตั้งไว้ เมื่อหมดเวลาที่



รูปที่ 3.20 แสดงบล็อกไดอะแกรมของหน่วยควบคุมสถานี



รูปที่ 3.21 แสดงวงจรการทำงานของหน่วยควบคุมสถานี

ตั้งไว้ ขา TIM OUT ของ 8155 ตัวที่หนึ่ง จะเกิดพัลซ์ 0 แสดงว่าหมดเวลาที่ตั้งไว้ สัญญาณ TIM OUT จะต่อผ่าน U209 ออกมาที่ขา RST5.5 และ INTR ของ 8085 เพื่ออินเตอร์รัพท์ให้ไมโครโปรเซสเซอร์รับรู้ด้วย

สัญญาณอินเตอร์รัพท์ (FER, LER) จะต่อจากวงจรตรวจจับสัญญาณซิงค์ในช่องเวลา 0 ซึ่งถ้าเกิด Frame Error หรือ Loop Error สัญญาณอินเตอร์รัพท์จะเป็น 0 สัญญาณอินเตอร์รัพท์ จะต่อผ่านU209 ออกมาที่ขา RST7.5 ของ 8085 เพื่ออินเตอร์รัพท์ให้ไมโครโปรเซสเซอร์ด้วย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5.3 <u>แผนผังหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท ของหน่วยควบคุมสถานี</u> ในส่วนหน่วยความจำทั้งหมดของหน่วยควบคุมสถานี จะมีการแบ่งการใช้งานกัน ดังตารางที่ 3.2 นี้ :

แอดเดรสของหน่วยความจำ (เลขฐานสิบหก)	อุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วย
0000 - 1FFF*	ROM (INTERNAL)
0000 - 3FFF*	RAM (EXTERMNAL)
4000 - 40FF	8155 (1)
8000 - 80FF	8155 (2)

ตารางที่ 3.2 แสดงถึงการจัดตำแหน่งของหน่วยความจำ

เครื่องหมาย * ในตารางแสดงว่า ที่แอดเดรสช่วงนี้มีการซ้ำซ้อนกันเป็นเพราะ ในแอดเดรสส่วนของหน่วยความจำที่ใช้กับ RAM นั้น จะใช้ในช่วงเฉพาะการพัฒนาซอฟท์แวร์เท่านั้น

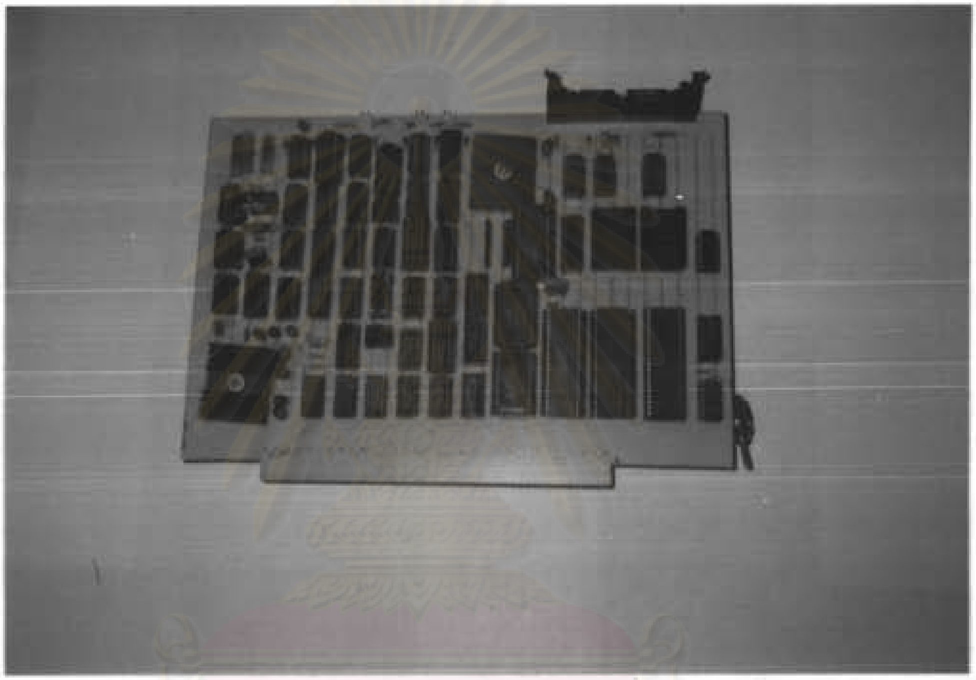
สำหรับอุปกรณ์อินพุท - เอาท์พุท ของหน่วยควบคุมสถานี มีการแบ่งการใช้งานกัน ดังตารางที่3.3

