บทที่ 4

การออกแบบฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง

ในบทที่แล้วได้กล่าวถึงการออกแบบอุปกรณ์สื่อสารปลายทางทั้งระบบโดยรวม มิได้เน้นการออกแบบฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ส่วนใดส่วนหนึ่ง ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง ส่วนสำคัญที่สุดสำหรับอุปกรณ์สื่อสารปลายทางที่ออกแบบ ได้แก่ ส่วนที่เชื่อมต่อกับจุดอ้างอิง S ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้ไอซีเบอร์ ISAC-S PEB2085 ของบริษัท Siemens ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับจุดอ้างอิง S เนื่องจากสามารถหาอุปกรณ์และข้อมูลทั้งหมดของไอซีเบอร์นี้ได้ในขณะที่เริ่มทำวิทยานิพนธ์ ดังนั้นก่อนที่จะกล่าวถึงการออกแบบฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง จำเป็นต้องกล่าวถึงสมบัติทางฮาร์ดแวร์ของ PEB2085 เสียก่อน ซึ่งจะกล่าวถึงเฉพาะส่วนที่สำคัญหรือเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเท่านั้น

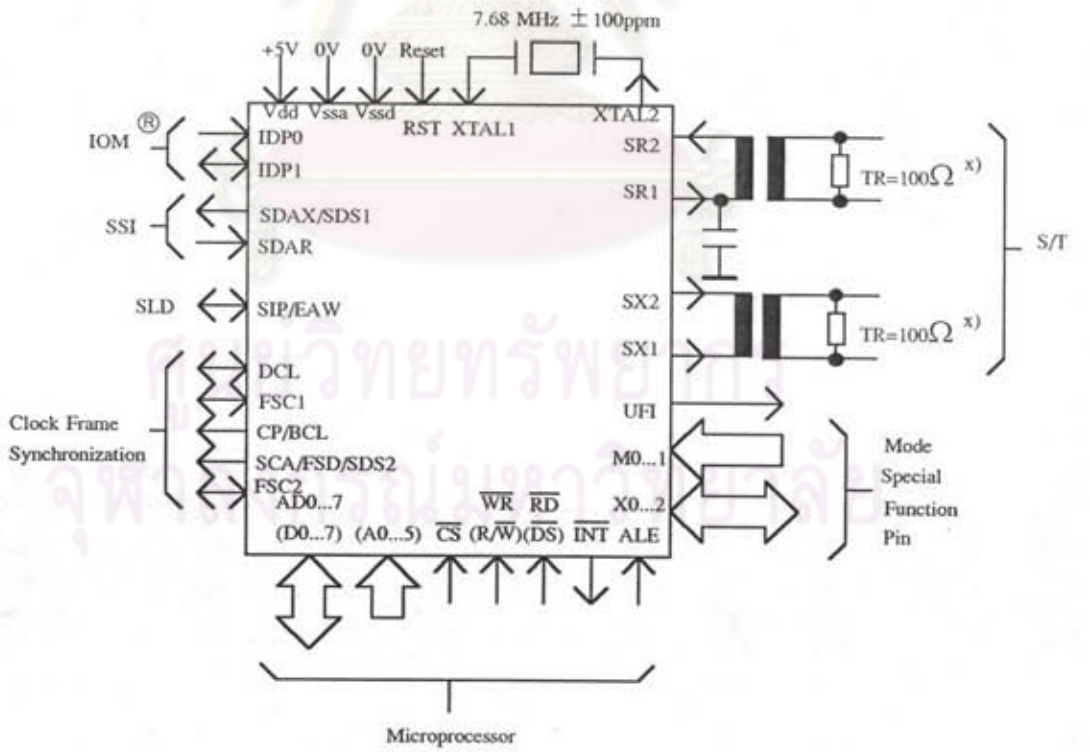
<u>สมบัติทางฮาร์ดแวร์ของ PEB2085</u>

PEB2085 (Siemens AG.,1992a, 1990) เป็นไอซีที่ถูกออกแบบให้สามารถทำงานตามโปรโตคอลในชั้นที่ 1 ทั้งหมด (ITU-T, 1988a) และชั้นที่ 2 (ITU-T ,1988b) บางส่วนตามแบบจำลองมาตรฐานของไอเอสดีเอ็นแบบ Basic access โดยสามารถเชื่อมต่อกับจุดอ้างอิงได้หลายแบบ ในวิทยานิพนธ์นี้ออกแบบให้เชื่อมต่อกับจุดอ้างอิง S แบบ Basic Access ซึ่งใช้คู่สายเป็นแบบสาย 4 เส้น (4-wire) โดย PEB2085 มีสมบัติทางฮาร์ดแวร์ คือ

