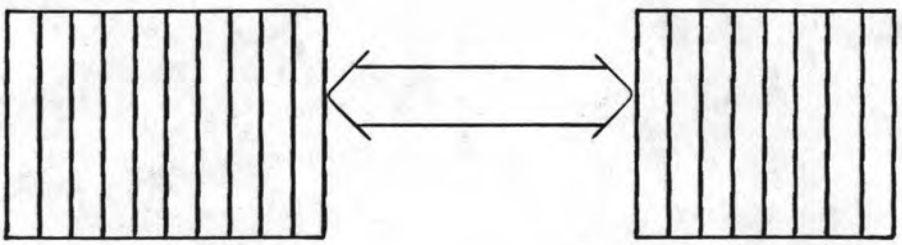
บทที่ 3

ฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุมชนิดโปรแกรมได้

บทนี้จะกล่าวถึงฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุมชนิดโปรแกรมได้ ที่ออกแบบสร้างในการวิจัยครั้งนี้ โดยจะเริ่มจากลักษณะโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์และการทำงานของระบบ ต่อจากนั้นจะกล่าวถึงฮาร์ดแวร์ของโมดูลต่าง ๆ ที่ออกแบบสร้าง รวมถึงฮาร์ดแวร์ของตัวป้อนโปรแกรม (Hand-held programming console)

3.1 ลักษณะโครงสร้างของระบบ

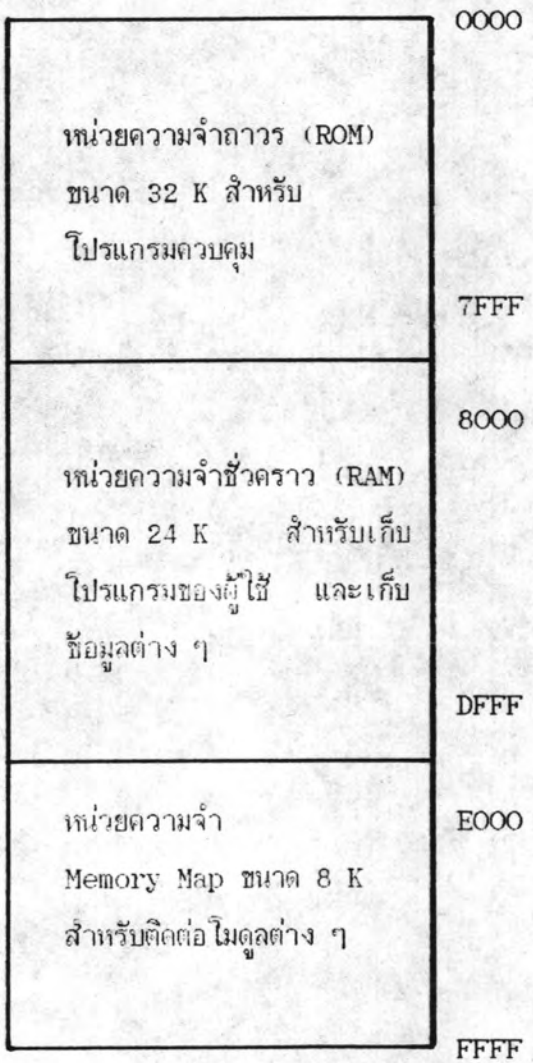
ระบบประกอบด้วยสองส่วนใหญ่ๆ คือ แผงช่องเสียบ(Panel board) กับโมดูลต่างๆ โดยโมดูลจะเสียบต่อบนแผงช่องเสียบ โมดูลต่าง ๆ ที่ออกแบบได้แก่ โมดูลหน่วยประมวลผล โมดูลแสดงผลและคีย์บอร์ด โมดูลอินพุทและเอาท์พุทแบบต่าง ๆ ระบบที่ออกแบบจะมีช่องเสียบสำหรับโมดูลประมวลผล โมดูลแสดงผลและคีย์บอร์ดโดยเฉพาะ ส่วนที่เหลือนอกนั้นเป็นช่องเสียบสำหรับโมดูลอินพุท และโมดูลเอาท์พุทชนิดต่าง ๆ แผงช่องเสียบของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Basic unit และ Expansion unit โดยที่แต่ละยูนิตจะสามารถต่อโมดูลอินพุท/เอาท์พุทได้ถึง 8 โมดูล *



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะช่องเสียบ (panel board) ของเครื่อง PC

* สำหรับโมดูลหน่วยประมวลผลและโมดูลแสดงผลและคีย์บอร์ดจะต่ออยู่ที่ Basic unit เสมอ

เครื่อง PC ที่ออกแบบนี้จะใช้ซีพียูเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิท เบอร์ Z80A เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยที่วงจรในส่วนควบคุมทั้งหมดจะอยู่ในโมดูลประมวลผล ส่วนโมดูลอื่น ๆ จะติดต่อกับโมดูลประมวลผลและถูกควบคุมโดยโมดูลประมวลผล การติดต่อระหว่างโมดูลประมวลผลกับโมดูลอื่นๆ จะติดต่อในลักษณะของ I/O Map และ Memory Map สำหรับการจัดแบ่งหน่วยความจำของระบบเป็นดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงการจัดแบ่งหน่วยความจำของเครื่อง PC

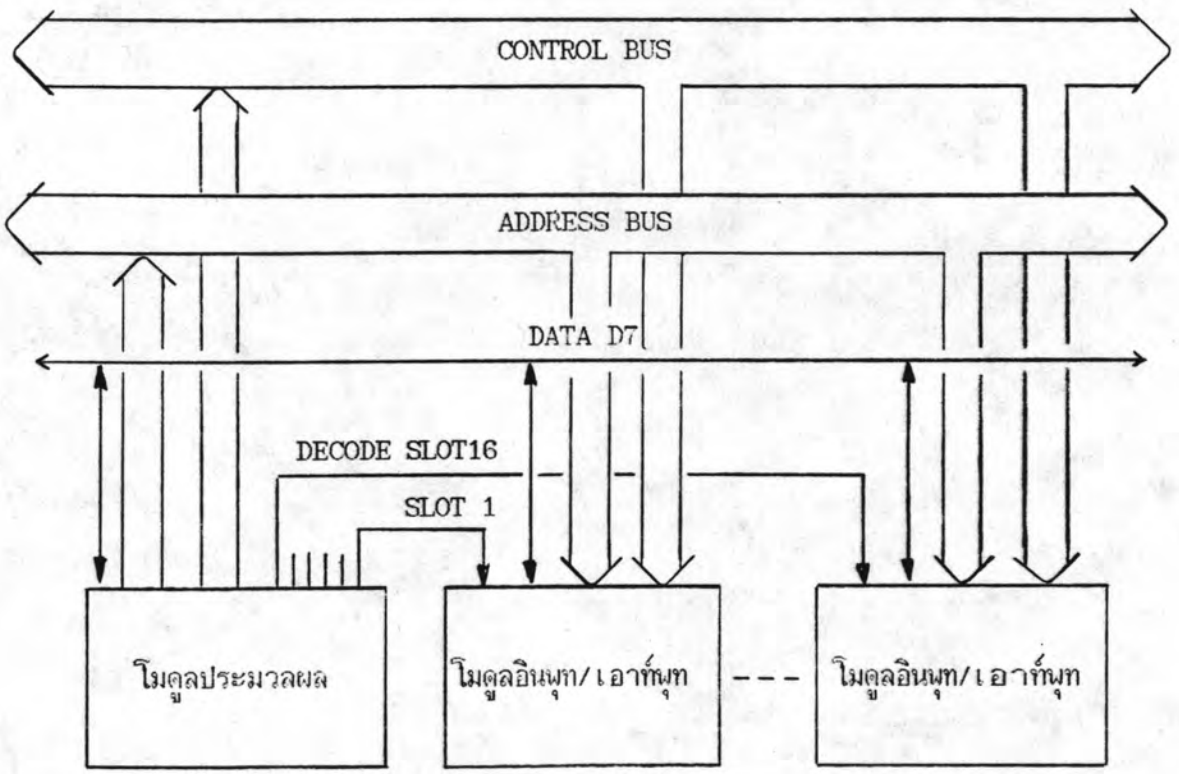
การติดต่อระหว่างโมดูลประมวลผลและโมดูลอินพุท/เอาท์พุท จะใช้การติดต่อผ่านหน่วยความจำ Memory Map ขนาด 8K นี้ในเครื่อง PC ที่ออกแบบนี้จะให้สามารถต่อโมดูลอินพุท/เอาท์พุทได้สูงสุด 16 โมดูล โดยมีการจัดแบ่งMemory Mapสำหรับการติดต่อของโมดูลต่างๆ ดังนี้