หมายเลขของพอร์ท	อุปกรณ์ที่ต้องการจะติดต่อด้วย
00 - 2F	RAM 6310
30 - 3F	DISPLAY MONITOR
40 - 7F	8155 (1)
80 - BF	8155 (2)
C0 - FF	8251

ตารางที่ 3.3 แสดงการจัดตำแหน่งอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท ของหน่วยควบคุมสถานี

จากการพัฒนาดังกล่าวนี้ ทำให้วงจรใหม่สามารถทำงานแทนวงจรเดิมที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8035 ได้ กล่าวคือสามารถงานร่วมกับฮาร์ดแวร์ส่วนอื่น ๆ ที่ได้สร้างขึ้นแล้วได้ ประเด็นที่สองคือ การออกแบบส่วนที่ทำหน้าที่ในการสวิทช์ ระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับวงจรอุปกรณ์พัฒนาซอฟท์แวร์ภายนอก ซึ่งประเด็นหลังนี้จะให้ความสะดวกในการพัฒนาซอฟท์แวร์เป็นอันมาก

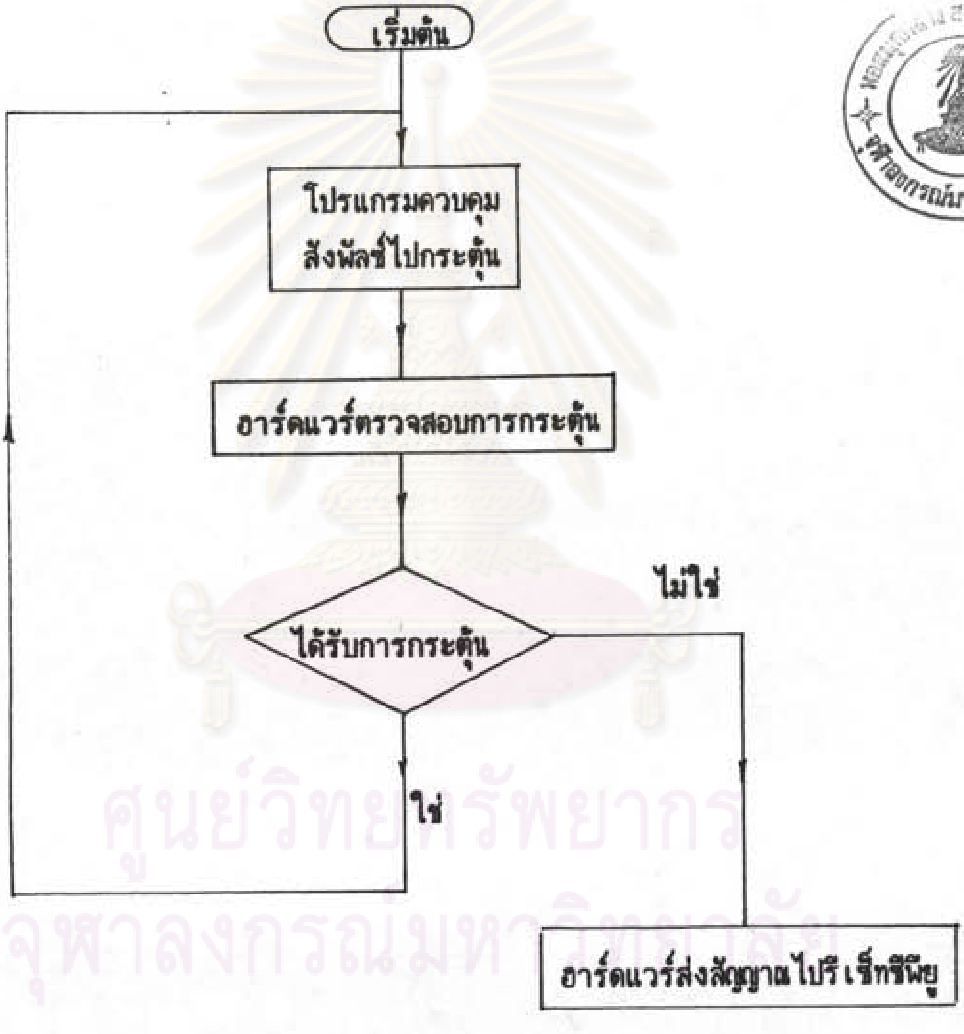
รูปที่ 3.22 แสดงภาพถ่ายของหน่วยควบคุมสถานีที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8085 ที่ได้จัดสร้างขึ้นซึ่งสามารถบรรจุอยู่บนบอร์ดขนาด 17.5 ซ.ม. x 25 ซ.ม. ได้