- Full Duplex 2B+D S/T Interface transceiver ตามมาตรฐาน ITU-T I.430-I.431
- การเปลี่ยนโครงสร้างของเฟรมระหว่าง S/T interface และ IOM (Siemens AG.,1992)
- ควบคุมการใช้งานของช่องสัญญาณ D
- การ Activate และการ Deactivate และ Automatic wake-up จากสถานะ power-down (Siemens AG.,1989)
- สามารถเข้าถึง S และ Q bit ของ S/T interface ได้
- ปรับระดับเทรชโฮลด์ของสัญญาณที่รับได้โดยอัตโนมัติ
- สนับสนุนโปรโตคอล LAP-D
- FIFO Buffer ขนาด 32 ไบท์ แต่สามารถรับส่งข้อมูลได้สูงสุด 4,096 ไบท์ต่อ 1 เฟรม

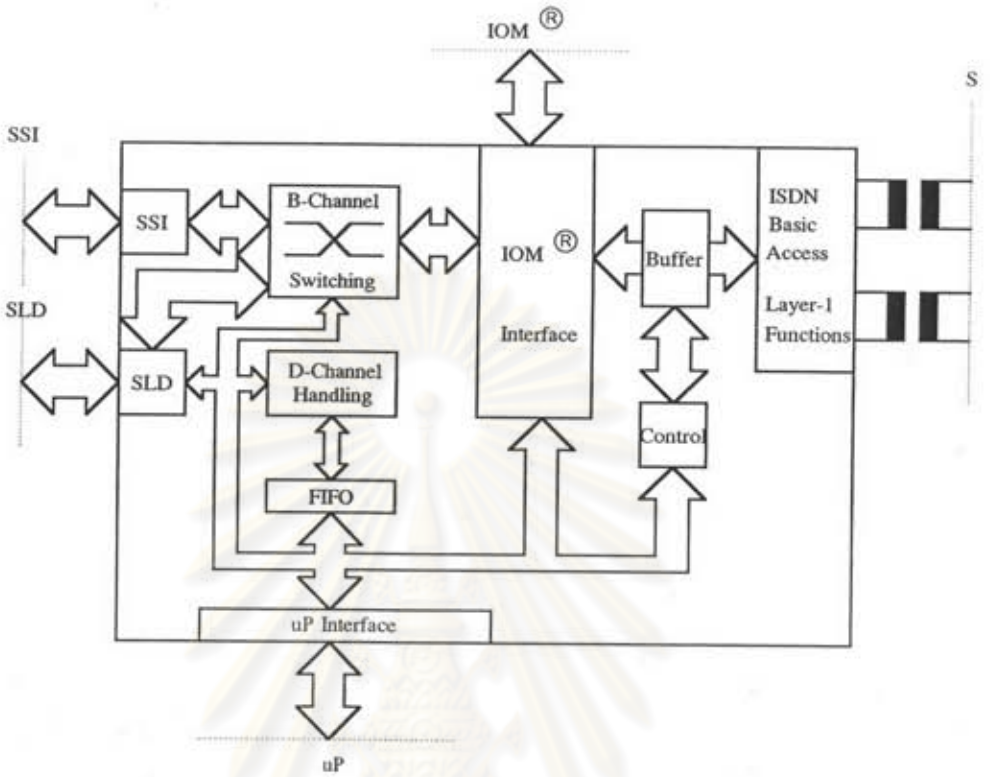
- เชื่อมต่อกับตัวประมวลผลแบบ 8-bit ทั้งแบบ multiplex และ non-multiplex bus mode
- สามารถเชื่อมต่อแบบอนุกรมได้ทั้ง IOM-1, SLD, SSI และ IOM-2 (Siemens AG., 1992a, 1990)
- มี IOM-1/IOM-2 MONITOR และโปรโตคอลของช่องสัญญาณ C/I สำหรับควบคุมอุปกรณ์รอบข้าง (Peripheral Devices) (Siemens AG.,1992a, 1990)
- ตัวประมวลผลสามารถเข้าถึงช่องสัญญาณ B และ intercommunication channel ได้
- B-channel switching
- Watchdog timer
- Test loops
- Advances CMOS technology
- กินพลังงานต่ำ คือ ในภาวะ standby 8 mW และในภาวะ active 80 mW

รายละเอียดการจัดวางขาและหน้าที่ของขาต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.1 ส่วนรูปที่ 4.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ PEB2085 ส่วนรายละเอียดอื่นๆ เช่น IOM, SLD



x) Terminating resistors only at the far ends of the connection.