E000

Slot 1 : E000 - E1FF
Slot 2 : E200 - E3FF
Slot 3 : E400 - E5FF
Slot 4 : E600 - E7FF
Slot 5 : E800 - E9FF
Slot 6 : EA00 - EBFF
Slot 7 : EC00 - EDFF
Slot 8 : EE00 - EF00
Slot 9 : F000 - F1FF
Slot 10 : F200 - F3FF
Slot 11 : F400 - F5FF
Slot 12 : F600 - F7FF
Slot 13 : F800 - F9FF
Slot 14 : FA00 - FBFF
Slot 15 : FC00 - FDFF
Slot 16 : FE00 - FFFF

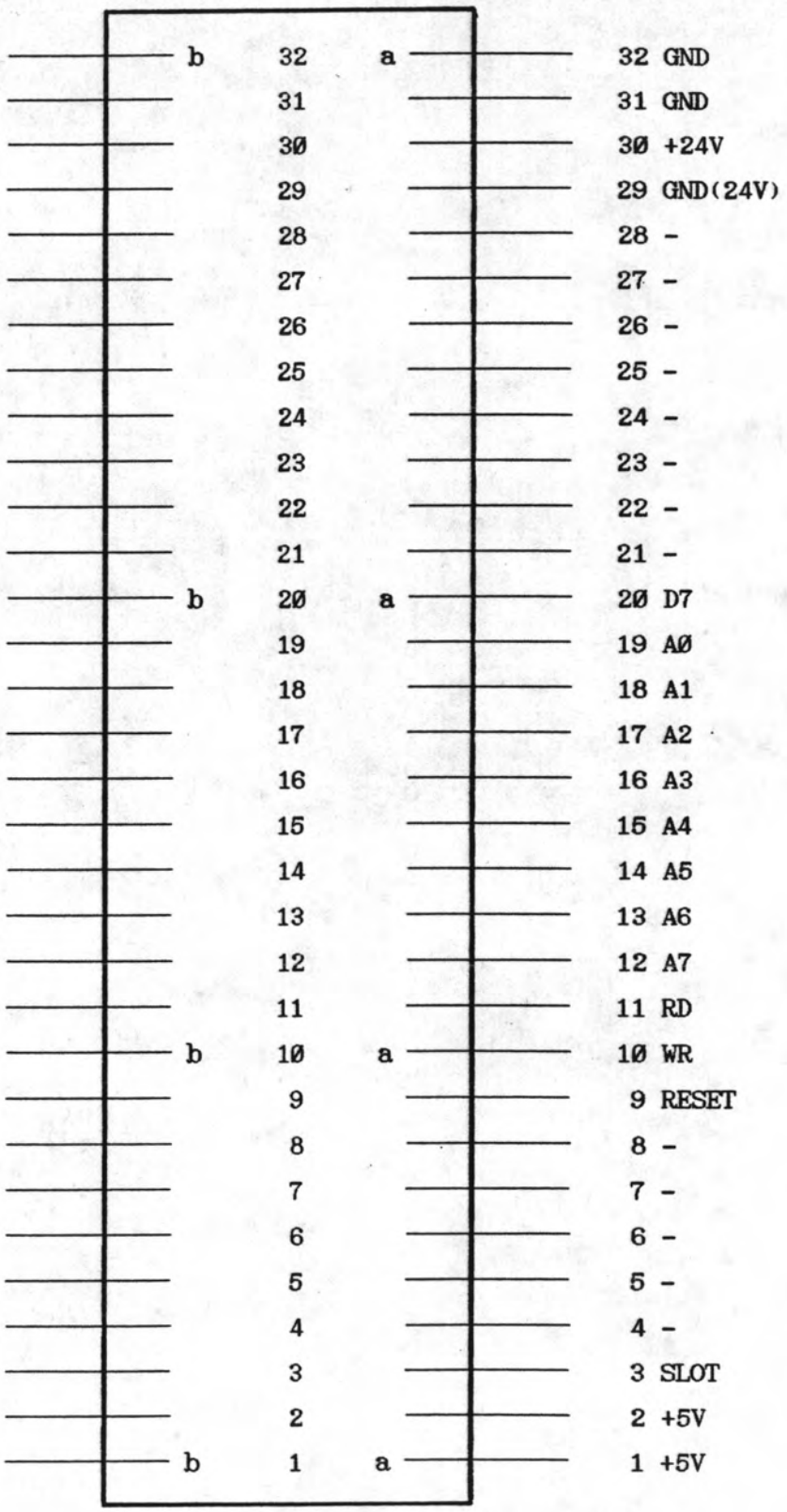
FFFF

การติดต่อของโมดูลอินพุท/เอาท์พุทต่างๆ กับโมดูลประมวลผลจะติดต่อผ่านหน่วยความจำ Memory Map ของ Slot นั้นๆ ที่โมดูลเสียบอยู่ สำหรับสัญญาณควบคุมการเลือกของ Memory Map แต่ละ Slot นั้น จะทำการดีโค้ดและส่งมาจากโมดูลประมวลผลไปยังสล๊อตต่าง ๆ สำหรับลักษณะการติดต่อสัญญาณของโมดูลต่าง ๆ จะเป็นดังนี้



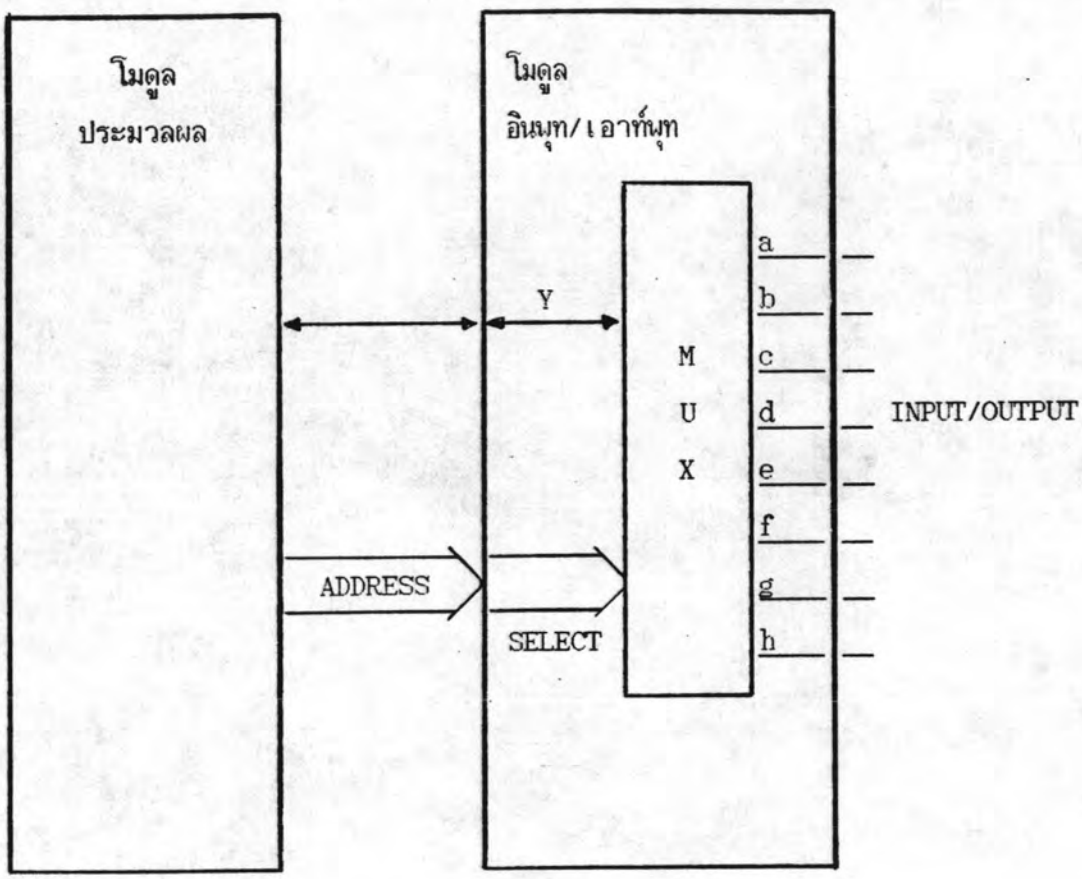
รูปที่ 3.3 แสดงสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อของโมดูลต่าง ๆ

สัญญาณที่ติดต่อระหว่างโมดูลประมวลผล กับโมดูลอินพุท/เอาท์พุทต่าง ๆ ประกอบด้วยสัญญาณแอดเดรสบัส ซึ่งสามารถอ้างอิงตำแหน่งความจำต่าง ๆ ของ Memory Map แต่ละสล๊อตได้ สัญญาณ Control bus เป็นสัญญาณควบคุมการทำงานจากซีพียูมาจากโมดูลประมวลผล สัญญาณดาต้าบัส D7 สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างโมดูลประมวลผลและโมดูลอินพุท/เอาท์พุทต่าง ๆ และสัญญาณดีโค้ด Memory Map ของแต่ละสล๊อตสัญญาณต่าง ๆ ในการติดต่อเหล่านี้จะต่อขนานกับทุก ๆ สล๊อต โดยใช้คอนเน็กเตอร์ขนาด 64 ขา ในการต่อกับโมดูลต่าง ๆ โดยมีตำแหน่งสัญญาณของขาต่าง ๆ ดังนี้