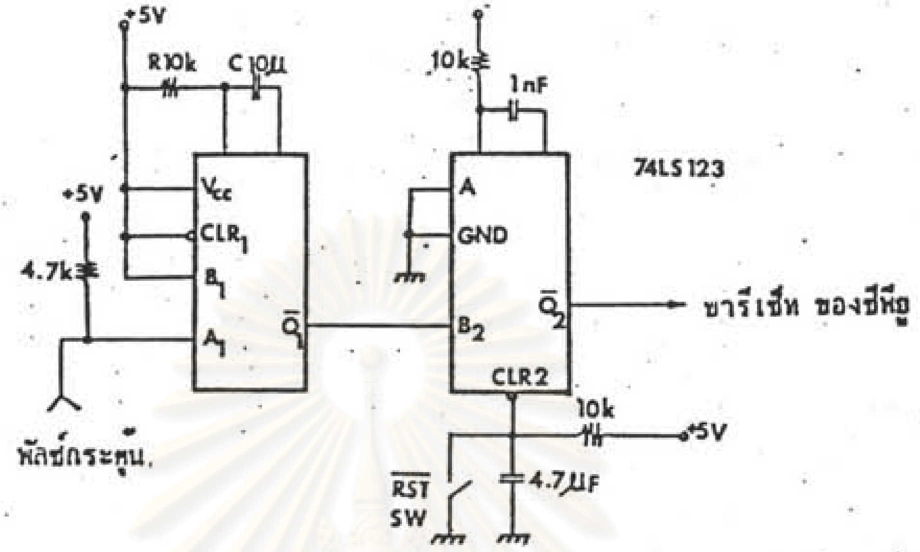
รูปที่ 3.22 แสดงภาพถ่ายของหน่วยควบคุมสถานีที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8085

3.5.4 <u>วงจรวอชท์ด็อก</u> (Watch Dog) ในการนำระบบไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้กับวงจรควบคุมนั้น ผู้ทดลองมักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนจากแหล่งต่างๆเช่นจากวงจรไฟฟ้ากำลัง วงจรแหล่งจ่ายไฟ วงจรรับส่งคลื่นวิทยุและสัญญาณรบกวนที่มาตามสายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ สัญญาณรบกวนดังกล่าวเหล่านี้ต่างก็เป็นสาเหตุที่ทำให้วงจรไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานผิดพลาดไปหรือหยุดทำงาน เพื่อที่จะแก้ปัญหาเหล่านี้จึงได้มีการค้นคิดวิธีการนำวงจรทางฮาร์ดแวร์เข้ามาตรวจสอบการทำงานของซอฟท์แวร์ว่าซอฟท์แวร์ยังทำงานถูกต้องอยู่หรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องก็จะมีสัญญาณมารีเซ็ทไมโครโปรเซสเซอร์ให้เริ่มต้นการทำงานใหม่โดยมีหลักการดังนี้ เนื่องจากโปรแกรมควบคุมมีการทำงานเป็นวงรอบ ไปโพลลิ่งอ่านสถานะจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดเวลาดังนั้นเมื่อจบการทำงานของวงรอบหนึ่ง ๆ จะมีการส่งพัลซ์มากระตุ้นฮาร์ดแวร์ให้ทราบ ถ้าพัลซ์กระตุ้นนี้หายไป แสดงว่าโปรแกรมควบคุมทำงานหลุดออกจากวงรอบไป ฮาร์ดแวร์ก็จะรีเซ็ทให้เริ่มต้นทำงานใหม่ทันที ดังโฟลว์ชาร์ทในรูปที่ 3.23 สำหรับฮาร์ดแวร์ของวงจร

วอชท์ด็อกนั้น [5] ใช้ไอซี 74LS123 ซึ่งเป็นไอซีโมโนสเตเบิล 2 ตัว ดังรูปที่3.24 โดยไอซีตัวแรกมีหน้าที่รับการกระตุ้นจากวงจรถอดรหัส หมายเลขพอร์ท C0H ซึ่งพอร์ทบิทนี้จะถูกโปรแกรมสั่งให้ส่งพัลซ์ทุก ๆ ครั้งของวงรอบโปรแกรม ดังนั้นโมโนสเตบิทตัวแรกนี้จะได้รับการกระตุ้นตลอดเวลา เอาท์พุทของโมโนสเตเบิลตัวแรกนี้จะได้รับการกระตุ้นตลอดเวลา เอาท์พุทของโมโนสเตเบิลตัวแรกขณะรับการกระตุ้นจะเปลี่ยนสถานะจากลอจิก"1" เป็นลอจิก" 0"