รูปที่ 4.1 แสดงการจัดวางขาและหน้าที่ของขาต่างๆ ของ PEB2085



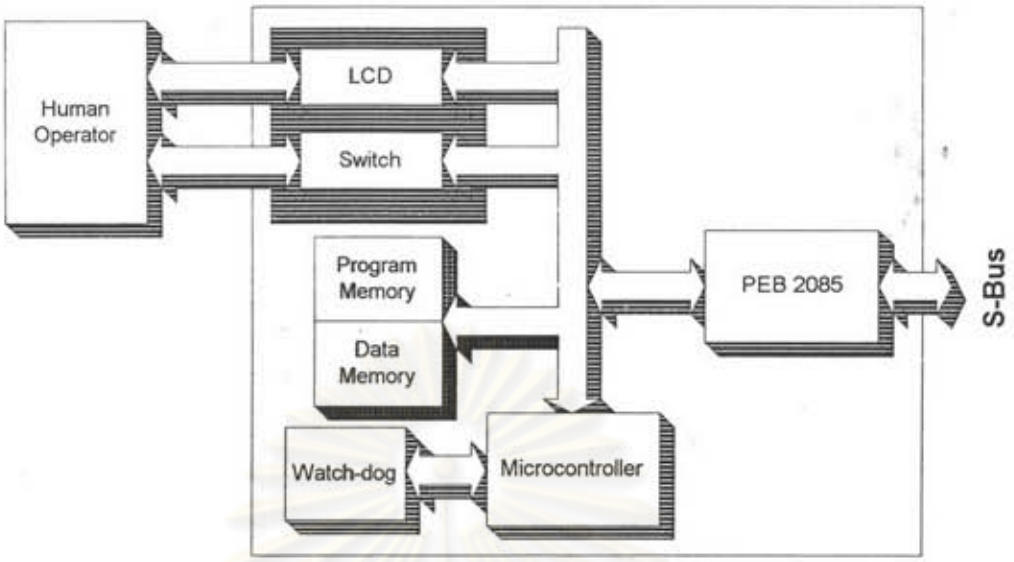
รูปที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรมของ PEB2085

วิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้งาน PEB2085 ให้ทำงานใน IOM-1 mode ทั้งอุปกรณ์สื่อสารปลายทางและ LT-S สำหรับอุปกรณ์สื่อสารปลายทางทำงานใน SSI interface, timing mode 0 และทำงานประสานกับสัญญาณนาฬิกาที่จุดอ้างอิง S ส่วน LT-S ทำงานใน SLD interface, timing mode 1 และรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกเพื่อกำหนดจังหวะการทำงานของระบบทั้งหมด ทั้งอุปกรณ์สื่อสารปลายทางและ LT-S

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การออกแบบฮาร์ดแวร์</u>

จากการออกแบบในบทที่ 3 หลังจากที่เลือกตัวประมวลผลแล้วก็จะทราบทรัพยากรทางฮาร์ดแวร์ที่มีและทรัพยากรที่ต้องการ จึงทำการออกแบบฮาร์ดแวร์ได้บล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง

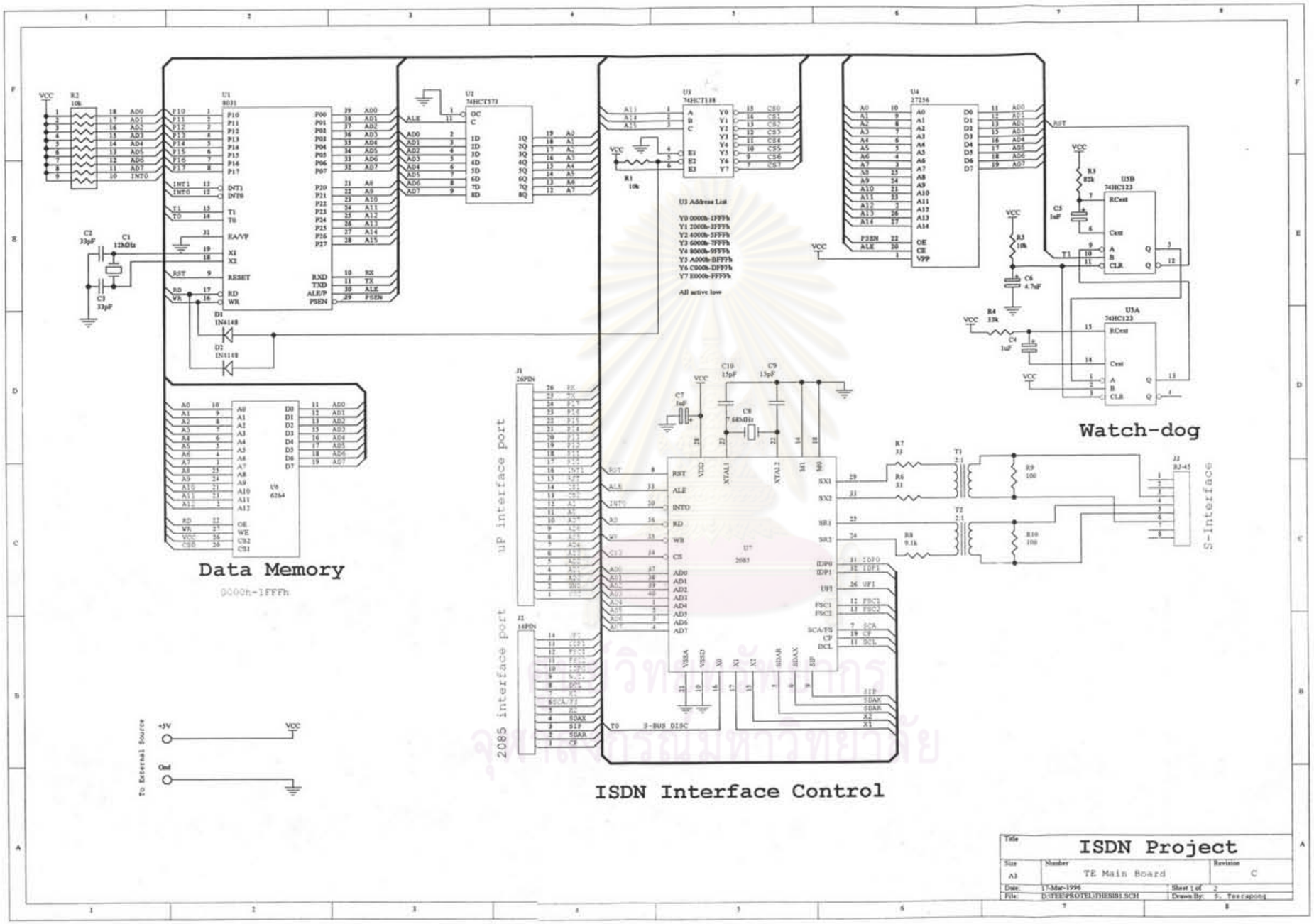
จากรูปที่ 4.3 สามารถฮาร์ดแวร์แบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. ส่วนประมวลผล ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ หน่วยความจำข้อมูล หน่วยความจำโปรแกรมและ Watch-dog ซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปรีเซตไมโครคอนโทรลเลอร์ในขณะที่เริ่มจ่ายแรงดันให้แก่อุปกรณ์สื่อสารปลายทางและในกรณีที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ส่งสัญญาณมาที่ watch-dog ภายในเวลาที่กำหนด เพื่อเป็นการป้องกันการหยุดการทำงานของอุปกรณ์สื่อสารปลายทางทางด้านฮาร์ดแวร์

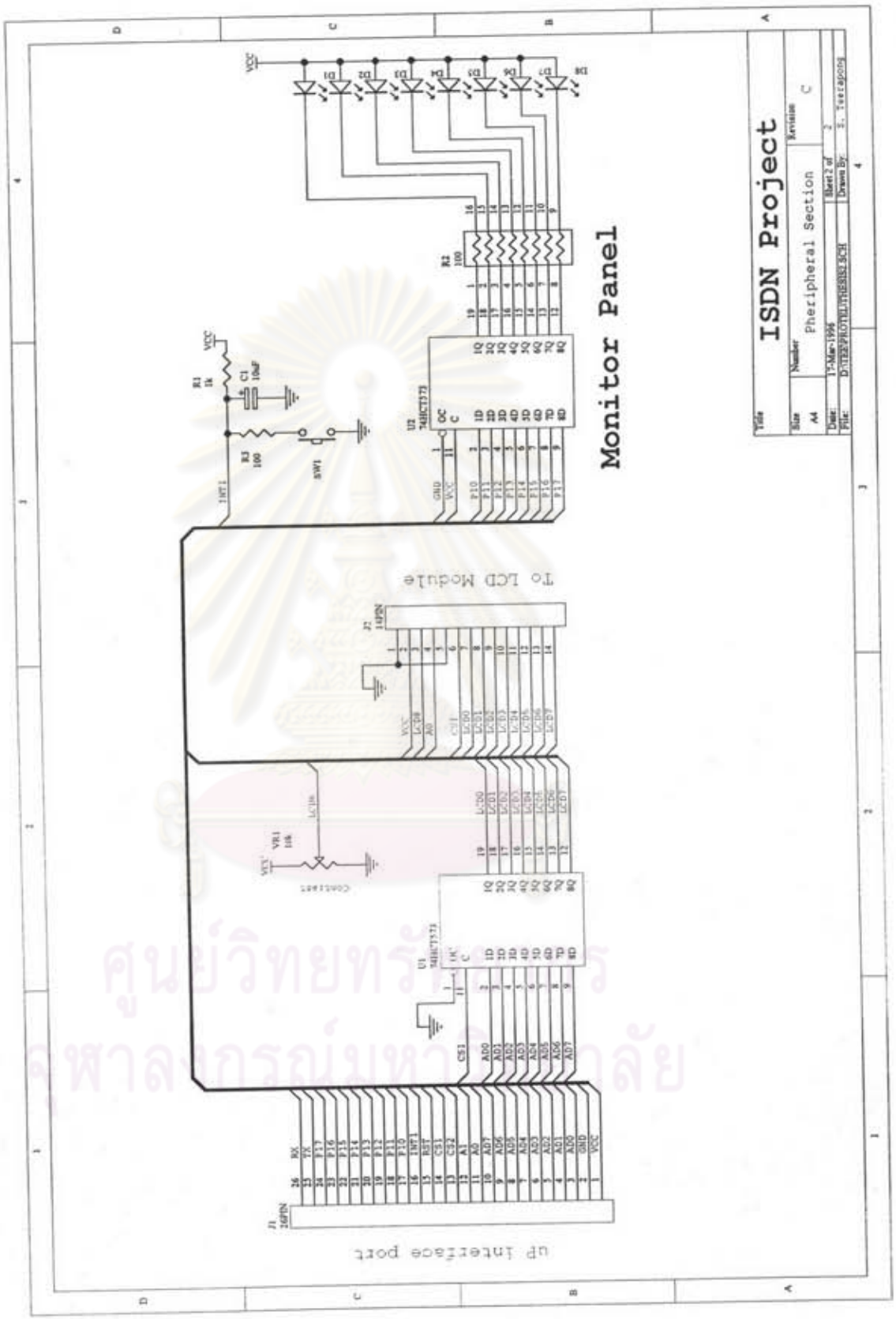
2. ส่วนเชื่อมต่อกับจุดอ้างอิง S ได้แก่ PEB2085 ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไปแล้วข้างต้น

3. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ได้แก่ จอ LCD และปุ่มกด จอ LCD ที่ใช้ได้เลือกใช้ LCD module ขนาด 2 แถว 16 ตัวอักษร ซึ่งเป็นจอ LCD ที่รวมเอาจอ LCD และวงจรควบคุมเอาไว้ด้วยกัน การใช้งานเพียงแต่ส่งข้อมูลหรือคำสั่งที่เหมาะสมไปที่ LCD module จอ LCD ก็จะแสดงผลตามต้องการ

หลังจากออกแบบบล็อกไดอะแกรมแล้ว จึงออกแบบฮาร์ดแวร์ในรายละเอียดซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบส่วนที่เป็นดิจิตอลและส่วนที่เป็นอนาลอก รูปที่ 4.4 แสดงถึงวงจรของอุปกรณ์สื่อสารปลายทางที่ออกแบบไว้



รูปที่ 4.4 (ก) แสดงวงจรของอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง



รูปที่ 4.4 (ข) แสดงวงจรของอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง

จากรูปที่ 4.4 (ก) ส่วนที่เป็นอนาลอกได้แก่ R9, R10, T1, T2, R6, R7 และ R8 ถึงแม้ส่วนนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์จำนวนน้อยแต่มีความสำคัญมาก การออกแบบจึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษตั้งแต่ค่าที่เลือกใช้จนถึงการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board) เนื่องจากเกี่ยวข้องกับอิมพีแดนซ์และสัญญาณที่จุดอ้างอิง S (Siemens AG., 1989) วงจรในรูปที่ 4.4 (ก) ถือว่าเป็นวงจรหลักของอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง ได้ออกแบบให้รวมส่วนประมวลผลและส่วนเชื่อมต่อกับจุดอ้างอิง S ไว้ด้วยกันโดยมีขั้วต่อออกภายนอก เพื่อให้ผู้จะที่นำไปพัฒนาต่อสามารถออกแบบฮาร์ดแวร์ให้เชื่อมต่อที่ขั้วต่อนี้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ของส่วนวงจรหลักอีก

รูปที่ 4.4 (ข) เป็นวงจรรอบข้าง (Peripheral) ที่ต่อกับวงจรหลัก ประกอบด้วยส่วนเชื่อมต่อกับ LCD Module ส่วนปุ่มกดและส่วนสำหรับติดตามการทำงานของโปรแกรม ได้แก่ U2, R2 และ D1 ถึง D8 มี U2 ทำหน้าที่เป็นวงจรกันชน (buffer) เพื่อจ่ายกระแสให้ LED เท่านั้น การติดตามการทำงานของโปรแกรมใช้วิธีแทรกคำสั่งที่สั่ง D1 ถึง D8 ให้สว่างหรือดับตามต้องการในส่วนต่างๆ ของโปรแกรม

<u>การทดสอบฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง</u>

หลังจากออกแบบฮาร์ดแวร์เรียบร้อยแล้ว ต่อไปเป็นการออกแบบหรือหาวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบฮาร์ดแวร์ที่สร้างขึ้น ซึ่งได้ใช้วิธีเขียนโปรแกรมสั้นๆ เพื่อทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์แต่ละส่วน ส่วนสำคัญส่วนแรกที่ต้องทดสอบ ได้แก่ ส่วนติดตามการทำงานของโปรแกรม เนื่องจากเป็นส่วนที่ง่ายที่สุดและเป็นส่วนสำคัญที่ใช้สำหรับทดสอบฮาร์ดแวร์ในส่วนอื่นๆ ด้วย ส่วนสุดท้ายที่ควรทดสอบ ได้แก่ PEB2085 เนื่องจากเป็นส่วนที่ทำงานซับซ้อนที่สุด สำหรับการทดสอบฮาร์ดแวร์ของ PEB2085 ใช้วิธีเขียนข้อมูลไปที่ PEB2085 และสังเกตการตอบสนองของ PEB2085 โดยไม่จำเป็นต้องสั่งงานให้ PEB2085 ทำงานเต็มที่ เนื่องจากต้องการทดสอบการทำงานทางฮาร์ดแวร์เท่านั้น หากไม่ทำงานให้ตรวจสอบสัญญาณที่ป้อนเข้าหรือจ่ายออกมาที่ขาต่างๆ โดยใช้ลอจิกอนาไลเซอร์หรือออสซิลโลสโคป

จากการออกแบบฮาร์ดแวร์พบว่าสามารถที่จะนำวงจรจากอุปกรณ์สื่อสารปลายทางที่ได้เคยมีผู้ออกแบบและสร้างไว้มาใช้ได้ เพียงแต่เพิ่มเติมวงจรในส่วนที่ใช้ติดตามการทำงานของโปรแกรมและได้ออกแบบและสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ใหม่ ซึ่งได้คำนึงถึงค่าความต้านทานของลายวงจร การแผ่สนามแม่เหล็กของหม้อแปลงแมทช์ซิ่ง เพื่อแก้ไขการสูญหายของข้อมูล ด้วยการวางอุปกรณ์และการเดินลายวงจรที่เหมาะสม หลังจากแก้ไขแล้วอุปกรณ์สื่อสารปลายทางในวิทยานิพนธ์นี้สามารถรับส่งข้อมูลขนาด 4,096 ไบท์ใน 1 เฟรมได้โดยข้อมูลไม่สูญหาย

I 16892069