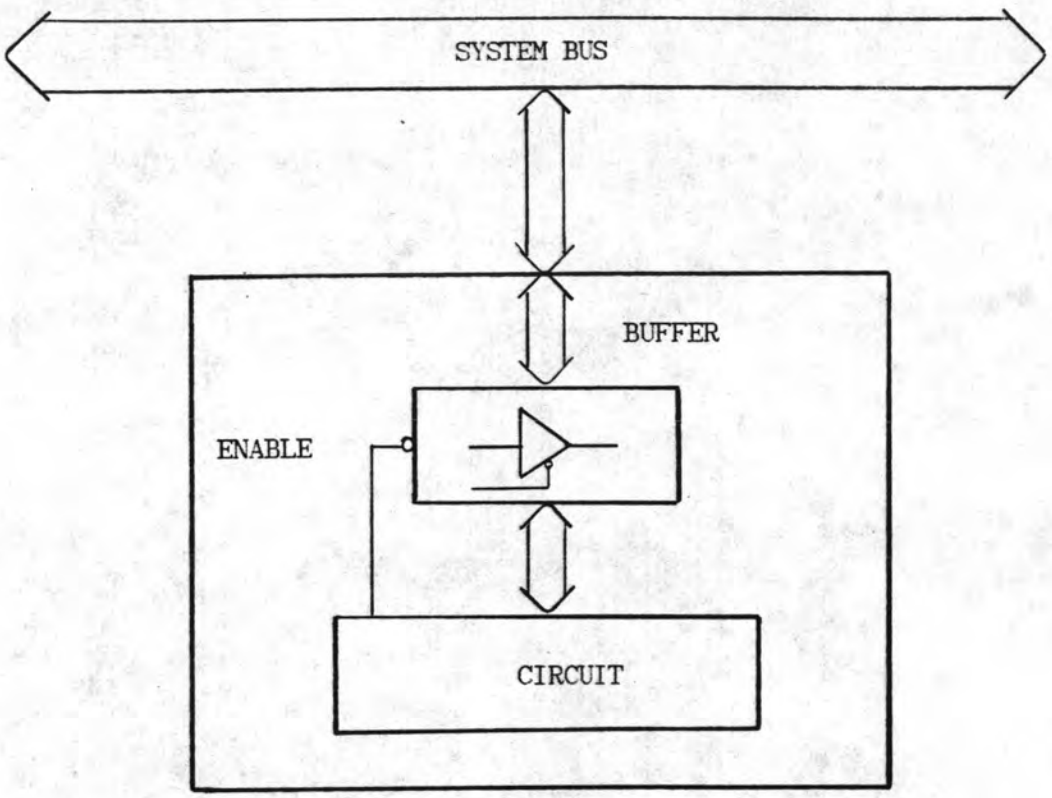
รูปที่ 3.4 แสดงขั้วต่อของสัญญาณต่าง ๆ

การส่งข้อมูลระหว่างโมดูลประมวลผลและโมดูลอินพุท/เอาท์พุทนั้น จะใช้ดาต้าบัสในการส่งข้อมูลเพียง 1 เส้น เพราะการจัดเก็บข้อมูลของอินพุทและเอาท์พุท จะเก็บในลักษณะ 1 ไบท์ต่ออินพุทหรือเอาท์พุท1จุด ซึ่งจะใช้ข้อมูลในการเก็บ 1 บิทเท่านั้น สำหรับการรับส่งข้อมูลหลายๆ ตัว เราก็รับส่งในลักษณะการมัลติเพ็กซ์ โดยจะมีวงจรนี้อยู่ในโมดูลอินพุท/เอาท์พุทต่างๆ ซึ่งมีลักษณะในการรับส่งข้อมูลดังนี้



รูปที่ 3.5 แสดงการรับส่งข้อมูลระหว่างโมดูลประมวลผลกับโมดูลอินพุท/เอาท์พุท

ในการทำงานของเครื่อง PC นั้นการติดต่อระหว่างโมดูลประมวลผล กับโมดูลอินพุท/เอาท์พุทต่าง ๆ จะไม่ได้ติดต่อกันตลอดเวลา แต่จะติดต่อกันเป็นช่วง ๆ คือทุก ๆ 1 รอบการทำงาน (SCAN TIME) ในการทำงานตามโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนดังนั้นเพื่อให้เครื่องมีเสถียรภาพดีขึ้น จึงไม่ควรเชื่อมต่อโมดูลต่างๆ เข้ากับบัสของระบบตลอดเวลา ควรจะเชื่อมเฉพาะเมื่อต้องการติดต่อรับส่งข้อมูลเท่านั้น การทำลักษณะนี้จะช่วยปัญหาลดการรบกวนจากสัญญาณภายนอกมายังระบบซึ่งช่วยทำให้เสถียรภาพของเครื่องดีขึ้น



รูปที่ 3.6 แสดงการเชื่อมต่อบัสของโมดูลกับระบบ

โมดูลอินพุทและเอาท์พุทชนิดต่าง ๆ สามารถต่อเข้ากับเครื่อง PC นี้ ที่ตำแหน่งสล๊อตใด ๆ ก็ได้ โดยผู้ใช้เป็นผู้เลือกตามความสะดวกในการใช้งาน ระบบที่ออกแบบนี้จะต้องสามารถรับรู้ว่ามีโมดูลอะไรต่ออยู่ที่สล๊อตอะไรบ้าง ซึ่งในเครื่อง PC นี้ใช้การสร้างรหัสไว้ที่โมดูลอินพุทและเอาท์พุทต่าง ๆ โดยโมดูลแต่ละชนิดจะมีรหัสที่แตกต่างกันเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง (POWER ON) จะต้องมีการตรวจสอบว่ามีโมดูลอะไรต่ออยู่ในเครื่องที่ตำแหน่งใดบ้าง และมีการสร้างตารางข้อมูลเพื่อใช้ในการติดต่อกับโมดูลเหล่านี้เก็บไว้

3.2 ฮาร์ดแวร์ของส่วนต่าง ๆ

ในหัวข้อที่ผ่านมาได้กล่าวถึงลักษณะโครงสร้างของระบบมาแล้ว ซึ่งคงทำให้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องในลักษณะรวมมาแล้ว สำหรับในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงลักษณะและการทำงานของแต่ละโมดูลที่ออกแบบสร้างไว้ ซึ่งได้แก่

- โมดูลประมวลผล
- โมดูลแสดงผลคีย์บอร์ด และสื่อสาร

- โมดูลอินพุท
- โมดูลเอาท์พุท
- โมดูลอนาลอกอินพุท
- โมดูลกำหนดค่าตัวเลข
- ตัวป้อนโปรแกรม (Hand-held programming console)