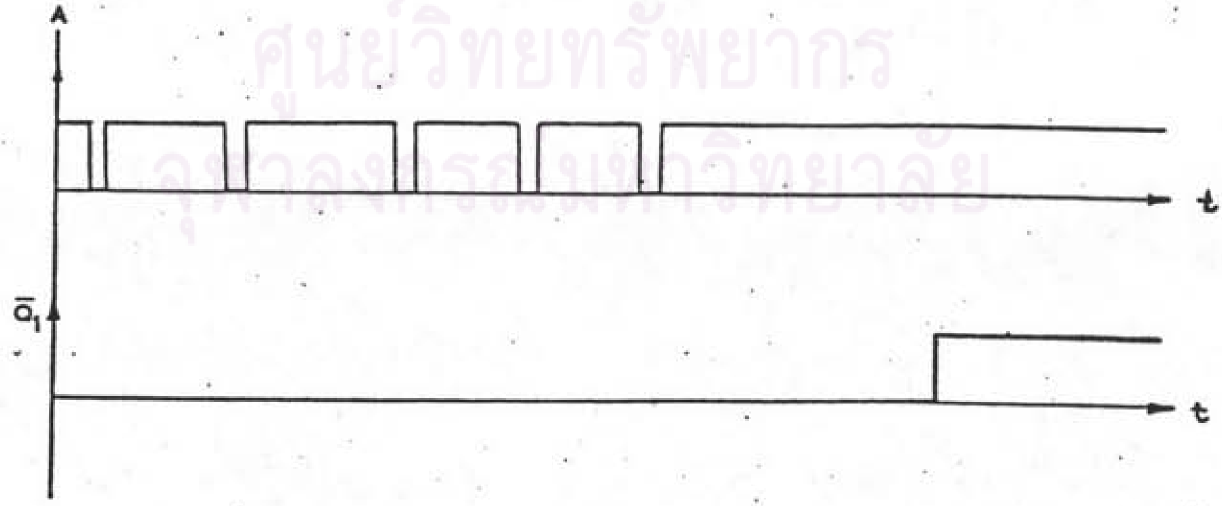
รูปที่ 3.23 แสดงแผนผังการทำงานของวงจร WATCH DOG



รูปที่ 3.24 แสดงวงจรวอชท์ด็อก ซึ่งใช้ไอซี เบอร์ 74LS123

และจะยังคงเอาท์พุทเป็น "0" เช่นนั้น จนกว่าจะไม่ได้รับพัลซ์กระตุ้นเป็นเวลา 0.69 R_1 C_1 วินาที นั่นคือกรณีที่โปรแกรมควบคุมเกิดทำงานผิดปกติไป ขา Q_1 ของโมโนสเตเบิลตัวแรกจะเปลี่ยนลอจิกจาก "0" เป็น "1" ซึ่งจะไปกระตุ้นโมโนสเตเบิลตัวที่สองให้ส่งสัญญาณไปรีเซ็ท หน่วยควบคุมต่อไป ดังรูปที่ 3.25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.25 แสดงสัญญาณเชิงเวลาของวงจรวอชท์ด็อก

3.6 <u>วงจรแหล่งจ่ายไฟ</u>

แหล่งจ่ายไฟภายในข่ายวงจรท้องถิ่น ซึ่งมีหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงไปยังวงจรภาคต่างๆ มีดังต่อไปนี้

ก. +24 โวลท์ และ -24 โวลท์ 2 แอมแปร์
จ่ายให้กับ ภาครับสถานะโทรศัพท์

ข. +7.5 โวลท์ และ-7.5 โวลท์ 2 แอมแปร์
จ่ายให้กับภาควงจรอนาล็อค และไอซี CODEC

ค. 5 โวลท์ 10 แอมแปร์
จ่ายให้กับวงจรภาคดิจิตอล

ง. 90 โวลท์ 1 แอมแปร์
จ่ายให้กับวงจรกระดิ่งโทรศัพท์

สำหรับวงจรเหล่านี้ก็ใช้วงจรแหล่งจ่ายไฟมาตรฐานทั่วไปในการออกแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย