หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ระบบเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ต่อกับกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิด

ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาประกอบกันเข้าเพื่อใช้ในการรับสัญญาณภาพ เก็บข้อมูลของภาพ ทำโปรแกรม ตลอดจนถึงการพิมพ์ภาพออกมานั้นประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 6 ส่วนคือ

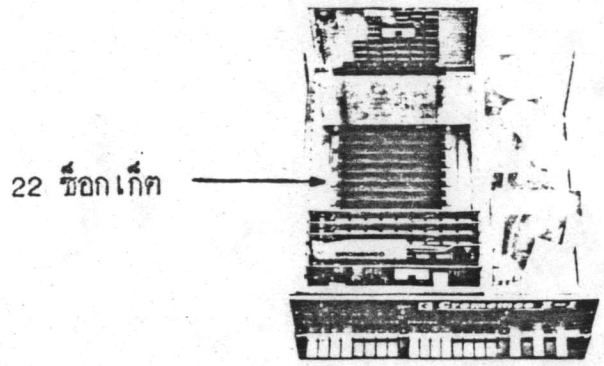
- โครงหลักของเครื่อง (main frame)
- หน้าปัดของเครื่องและสวิทช์ควบคุม (front panel display & switches)
- หน่วยควบคุม (Z-80 CPU card)
- หน่วยความจำ (memory)
- แผงวงจรควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ (Interface cards)
- เครื่องมือที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Peripheral device)

ทั้งหกส่วนที่กล่าวข้างต้นนี้มีลักษณะการทำงานสัมพันธ์กันซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดถึงการทำงานของส่วนต่าง ๆ และส่วนประกอบย่อยของแต่ละส่วนดังนี้

โครงหลักของเครื่อง

โครงหลักของเครื่องเป็นส่วนสำคัญที่เชื่อมต่อส่วนอื่น ๆ เข้ามาไว้ในระบบการทำงานร่วมกัน ซึ่งประกอบไปด้วย

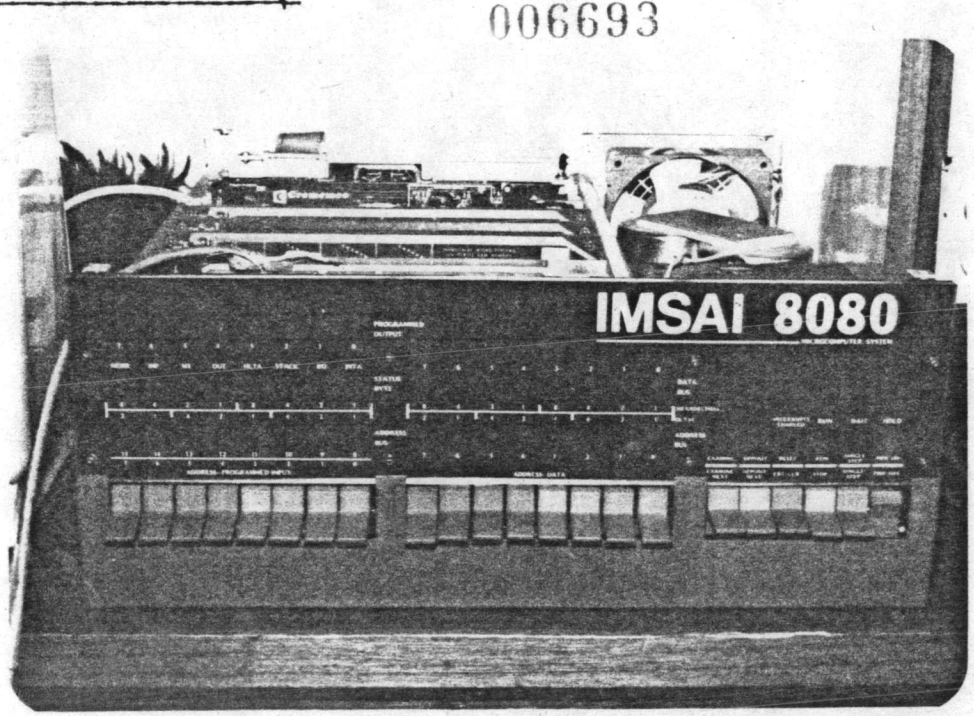
1. ที่เสียบแผงควบคุม (socket and card guides) ซึ่งขอเรียกสั้น ๆ ว่า ซ็อกเก็ต (socket) มีอยู่ทั้งหมด 22 ซ็อกเก็ตด้วยกัน โดยแต่ละซ็อกเก็ตจะมีพินอยู่ 100 พิน ซึ่งแต่ละพินของทุก ๆ ซ็อกเก็ตจะเชื่อมกันหมดทำให้เกิดความสะดวกในการใช้เพราะสามารถเลือกเสียบแผงควบคุมลงบนซ็อกเก็ตใดก็ได้ โดยมีเงื่อนไขแต่ละแผงจะต้องมีมาตรฐานเดียวกัน ดังแสดงไว้ในรูป 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงที่เสียบแผงควบคุม

2. แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าตรง (Power supply) ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าสลับ 110 โวลท์ให้เป็นกระแสไฟตรง + 8 โวลท์ 28 แอมแปร์ + 18 โวลท์ 2 แอมแปร์ และ −18 โวลท์ 2 แอมแปร์