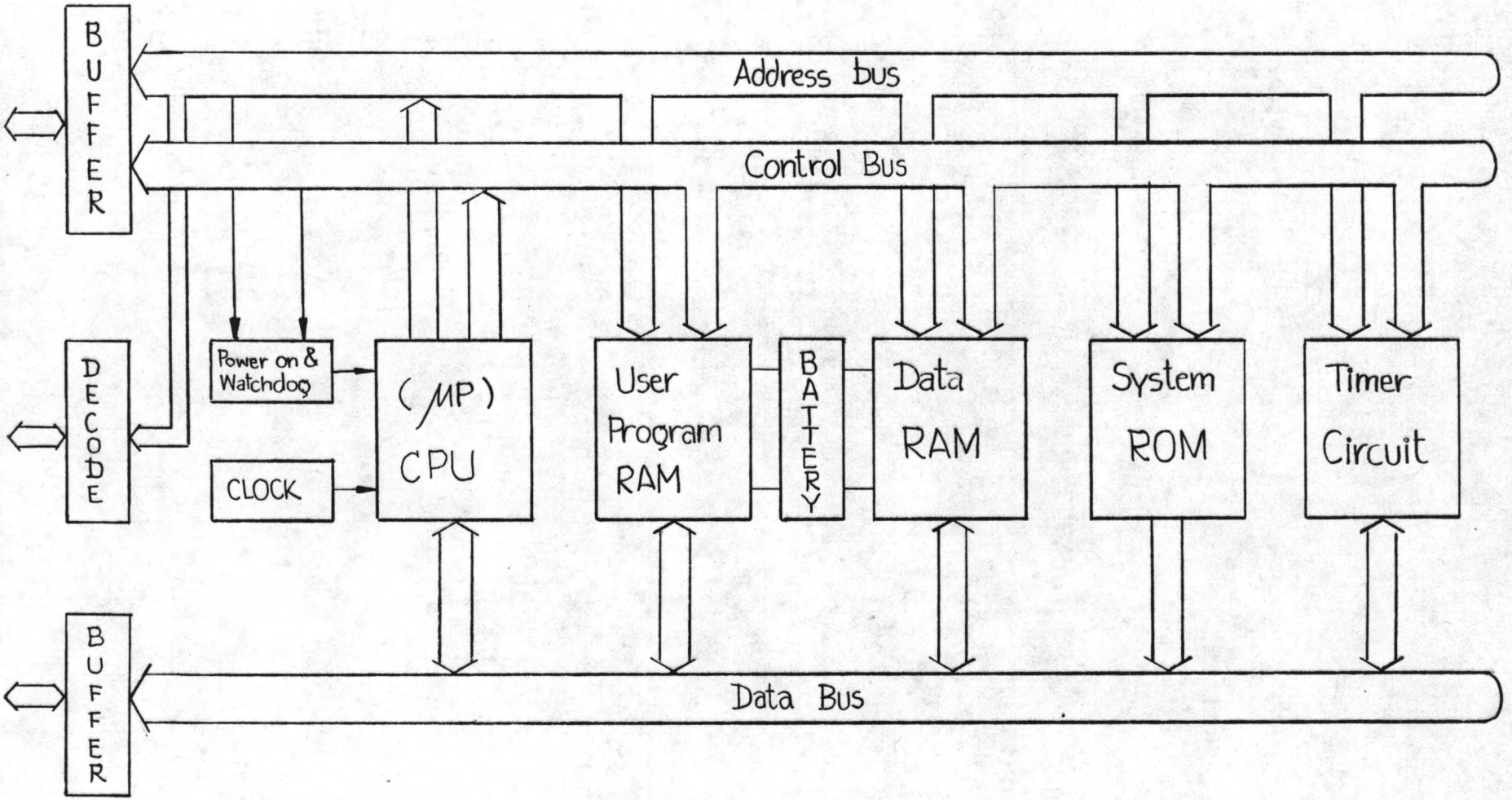
3.2.1 โมดูลประมวลผล

โมดูลนี้จะมีลักษณะเป็นไมโครคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ซึ่งมีวงจรพิเศษบางอย่างเพิ่มขึ้น โมดูลนี้ออกแบบให้สามารถใช้งานเอนกประสงค์ด้วยคือ สามารถนำโมดูลนี้ไปใช้พัฒนากับงานอื่นได้ การทำงานของโมดูลประมวลผลไม่จำเป็นต้องอาศัยโมดูลอื่น ตัวมันเองสามารถทำงานได้โดยอิสระอยู่แล้ว ส่วนประกอบที่สำคัญของโมดูลนี้สามารถแสดงได้ด้วย รูปที่ 3.7 และรูปที่ ก.1 - ก.2 (ภาคผนวก ก)

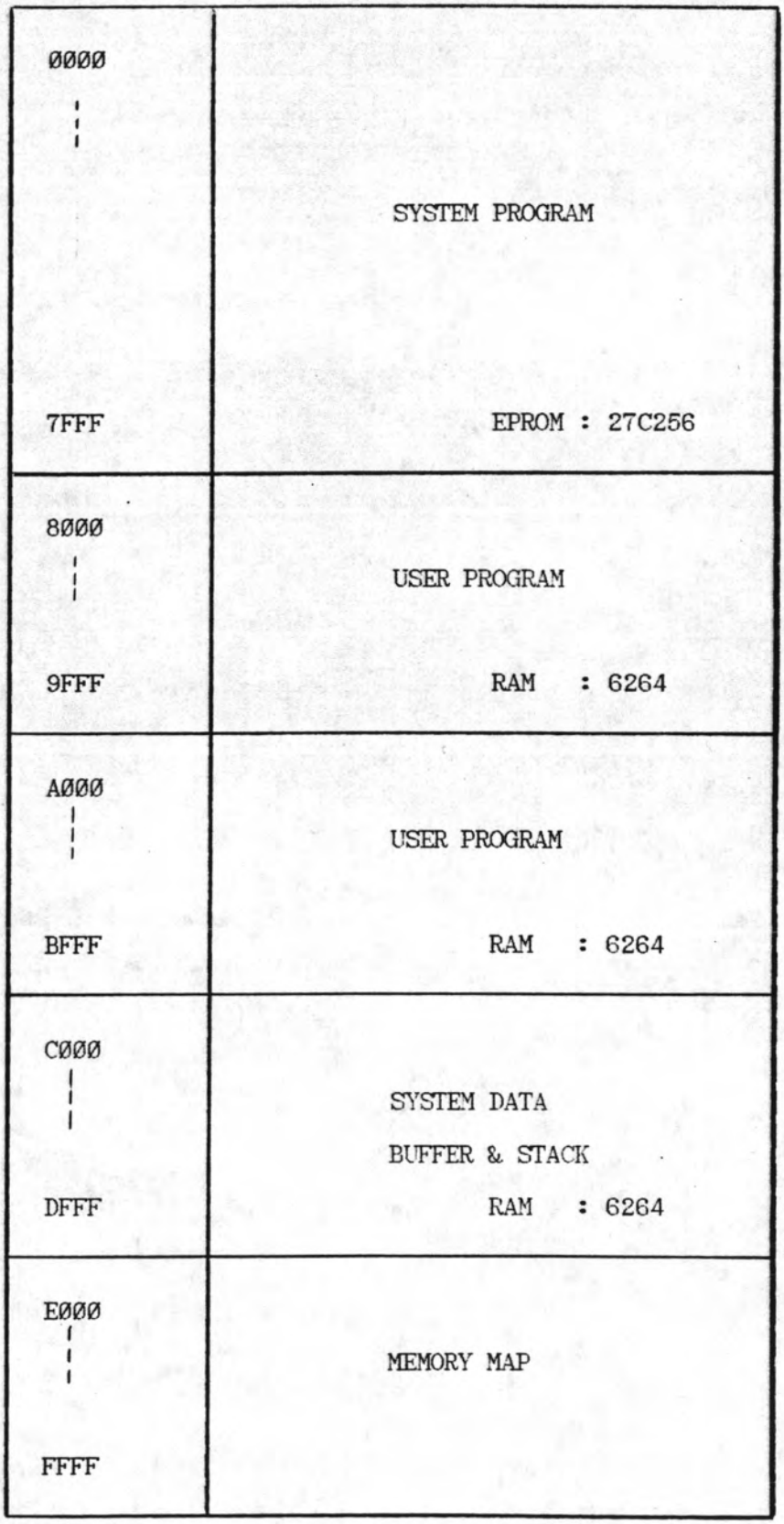
ซีพียูใช้ขนาด 8 บิท เบอร์ Z8ØA ทำงานที่ความเร็วนาฬิกา 4 MHz ระบบบัสของซีพียูจะต่อตรงกับอุปกรณ์ต่างๆ ในโมดูลเลย แต่จะต่อผ่านบัฟเฟอร์สำหรับบัสที่ต่อออกไปภายนอกโมดูล

หน่วยความจำ ซึ่งแบ่งออกได้ 3 ส่วนคือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานต่าง ๆ หน่วยความจำส่วนนี้ใช้ EPROM เบอร์ 27C256 เป็นตัวเก็บโปรแกรม มีแอดเดรสในการติดต่อระหว่าง 0000H-7FFFH สามารถเก็บโปรแกรมได้ 32 กิโลไบท์ หน่วยความจำส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ (User program) ซึ่งไอซี RAM เบอร์ 6264 จำนวน 2 ตัว มีตำแหน่งแอดเดรสในการทำงานระหว่าง 8000H ถึง BFFFH สามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งหมด 16 กิโลไบท์ หน่วยความจำส่วนนี้จำเป็นต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรอง (Battery backup) เพื่อป้องกันไม่ให้โปรแกรมของผู้ใช้ที่เก็บไว้ภายในสูญหายเมื่อปิดเครื่อง (Power off) หน่วยความจำส่วนที่ 3 คือ หน่วยความจำที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ ของอินพุท และเอาท์พุทในการทำงานของเครื่องรวมทั้งใช้เป็นที่เก็บสถานะต่าง ๆ ในการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องและใช้บางส่วนเป็นสแตกค์ (Stack) ในการทำงานของโปรแกรม หน่วยความจำส่วนที่ 3 นี้ก็จะมีแหล่งจ่ายไฟสำรอง (Battery backup) ด้วยเพราะข้อมูลอินพุท/เอาท์พุทของเครื่อง PC บางชนิด (Retentive memory) จำเป็นต้องเก็บข้อมูลเดิมไว้เมื่อปิดเครื่อง PC

วงจรฐานเวลา (Time base) เป็นวงจรสำหรับสร้างสัญญาณฐานเวลาให้แก่ระบบการทำงานจะใช้ไอซี Z8Ø-CTC เป็นตัวทำงาน ซึ่งจะมีทั้งหมด 4 แชนแนล โดยแชลแนล Ø จะใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับใช้ในการติดต่อสื่อสาร RS-232 ของโมดูลแสดงผล และคีย์บอร์ด แชลแนลที่ 1 จะเป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับวงจรการอ่านคีย์บอร์ด ซึ่งจะมีความถี่ประมาณ 8ØKHz



รูปที่ 3.7 แสดงโครงสร้างของโมดูลประมวลผล



รูปที่ 3.8 แสดงการจัดเก็บหน่วยความจำของระบบ

สำหรับแชลแนลที่ 2 และแชลแนลที่ 3 จะใช้งานร่วมกันทำหน้าที่สร้างสัญญาณฐานเวลาสำหรับการทำงานของคำสั่ง TIM และ TIMH ของเครื่อง PC โดยจะสร้างฐานเวลา Ø.ØØ5 วินาที ให้แก่ระบบ

วงจรวอท์ชดอกไทเมอร์ ทำหน้าที่คอยตรวจเช็คความผิดพลาดของการทำงานของซีพียู โดยมีหลักการทำงานคือ ถ้าซีพียูทำงานตามปกติจะมีสัญญาณมารีเซ็ทวงจรวอท์ดอกไทเมอร์ ทำให้ไม่มีการรีเซ็ทซีพียู แต่ถ้าซีพียูทำงานผิดพลาด คือไม่ทำงานตามโปรแกรมที่วางไว้ก็จะไม่มีสัญญาณมารีเซ็ทวงจรวอทช์ดอกไทเมอร์ ดังนั้นเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้วงจรวอท์ชดอกไทเมอร์จะส่งสัญญาณไปรีเซ็ทซีพียู ทำให้ซีพียูกลับมาเริ่มทำงานที่จุดเริ่มต้นตามโปรแกรมที่ต้องการใหม่

วงจรจ่ายไฟสำรอง เพื่อรักษาโปรแกรมและข้อมูลของเครื่องที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ RAM ขณะที่ปิดเครื่อง โดยจะใช้แบบตอรี่ Lithium จ่ายไฟให้กับหน่วยความจำ RAM 6264 โดยการใช้ไดโอดเป็นสวิทช์ควบคุมการทำงาน ขณะที่เปิดเครื่อง (Power on) หน่วยความจำเหล่านี้จะรับไฟจากแหล่งจ่ายไฟปกติ แต่เมื่อปิดเครื่องจะใช้ไฟจากแบตตอรี่ การตรวจสอบว่าแบตตอรี่หมดหรือยังนั้น ในเครื่องจะมีวงจรเปรียบเทียบแรงดัน โดยใช้ IC เบอร์ LM 393 เป็นตัวเปรียบเทียบเอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบจะแสดงโดย LED ที่โมดูลแสดงผล และคีย์บอร์ดว่าแบตตอรี่หมดหรือไม่ และเอาท์พุทนี้จะถูกอ่านผ่านพอร์ทโดยโปรแกรมควบคุมระบบด้วย เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการแสดงสถานะของแบตตอรี่

3.2.2 โมดูลแสดงผลคีย์บอร์ด และสื่อสาร

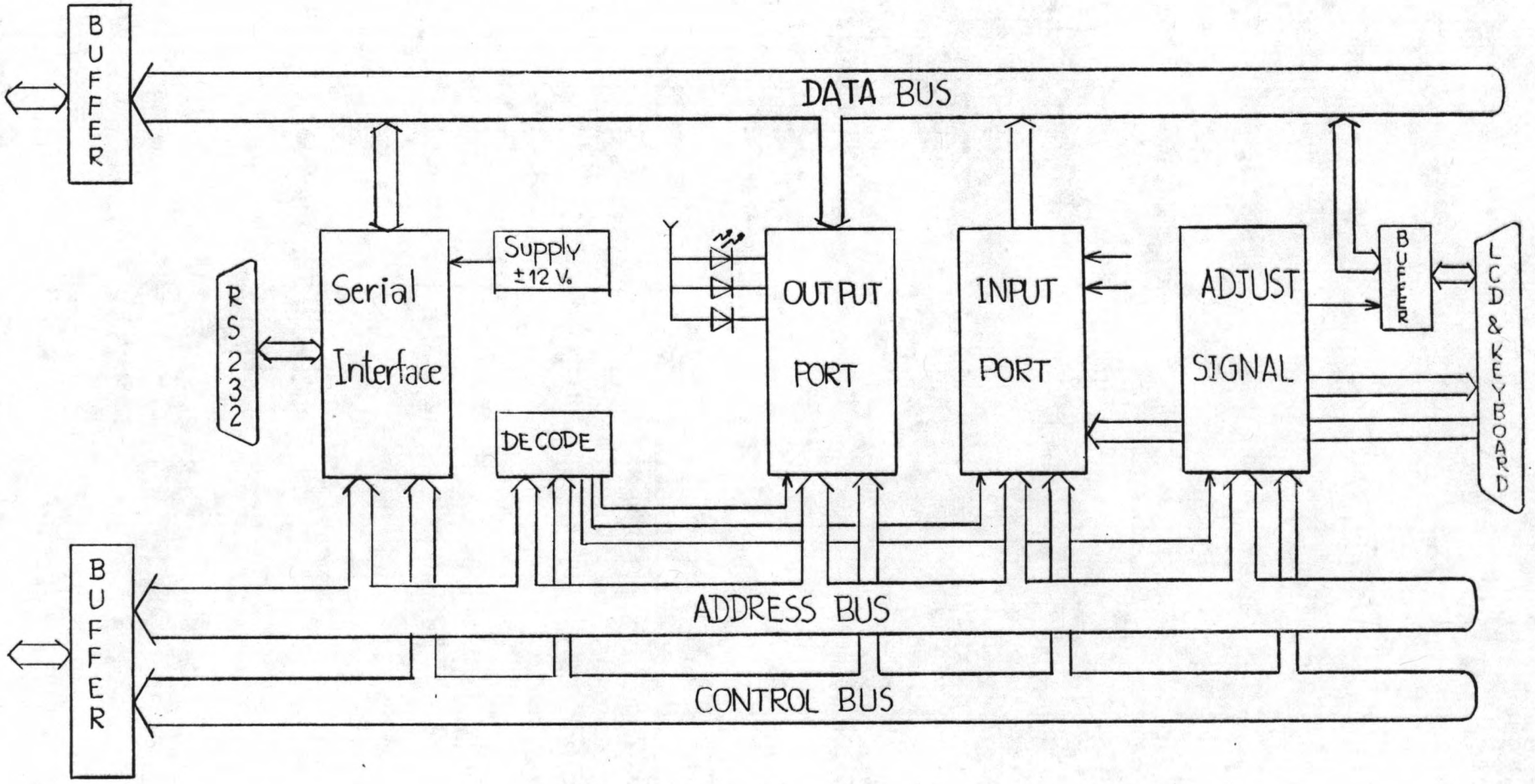
โมดูลนี้ออกแบบมาเพื่อต่อกับตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือ และพอร์ทสื่อสาร โมดูลนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

วงจรสื่อสารชนิดอนุกรมแบบ RS-232 ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ 8251 เป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจรนี้สัญญาณนาฬิกาสำหรับวงจรนี้จะส่งมาจากวงจรสร้างฐานเวลา ซึ่งอยู่ในโมดูลประมวลผล

พอร์ทเอาท์พุท ใช้สำหรับขับ LED เพื่อแสดงผลของสถานะต่าง ๆ ในการทำงานของเครื่อง เช่น สถานะทำงานผิดพลาดชนิด ALARM หรือ ERROR โหมดการทำงาน PROGRAM หรือ RUN และสถานะ Low Battary ของแบตตอรี่ เอาท์พุทพอร์ทนี้จะใช้ไอซีบัฟเฟอร์ชนิดที่สามารถแลทช์ข้อมูลได้

พอร์ทอินพุท ใช้อ่านสถานะต่าง ๆ คือ อ่านสวิทช์ในการเลือกโหมดการทำงานว่าเป็นชนิด Program, Monitor หรือ Run ใช้อ่านสถานะการต่อตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือ และใช้อ่านสถานะของแบตตอรี่

วงจรเชื่อมต่อกับตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ วงจรนี้จะทำหน้าที่จัดสัญญาณควบคุมต่าง ๆ



รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างของโมดูลแสดงผล คีย์บอร์ด และสื่อสาร

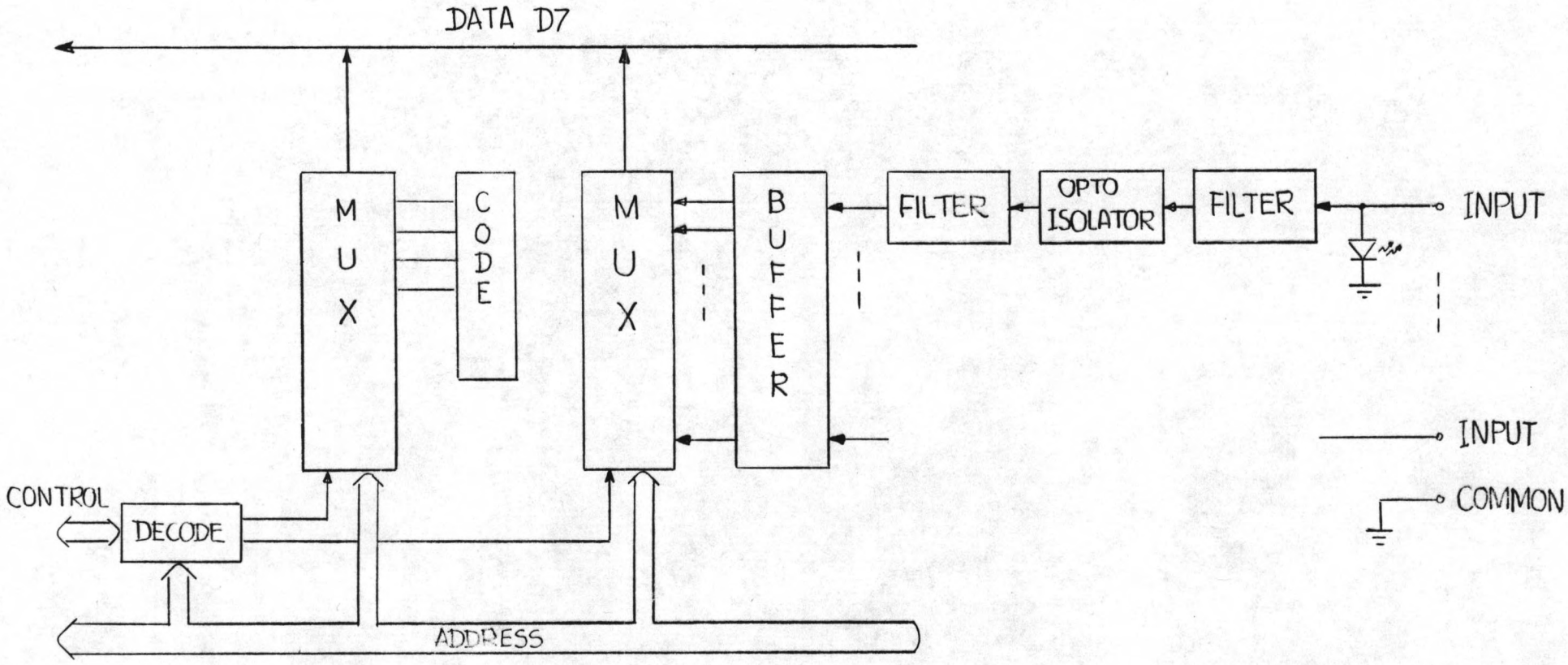
ให้เหมาะกับการต่อกับตัวแสดงผล LCD และเป็นบัฟเฟอร์ระหว่างโมดูลนี้กับตัวป้อนโปรแกรมซึ่งได้แก่ มือถือ

3.2.3 โมดูลอินพุท

ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุทจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น สวิทช์ ปุ่มกด และเซ็นเซอร์ (Sensor) ต่าง ๆ ลักษณะของอุปกรณ์ที่มาต่อจะต้องมีเอาท์พุทในลักษณะการเปิด - ปิด โดยต่อเข้าระหว่างขาของอินพุท และขาร่วม (COMMON) ถ้าอุปกรณ์ที่มาให้เอาท์พุทในลักษณะปิดวงจรก็จะมีกระแสไปครบวงจรในลักษณะกระแสตรงไหลเข้า (DC Sink Type) ซึ่งกระแสนี้มาจากแหล่งจ่ายไฟขนาด 24 V ของระบบ ซึ่งต่อมาให้ที่โมดูลอินพุทแล้ว

หลักการทำงานของโมดูลนี้คือ สัญญาณที่เข้าที่ขั้วอินพุทของโมดูล จะผ่านวงจรฟิลเตอร์แล้วดับปลิ้งผ่านตัวแยกสัญญาณ (Opto Isolator) แล้วผ่านวงจรฟิลเตอร์ความถี่ต่ำไปยังบัฟเฟอร์แบบชมิทก์ สัญญาณที่ผ่านบัฟเฟอร์นี้จะไปยังไอซีเลือกสัญญาณ (Data Selector) เบอร์ 74 LS 251 ซึ่งทำหน้าที่คล้ายการมัลติเพ็กซ์ ไอซีเลือกสัญญาณนี้จะเลือกอ่านสัญญาณอินพุทครั้งละ 1 อินพุท ส่งไปยังดาต้าบัส D7 สัญญาณเลือกอินพุทนี้ จะใช้สัญญาณแอดเดรสที่ส่งมาจากโมดูลประมวลผล

วงจรอีกส่วนหนึ่งของโมดูลนี้คือ วงจรอ่านรหัสของโมดูล ซึ่งใช้ลักษณะการอ่านเหมือนการอ่านอินพุท รหัสของโมดูลนี้ใช้รหัส "ØØØØ"



รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างของโมดูลอินพุท

3.2.4 โมดูลเอาท์พุท

ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเอาท์พุทไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก โดยเอาท์พุทของโมดูลนี้จะเป็นหน้าสัมผัสของรีเลย์ สามารถต่อเอาท์พุทได้ขนาด 2A/22ØVAC

การทำงานของโมดูลนี้จะรับสัญญาณข้อมูล D7 และสัญญาณแอดเดรสจากโมดูลประมวลผล โดยไอซีเบอร์ 74LS259 ซึ่งทำหน้าที่ในการเลือกส่งข้อมูลและคงค่าข้อมูลไว้ (Latch) สัญญาณที่ได้จะผ่านวงจรคับปลิ้งสัญญาณ โดยใช้ Opto Isotator แล้วขยายสัญญาณส่งไปขับรีเลย์เอาท์พุทอีกครั้งเอาท์พุทของโมดูลนี้จะเป็นหน้าที่สัมผัสของรีเลย์นี้ ซึ่งจะมีวงจรกรองความถี่ต่ออยู่ด้วย เพื่อช่วยลดสัญญาณรบกวน

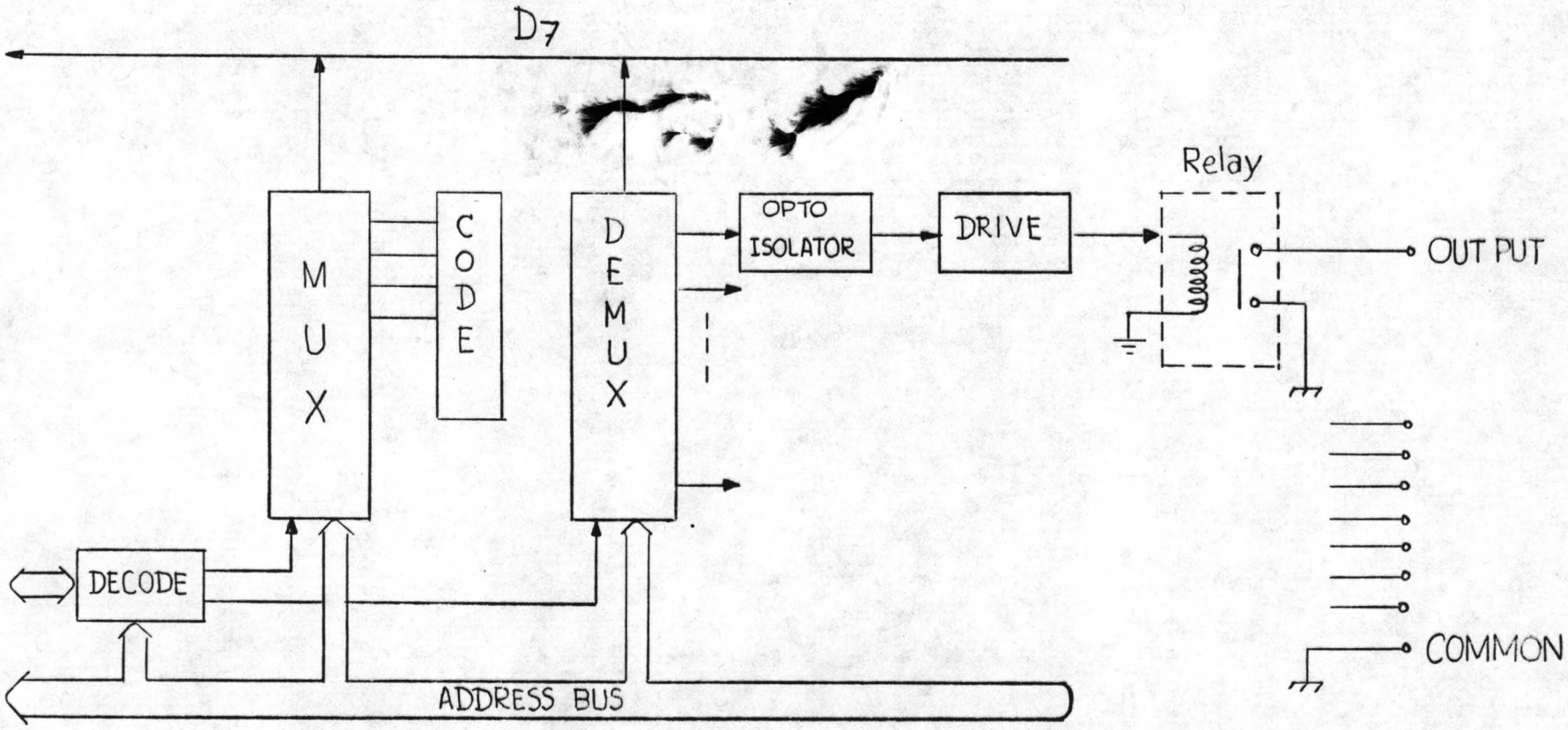
โมดูลเอาท์พุทนี้จะมีวงจรอ่านรหัสของโมดูล ซึ่งมีลักษณะการทำงานเหมือนวงจรอ่านรหัสของโมดูลอินพุท สำหรับรหัสของโมดูลเอาท์พุทนี้คือ "ØØØ1"

3.2.5 โมดูลอนาลอกอินพุท

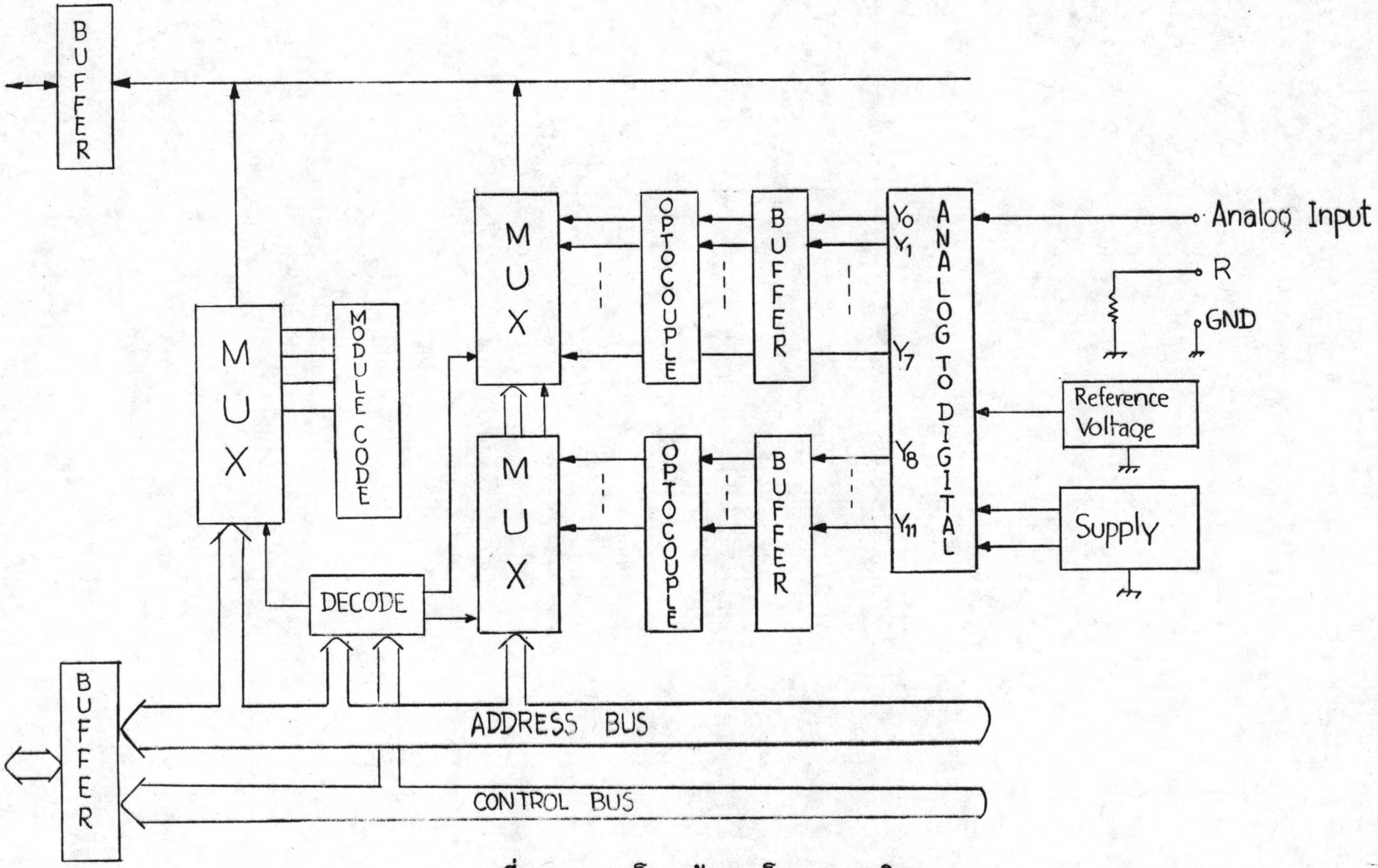
โมดูลนี้จะรับสัญญาณอนาลอกขนาด 1-5 Vdc หรือ 4-2Ø mA แล้วแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 12 บิท ส่งไปยังโมดูลประมวลผล

การทำงานของโมดูลนี้จะใช้ไอซีเบอร์ 71Ø9 เป็นตัวแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 12 บิท สำหรับแรงดันอ้างอิงมาตราฐานจะใช้ไอซีเบอร์ MC 14Ø4A เป็นตัวสร้าง ไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลนี้ ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟบวกและลบในการทำงาน จึงต้องมีวงจรในการสร้างแรงดันบวกและลบให้วงจรด้วย ซึ่งจะใช้ไอซี 555 และไอซี 78M15 78MØ6, 78MØ5 ในการทำงาน สัญญาณดิจิตอล 12 บิทที่ได้จะต่อผ่านบัฟเฟอร์เบอร์ 74LS245 จำนวน 2 ตัว แล้วผ่านวงจรคับปลิ้งสัญญาณด้วย Opto Isolator ส่งเข้าไอซี 74LS251 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเลือกสัญญาณบิทต่าง ๆ ส่งไปยังดาต้าบัส D7 ของโมดูลประมวลผล การเลือกอ่านสัญญาณบิทต่างๆ จะใช้สัญญาณแอดเดรส AØ-A7 โดยจะต่อผ่านไอซีดีโค้ดสัญญาณเบอร์74LS 138 ด้วย สำหรับบัฟเฟอร์ของบัสต่างๆ ในโมดูลจะใช้ไอซีเบอร์ 74LS245 เป็นบัฟเฟอร์

วงจรการอ่านรหัสของโมดูลอนาลอกอินพุทจะเหมือนของโมดูลอินพุท คือใช้ไอซีเลือกสัญญาณเบอร์ 74LS251 ในการรหัส สัญญาณเลือกการอ่านรหัสจะถูกดีโค้ดโดยไอซี 74LS138 เช่นกัน รหัสของโมดูลอนาลอกอินพุทที่ใช้คือ "Ø1ØØ"



รูปที่ 3.11 แสดงโครงสร้างของโมดูลเอาท์พุท



รูปที่ 3.12 แสดงโครงสร้างของโมดูลอนาลอกอินพุท

i10310988

3.2.6 โมดูลกำหนดค่าตัวเลข

โมดูลนี้ใช้สำหรับตั้งค่าตัวเลขฐานสิบขนาด 4 หลัก จำนวน 4 แชลแนล เพื่อนำไปเป็นค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชั่นในการทำงานของโปรแกรม การตั้งค่าตัวเลขจะใช้ Thumb wheel switch

โมดูลนี้ไม่มีสัญญาณติดต่อกับภายนอกจึงไม่ต้องมีวงจรคับปลิ้งสัญญาณต่างๆ การทำงานของวงจรจะใช้สัญญาณ BCD code จากตัว Thumb wheel switch เป็นสัญญาณอินพุทของตัวเลือกสัญญาณ (Data Selector) โดยตรง สัญญาณการเลือกตำแหน่งอินพุทต่างๆ จะใช้สัญญาณแอดเดรส AØ-A7 โดยต่อผ่านไอซีดีโค๊ดเบอร์ 74LS138 2 ตัว บัฟเฟอร์ของสัญญาณสำหรับโมดูลนี้ใช้ไอซีเบอร์ 74LS541

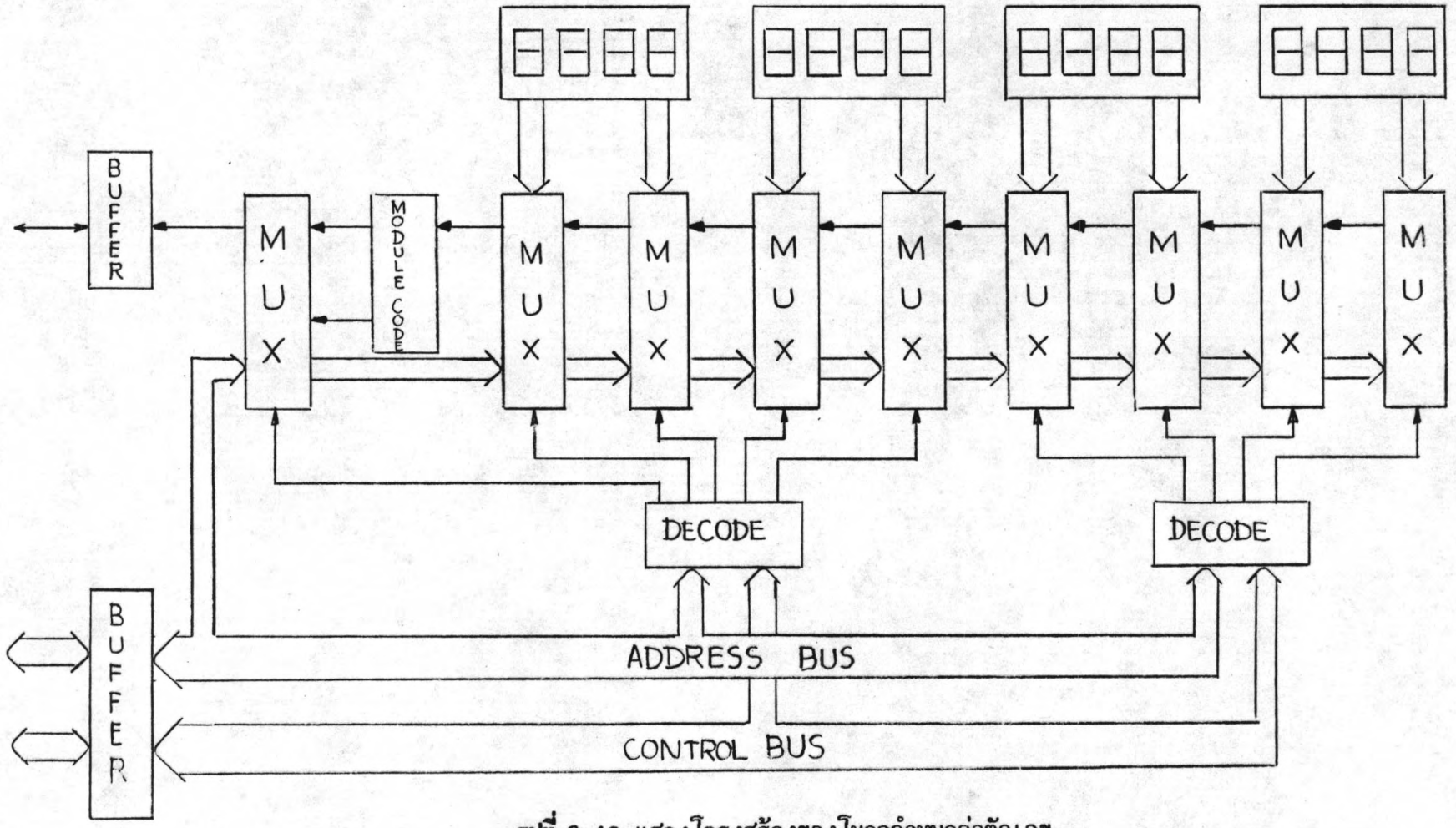
รหัสของโมดูลอนาลอกอินพุทคือ "1ØØØ" ซึ่งถูกอ่านผ่านไอซี 74LS251 โดยมีการทำงานเหมือนของโมดูลอินพุท

3.2.7 ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand held programming console)

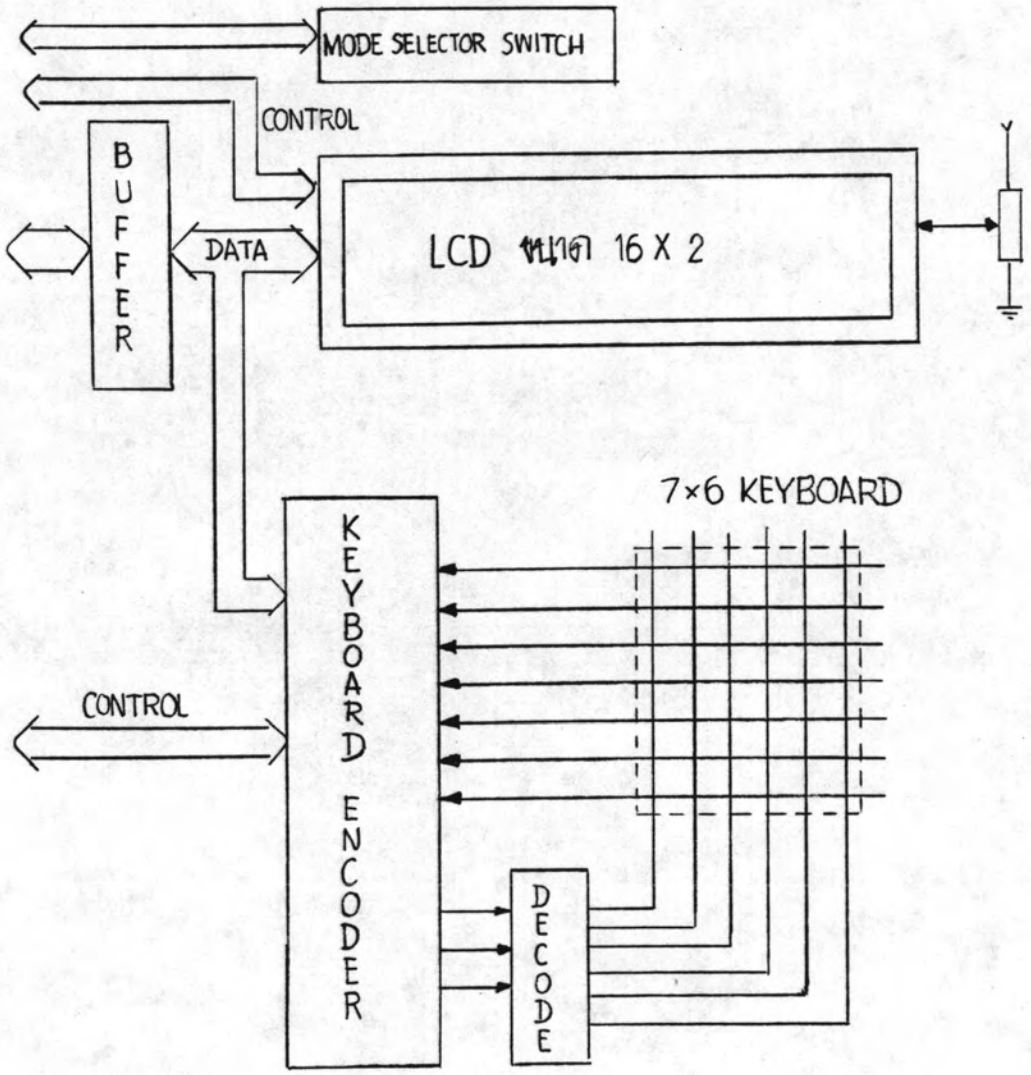
วงจรของตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ วงจรแสดงผล LCD ซึ่งจะเป็นโมดูลแสดงผลขนาด 16x2 ตัวอักษร วงจรดีโค๊ดและเปลี่ยนสัญญาณสำหรับตัว LCD อยู่ที่โมดูลแสดงผลและคีย์บอร์ดแล้ว ดังนั้นจึงต่อสัญญาณต่างๆ โดยตรงไปยังตัว LCD

วงจรส่วนที่ 2 คือ วงจร Keyboard encoder ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ 8279 ซึ่งเป็นไอซีเฉพาะในการอ่านคีย์บอร์ด สัญญาณการสแกนแถวของคีย์บอร์ดจากไอซี 8279 จะต่อผ่านไอซีดีโค๊ดเบอร์ 74LS138 ก่อน แล้วส่งเป็นสัญญาณเลือกคอลัมภ์ของ Key Matrix คีย์บอร์ดที่ใช้จะมีขนาด 7 แถว x 6 คอลัมภ์ รวมเป็น 42 คีย์

บัฟเฟอร์ของดาต้าบัสของตัวป้อนโปรแกรมแบบมือจะใช้ไอซีเบอร์ 74LS245 ในการทำงาน



รูปที่ 3.13 แสดงโครงสร้างของโมดูลกำหนดค่าตัวเลข



รูปที่ 3.14 แสดงโครงสร้างของตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