<u>หน้าปัดของเครื่องและสวิทช์ควบคุม</u>



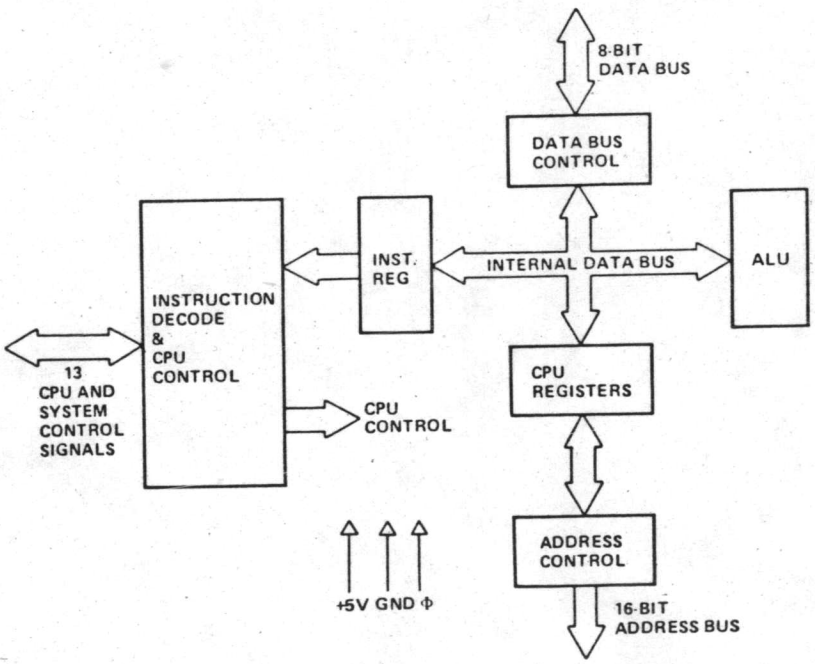
รูปที่ 3.2 หน้าปัดของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และสวิทช์ควบคุม

จากรูปหน้าปัดของเครื่องและสวิทช์นี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

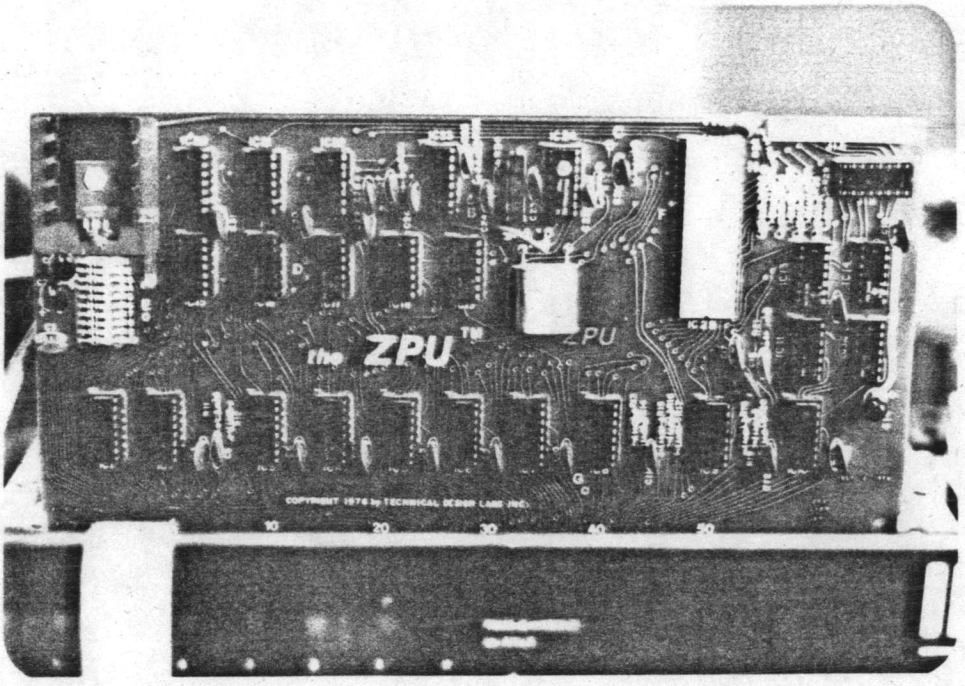
1. สวิทช์ควบคุมบนหน้าปัด มีทั้งหมด 6 ตัวทางด้านขวามือ
2. สวิทช์ที่สามารถใช้ในการตั้งตำแหน่งและค่าของข้อมูล คือสวิทช์ที่เหลืออยู่ทั้งหมด 16 ตัว
3. ส่วนของหน้าปัดที่แสดงถึงค่าที่ป้อนเข้าไปตลอดจนค่าที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมโดยแสดงออกมาในลักษณะการติดและดับของดวงไฟ

<u>หน่วยควบคุม</u>

หน่วยควบคุมนี้เป็นหัวใจสำคัญของระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นหน่วยที่ควบคุมการทำงานของระบบให้เป็นไปตามคำสั่ง โดยนำคำสั่งออกมาจากหน่วยความจำและรูปข้างล่างนี้แสดงถึงส่วนประกอบใหญ่ ๆ ของหน่วยควบคุมซึ่งจะอธิบายต่อไป



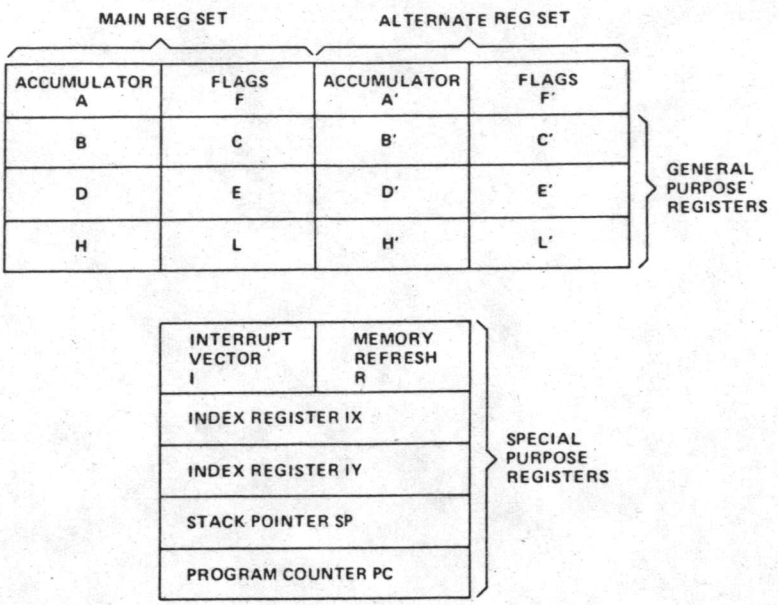
รูปที่ 3.3 โครงสร้างของหน่วยควบคุม



รูปที่ 3.4 แผงวงจรของหน่วยควบคุม Z-80 CPU

ก. <u>รีจิสเตอร์ของหน่วยควบคุม</u> (CPU register)

มีหน่วยความจำที่สามารถใช้ได้ทั้งป้อนข้อมูลเข้าเก็บและนำออกมาใช้ซึ่งมีจำนวนบิท (bit) รวมทั้งหมด 208 บิทด้วยกัน โดยประกอบด้วยรีจิสเตอร์ชนิด 8 บิทจำนวน 18 ตัวและรีจิสเตอร์ชนิด 16 บิทจำนวน 4 ตัว ซึ่ง รีจิสเตอร์ทั้งหมดนี้มีลักษณะเป็น "แรนดอมแอคเซสเมมโมรี" หรือ "แรม"(Random Access Memory หรือ RAM) ตามรูปที่ 3.5 จะเห็นได้ว่าเยนเนอรัลเพอร์โพสรีจิสเตอร์ (general purpose registers) นั้นแบ่งเป็นสองชุดคือ รีจิสเตอร์หลักกับรีจิสเตอร์สำรอง ชุดละ 6 ตัว และในรีจิสเตอร์ทั้งสองชุดนี้จะประกอบด้วยแอคคิวมูเลเตอร์ (accumulator) และแฟลกรีจิสเตอร์ flag registers) อย่างละ 1 ชุด



รูปที่ 3.5 โครงสร้างของรีจิสเตอร์ภายในหน่วยควบคุม

<u>สเปคเชียลเพอร์โพสรีจิสเตอร์</u> (Special Purpose Register) ซึ่งประกอบด้วย

1. โปรแกรมเคาท์เตอร์ (Program Counter หรือ PC) เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บค่าตำแหน่งในหน่วยความจำของคำสั่งถัดไปที่จะดึงมาเพื่อทำการเอคเซคคิวท์ (execute) เมื่อคำสั่งนั้นถูกนำออกมาแล้วค่าในโปรแกรมเคาท์เตอร์จะเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งค่าโดยอัตโนมัติ หรือถ้าโปรแกรมมีการข้ามไปทำคำสั่งอื่นค่าของโปรแกรมเคาท์เตอร์ก็จะกลายเป็นค่าตำแหน่งของคำสั่งที่จะทำนั้นโดยอัตโนมัติอีกเช่นกัน

2. สแตกพอยท์เตอร์ (Stack Pointer หรือ SP) เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บค่าตำแหน่งล่าสุดของสแตก (stack) เอาไว้ โดยลักษณะของการเก็บค่าตำแหน่งและการนำค่าออกมาใช้จะเป็นแบบ "เข้าทีหลังออกก่อน" (Last-in First-out) นั่นเอง โดยสามารถนำค่าจากรีจิสเตอร์ของหน่วยควบคุมมาเก็บไว้ในสแตกและนำออกมาจากสแตกไปใช้ที่รีจิสเตอร์ของหน่วยควบคุมได้ด้วย ซึ่งอาศัยคำสั่งที่เรียกว่า PUSH และ POP ค่าที่นำออกมาจากสแตกจะต้องเป็นค่าสุดท้ายที่ใส่เข้าไปเสมอ

3. อินเดกซ์รีจิสเตอร์ (Index Registers) มีอยู่สองตัวคือ IX และ IY ซึ่งต่างก็เป็นรีจิสเตอร์ชนิด 16 บิท และลักษณะการใช้โดยตรงจะใช้ในอินเดกซ์แอดเดรสซิงโมด (Indexed addressing mode)

แอคคิวมูเลเตอร์และแฟลกรีจิสเตอร์

แอคคิวมูเลเตอร์และแฟลกรีจิสเตอร์ต่างก็มีลักษณะเป็น 8 บิทรีจิสเตอร์ที่ประกอบอยู่ในรีจิสเตอร์ของหน่วยความจำโดยจัดเป็นรีจิสเตอร์หลัก 1 ชุด และรีจิสเตอร์สำรองอีก 1 ชุด ซึ่งแอคคิวมูเลเตอร์นี้จะทำหน้าที่เก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณในขณะที่แฟลกรีจิสเตอร์จะเป็นตัวบอกในกรณีที่มีเงื่อนไขพิเศษซึ่งสามารถใช้ได้กับผลของคำสั่งชนิด 8 บิทหรือ 16 บิทก็ได้ ตัวอย่างเช่นบอกถึงผลของการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าศูนย์

เยนเนอรัลเพอร์โพสรีจิสเตอร์

มีลักษณะเป็นรีจิสเตอร์ชนิด 8 บิทสองชุด คือชุดของรีจิสเตอร์หลักและรีจิสเตอร์สำรอง โดยอาจจับคู่กันเป็น A กับ A′ B กับ B′ เป็นต้น ซึ่งรีจิสเตอร์เหล่านี้สามารถใช้ได้ทั้งแบบ 8 บิทหรือใช้ในลักษณะของ 16 บิทก็ได้ ขึ้นอยู่กับผู้เขียนโปรแกรมโดยชุดของ 16 บิทสำหรับรีจิสเตอร์หลักคือ BC DE และ HL และชุดของ 16 บิทสำหรับรีจิสเตอร์สำรองคือ BC′ DE′ และ HL′ ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมสามารถเลือกใช้รีจิสเตอร์ชุดใดก็ได้โดยใช้คำสั่งที่มีอยู่สำหรับรีจิสเตอร์นั้น ๆ แต่ลักษณะการใช้ในขณะใดขณะหนึ่งนั้นสามารถใช้รีจิสเตอร์ได้เพียงชุดใดชุดหนึ่งเท่านั้น

ชุดของรีจิสเตอร์หลักและรีจิสเตอร์สำรองนี้จะช่วยให้ประหยัดเวลาในการเอคเซคคิวท์ลงมาก ตัวอย่างเช่นการทำอินเทอรัปรูทีน (interrupt routine) นั้นสามารถเก็บค่าของเยนเนอรัลเพอร์โพสรีจิสเตอร์และแอคคิวมูเลเตอร์กับแฟลกรีจิสเตอร์ไว้ได้โดยใช้คำสั่ง EXCHANGE ระหว่างรีจิสเตอร์ชุดหลักและชุดสำรองนี้ซึ่งจะเห็นได้ลดเวลาของอินเทอรัปรูทีนลงได้ โดยการตัดขบวนการเก็บค่าของรีจิสเตอร์เข้าไว้ในสแตกและนำค่าของรีจิสเตอร์ออกมาจากสแตก

ข. หน่วยของการคำนวณ (Arithmetic & Logic Unit หรือ ALU)

คำสั่งที่เกี่ยวกับการคำนวณและคำสั่งทางตรรกต่าง ๆ ของหน่วยควบคุมต้องถูกเอคเซคคิวท์ในหน่วยของการคำนวณนี้ โดยภายในหน่วยควบคุมนั้นหน่วยการคำนวณ รีจิสเตอร์

ของหน่วยควบคุม และเดตาบัสจากภายนอก (external data bus) จะทำงานสัมพันธ์กันได้โดยอาศัยเดตาบัสภายในของหน่วยควบคุม (internal data bus) ประเภทของคำสั่งซึ่งจะทำการเอคเซคคิวท์ในหน่วยของการคำนวณมีดังต่อไปนี้

บวก

ลบ

เปรียบเทียบ

เพิ่มขึ้น

ลดลง

ให้ค่าบิทเป็น 1

ให้ค่าบิทเป็น 0

ตรวจสอบค่าบิท

เลื่อนไปทางขวาหรือทางซ้าย 1 บิท

ลอจิคอลแอนด์ (Logical AND)

ลอจิคอลออร์ (Logical OR)

ลอจิคอลเอคคลูซีฟออร์ (Logical Exclusive OR)

ค. <u>อินสตรัคชันรีจิสเตอร์และซีพียูคอนโทรล</u> (Instruction Register และ CPU control)

เมื่อดึงคำสั่งออกมาจากหน่วยความจำแล้วคำสั่งนั้นจะถูกนำเข้าไปไว้ในอินสตรัคชันรีจิสเตอร์เพื่อทำการถอดรหัส และภาคควบคุมจะสร้างฟังก์ชัน (function) และสร้างสัญญาณเพื่อใช้ในการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์หรือเก็บข้อมูลเข้าไปในรีจิสเตอร์ ควบคุมหน่วยของการคำนวณ และจัดหาสัญญาณควบคุมภายนอกที่ต้องการใช้ทั้งหมด

ความเร็วของหน่วยควบคุมสามารถกำหนดได้โดยใช้ความถี่จากภายนอกได้ 2 ลักษณะ คือแบบจำกัดค่าคงที่ที่ความถี่ 2 เมกกะเฮิทซ์ โดยใช้คริสตอล (crystal) ควบคุม และแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้คือระหว่างค่าความถี่น้อยกว่า 1 เมกกะเฮิทซ์ ถึงมากกว่า 4 เมกกะเฮิทซ์ โดยใช้ทริมพอท (trimpot) แต่การทำวิทยานิพนธ์นี้จะเลือกใช้ค่าความถี่ที่คงที่ เนื่องจาก

จำเป็นที่จะต้องทราบค่าความถี่ที่แน่นอนเพื่อใช้ในระบบโปรแกรม ด้วยระบบโปรแกรมการสุ่มค่าความเข้มของภาพนั้นจะต้องขึ้นกับเวลาในการเอคเซคคิวท์คำสั่งแต่ละคำสั่งเป็นสำคัญ จึงต้องใช้ความถี่ที่คงที่เพื่อให้เวลาในการเอคเซคคิวท์คำสั่งของโปรแกรมคงที่ด้วย ด้วยเหตุที่ความเร็วของหน่วยควบคุมมีค่าเป็น 2 เมกกะเฮิทซ์ ดังนั้น 1 ทีสเตท (Timing state หรือ T-state) จึงมีค่าเป็น $\frac{1}{2}$ เมกกะเฮิทซ์ หรือ 0.5 ไมโครวินาที เมื่อกำหนดให้ทีสเตทคือคาบเวลาภายนอกของความถี่ที่ใช้

หน่วยความจำ

หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะการใช้งานได้สองประเภทคือ "รอม" (ROM ซึ่งย่อมาจากคำว่า Read Only Memory) และ "แรม"

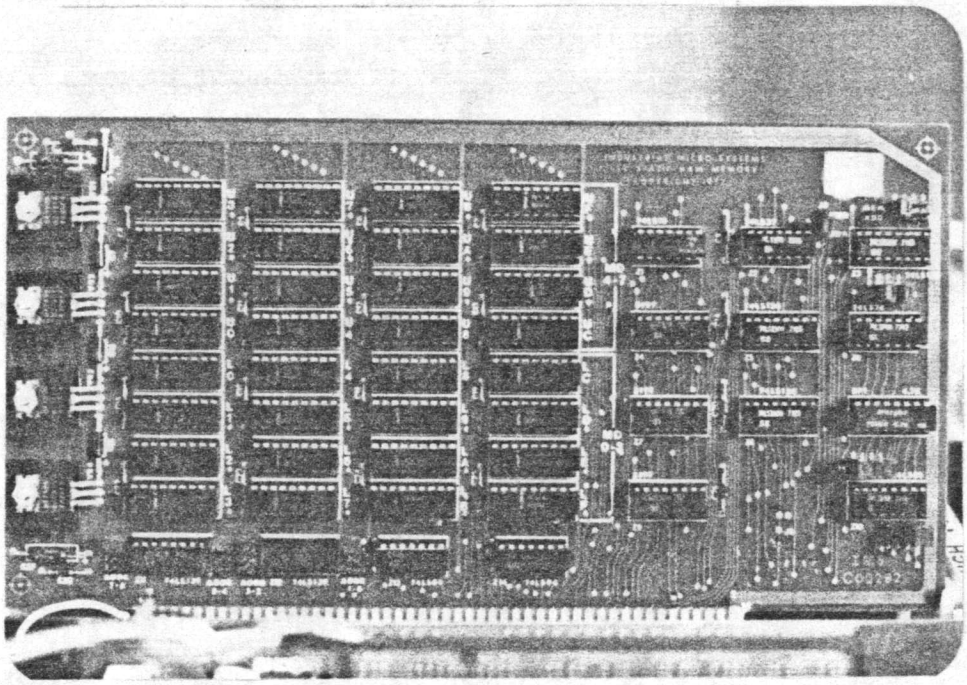
ก. รอม เป็นหน่วยความจำที่มีไว้ให้อ่านอย่างเดียว โดยไม่สามารถที่จะป้อนข้อมูลหรือโปรแกรมเข้าไปในหน่วยความจำชนิดนี้ได้ ดังนั้นจึงมักใช้เป็นที่เก็บโปรแกรม ซึ่งรอมนี้ผู้ผลิตจะบรรจุโปรแกรมถาวรไว้ในหน่วยความจำชนิดนี้เลย ดังนั้นผู้ใช้ไม่สามารถบรรจุโปรแกรมใหม่เข้าไปได้ จึงมีวิวัฒนาการใหม่เป็นหน่วยความจำชนิด "พรอม" (PROM ซึ่งย่อมาจากคำว่า Programmable ROM) คือเป็นรอมที่ยังไม่มีโปรแกรมบรรจุอยู่ ผู้ใช้สามารถโปรแกรมได้ตามต้องการ แต่เวลาโปรแกรมแล้วจะไม่สามารถลบหรือโปรแกรมทับเข้าไปใหม่ได้ จึงมีวิวัฒนาการหน่วยความจำนี้ให้เป็นแบบที่โปรแกรมได้และลบได้ซึ่งทำให้ใช้ได้สะดวกขึ้น แต่วิธีการลบโปรแกรมจะต้องทำโดยการถอดหน่วยความจำส่วนนี้ออกมาตากแสงอุลตราไวโอเรต (Ultra-violet) เพื่อให้ลบสิ่งที่มีอยู่ก่อนแล้วจึงจะโปรแกรมใหม่ได้ หน่วยความจำชนิดนี้เรียกว่า "อีพรอม" (EPROM ซึ่งย่อมาจากคำว่า Erasable PROM)

ข. แรม เป็นหน่วยความจำที่สามารถป้อนข้อมูลเข้าไปเก็บหรือดึงข้อมูลจากหน่วยความจำออกมาใช้ได้ ซึ่งถ้ามีการป้อนข้อมูลใหม่เข้าไปในหน่วยความจำนี้แล้วก็จะเป็นการลบของเดิมที่มีอยู่จนหมด ดังนั้นจึงมักใช้เป็นที่เก็บของข้อมูล หรือโปรแกรมที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ

เมื่อได้กล่าวถึงชนิดของหน่วยความจำข้างต้นนี้แล้วจึงสรุปได้ว่า หน่วยความจำที่ใช้ในเรื่องนี้แบ่งออกได้เป็นสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่ใช้ในการเก็บค่าความเข้มของภาพและค่าของตัวอักษรที่แทนค่าความเข้มซึ่งใช้ในการพิมพ์รูปภาพ ซึ่งจะเก็บไว้ในหน่วยความจำชนิด "แรม"

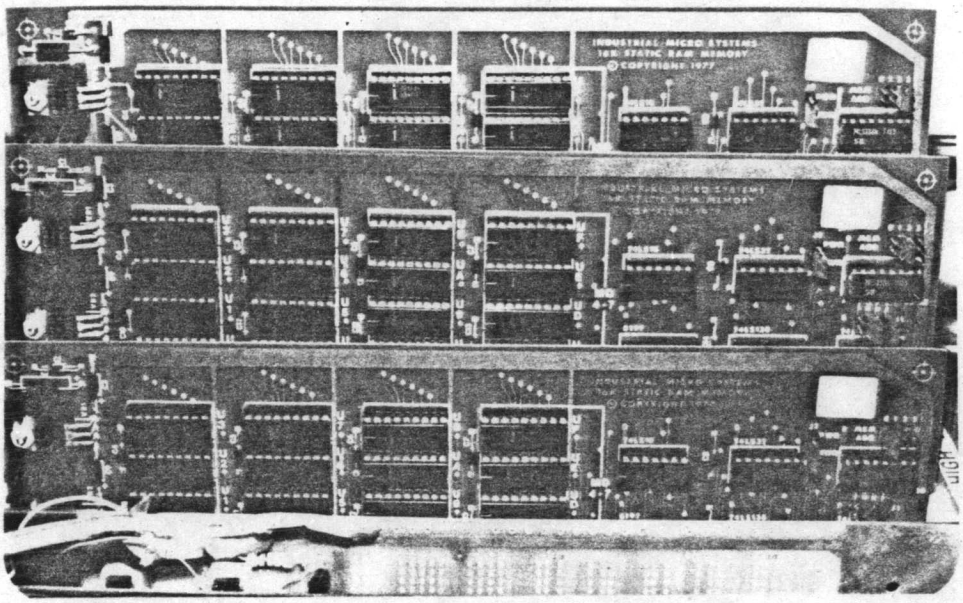
และอีกส่วนหนึ่งก็คือส่วนที่ใช้ในการเก็บโปรแกรมการสุ่มค่าความเข้มของภาพและโปรแกรมการจัดค่าความเข้มของภาพให้อยู่ในรูปของตัวอักษรตลอดจนถึงโปรแกรมการพิมพ์ภาพ ซึ่งส่วนนี้จะเก็บไว้ในหน่วยความจำชนิด "อีพรอม"

"แรม" ที่ใช้เป็นอินติเกรทเซอร์คิท (Integrated circuit) ซึ่งประกอบกันเป็นแผง แผงละ 16x16k1024 ไบท์ (byte) และในการเก็บค่าความเข้มของภาพที่สุ่มมาทั้งหมดตลอดจนค่าของตัวอักษรที่ใช้ในการพิมพ์รูปภาพต้องใช้แผงนี้ 3 แผงด้วยกัน

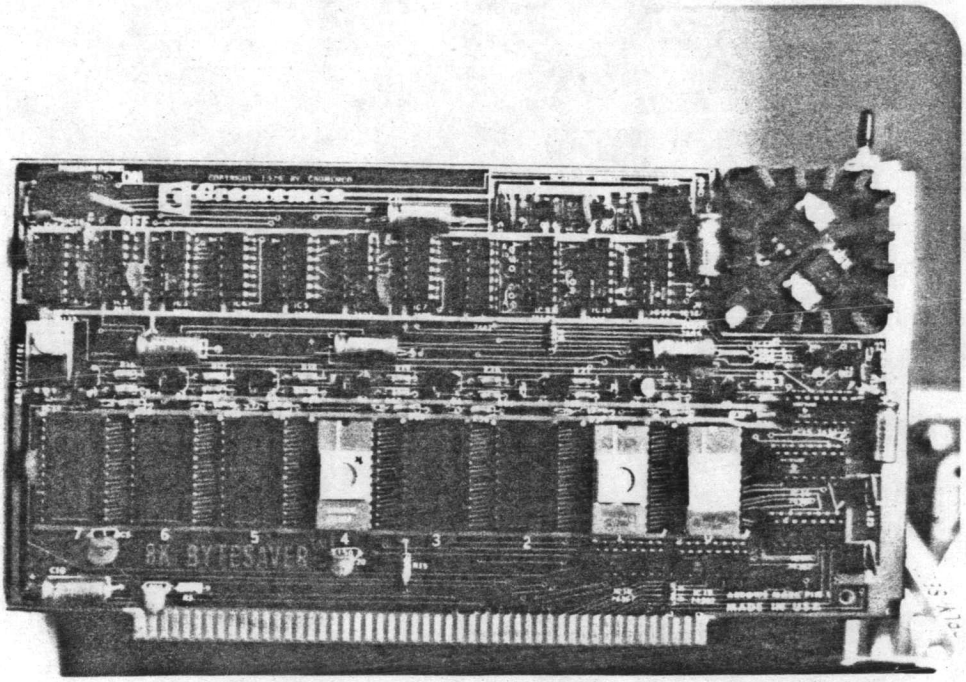


รูปที่ 3.6 แผงของหน่วยความจำหนึ่งแผงซึ่งมีขนาด 16x1024 ไบท์

ส่วน "อีพรอม" มีขนาด 1024 ไบท์ ซึ่งเป็นอินทิเกรทเซอร์คิทหมายเลข 2708 และนำมาใช้งานได้โดยอาศัยแผง "ไบท์เซฟเวอร์" (Bytesaver) และในแผงไบท์เซฟเวอร์นี้สามารถบรรจุอีพรอมได้ทั้งหมดแปดตัว โดยคุณสมบัติของแผงไบท์เซฟเวอร์นี้สามารถทำการบรรจุโปรแกรมใส่ในอีพรอม หรือหน่วยควบคุมสามารถนำข้อมูลที่บรรจุอยู่ในอีพรอมมาใช้งานได้



รูปที่ 3.7 แสดงถึงแผงหน่วยความจำที่ใช้ทั้งหมดสามแผง



รูปที่ 3.8 แผงไบท์เซฟเวอร์

แผงวงจรควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ

แผงเหล่านี้ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แผงที่จำเป็นต้องใช้ในระบบการทำงานนี้มีด้วยกัน 3 แผงคือ

ก. แผงวงจรซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

แผงนี้มีชื่อเรียกทางการค้าว่าแผง CROMEMCO D+7A เป็นแผงที่เชื่อมระหว่างกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิดกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยรับสัญญาณภาพรวมที่เป็นสัญญาณอนาลอกจากกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิดมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งคือค่าความเข้มของภาพในขณะที่หน่วยควบคุมสั่งให้รับข้อมูลเข้ามา สัญญาณอนาลอกที่เข้ามาจะต้องมีค่าความต่างศักย์ระหว่าง −2.56 โวลท์ ถึง 2.54 โวลท์จึงจะสามารถเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลได้ โดยการเปลี่ยนแปลงค่านี้ทำได้ละเอียดที่สุดถึง 20 มิลลิโวลท์

ตัวอย่างเช่น รหัส 8 บิทข้างล่างนี้แทนค่าความต่างศักย์ของอนาลอกดังนี้

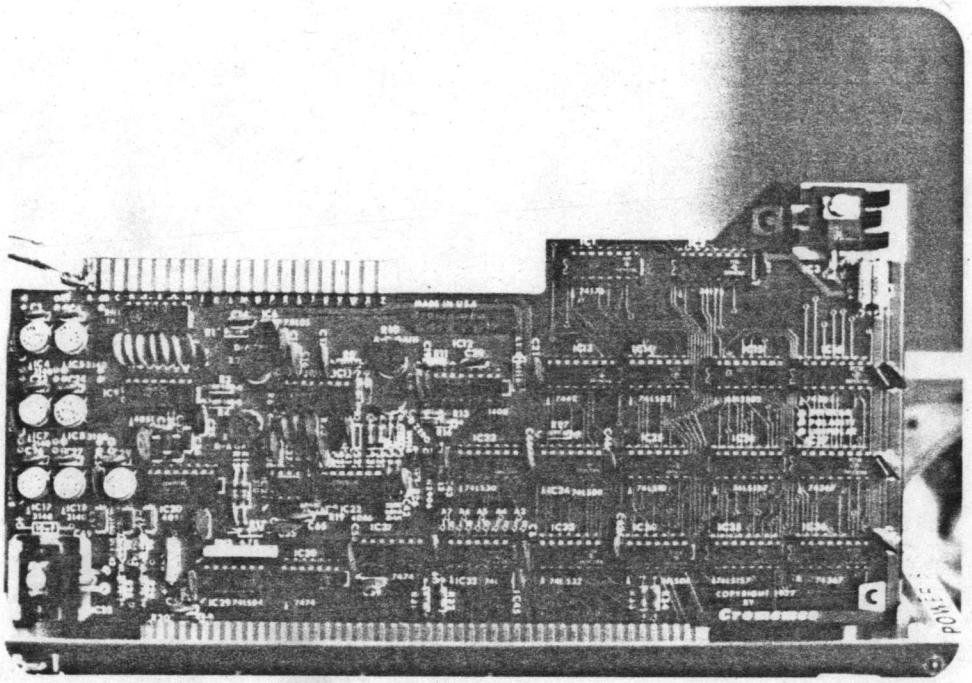
01111111	+ 2.54 โวลท์
00000001	+ 0.02 โวลท์
00000000	0.00 โวลท์
11111111	-0.02 โวลท์
10000000	-2.56 โวลท์

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่าความต่างศักย์ค่าบวกและลบจำนวนเดียวกันเมื่อถูกเปลี่ยนเป็นค่าดิจิตอลจะอยู่ในลักษณะของ 2 คอมพลีเมนท์ (two's complement) ซึ่งกันและกัน และบิทตัวที่น้อยที่สุด (least significant bit) จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงหนึ่งค่าเมื่อค่าความต่างศักย์เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 20 มิลลิโวลท์

เนื่องจากแผงวงจรนี้นอกจากจะใช้เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลดังที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้แล้ว ยังสามารถเปลี่ยนจากสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอกได้อีกด้วย ซึ่งที่เรียกว่า D+7A นี้สาเหตุคงมาจากการที่แผงนี้มีหน่วยสำหรับรับหรือส่งสัญญาณดิจิตอล 1 หน่วย และหน่วยสำหรับรับหรือส่งสัญญาณอนาลอกอีก 7 หน่วย

ด้วยเหตุที่สัญญาณภาพรวมที่เป็นสัญญาณอนาลอกจากกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิดมีค่าความต่างศักย์อยู่ในช่วงของการทำงานของแผงวงจรนี้ จึงสามารถนำสัญญาณจากกล้องถ่าย

โทรทัศน์วงจรปิดมาเข้าแผงนี้ได้ โดยต่อสัญญานอนาลอกจากกล้องเข้าที่หน่วยที่ 7 ของหน่วยรับส่งสัญญานอนาลอกซึ่งก็คือหน่วย 037 (เลขฐาน 8) หรือ 1F (เลขฐาน 16)



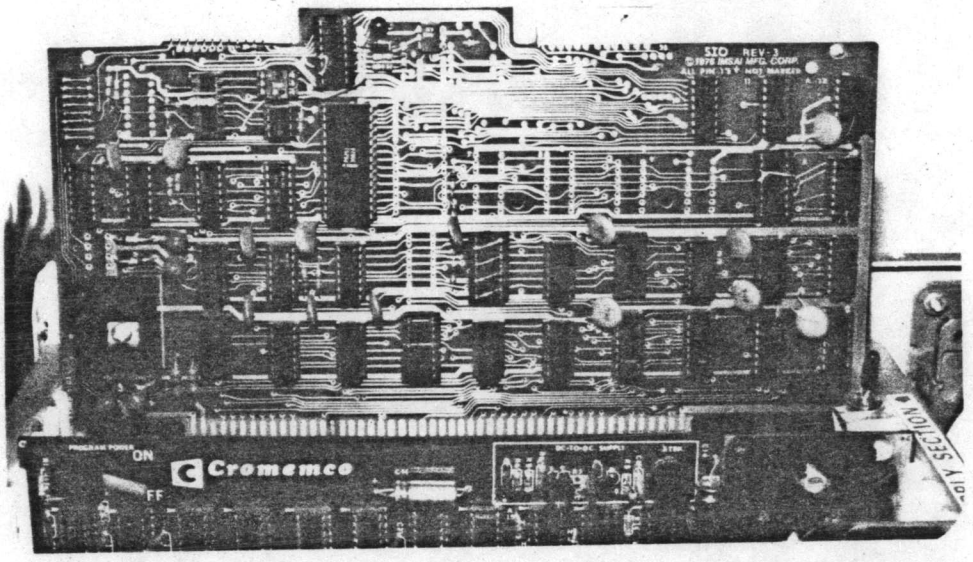
รูปที่ 3.9 แผงวงจรซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญานอนาลอกเป็นดิจิตอล

ข. <u>แผงซีเรียลอินพุทเอาท์พุท</u> (Serial Input/Output หรือ SIO)

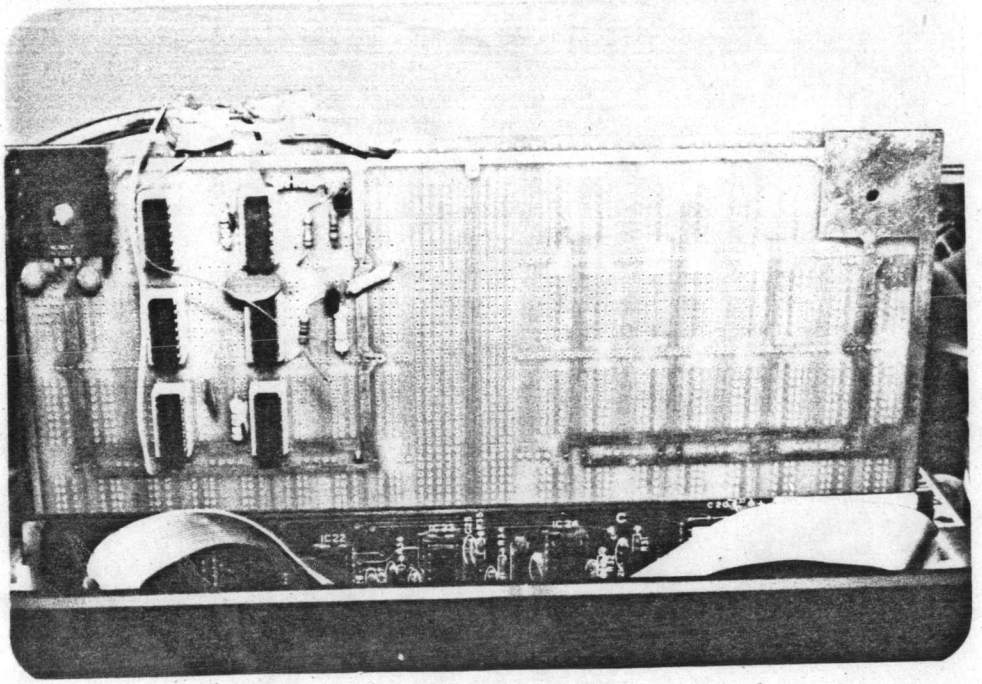
เป็นแผงที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อรับส่งข้อมูลแบบซีเรียล (serial) ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้เพื่อเชื่อมต่อเครื่องพิมพ์เข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการพิมพ์ภาพ

ค. <u>แผงวงจรซึ่งต่อขึ้นเพื่อให้โปรแกรมการสุ่มค่าความเข้มของภาพทำได้อย่างสมบูรณ์</u>

แผงวงจรนี้ต่อขึ้นเพื่อรับสัญญานทางแนวนอนและสัญญานทางแนวตั้งจากกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิด และผ่านสัญญานทั้งสองนี้เข้ายังวงจรเพื่อส่งสัญญานแก่หน่วยควบคุมว่าขณะนี้สัญญานภาพรวมได้สะแกนมาถึงจุดซ้ายสุดของเส้นสะแกนตามแนวนอนแต่ละเส้นแล้ว หรือสัญญานภาพรวมได้สะแกนมาถึงจุดเริ่มต้นของจอภาพแล้ว ซึ่งรายละเอียดของแผงวงจรนี้จะได้กล่าวถึงในบทที่ 4 ต่อไป



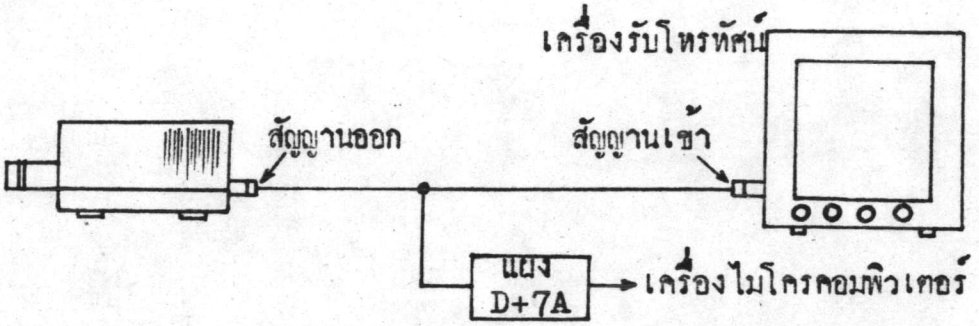
รูปที่ 3.10 แผงซีเรียลอินพุทเอาท์พุท



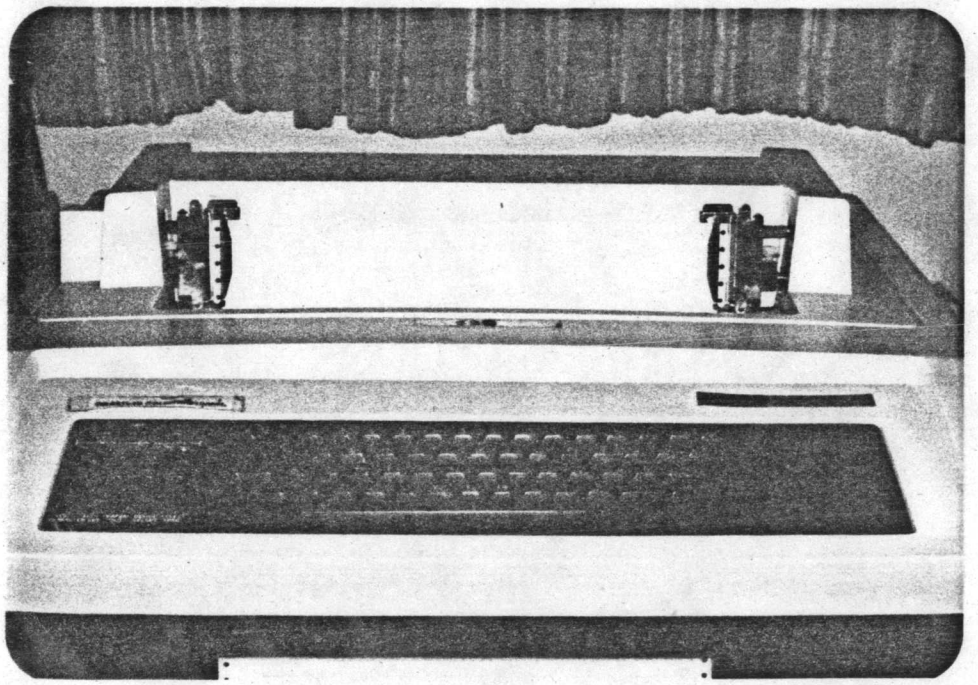
รูปที่ 3.11 แผงวงจรที่ต่อเพิ่มเติมเพื่อใช้ในวิทยานิพนธ์นี้

เครื่องมือที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

ก. กล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิด ซึ่งจะส่งสัญญาณภาพรวมเข้าทางแผง D+7A ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งส่งสัญญาณทางแนวนอนและสัญญาณทางแนวตั้งเข้ายังแผงซึ่งต่อขั้นดังกล่าวแล้ว นอกจากนี้วัตถุที่ปรากฏอยู่หน้ากล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิดก็จะปรากฏบนจอภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งต่ออยู่กับกล้องนี้อีกทีหนึ่ง และภาพที่ปรากฏขึ้นนี้จะมีเส้นสะแกนตามแนวนอนเป็นจำนวน 625 เส้น



รูปที่ 3.12 เครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งรับสัญญาณภาพรวมจากกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิด

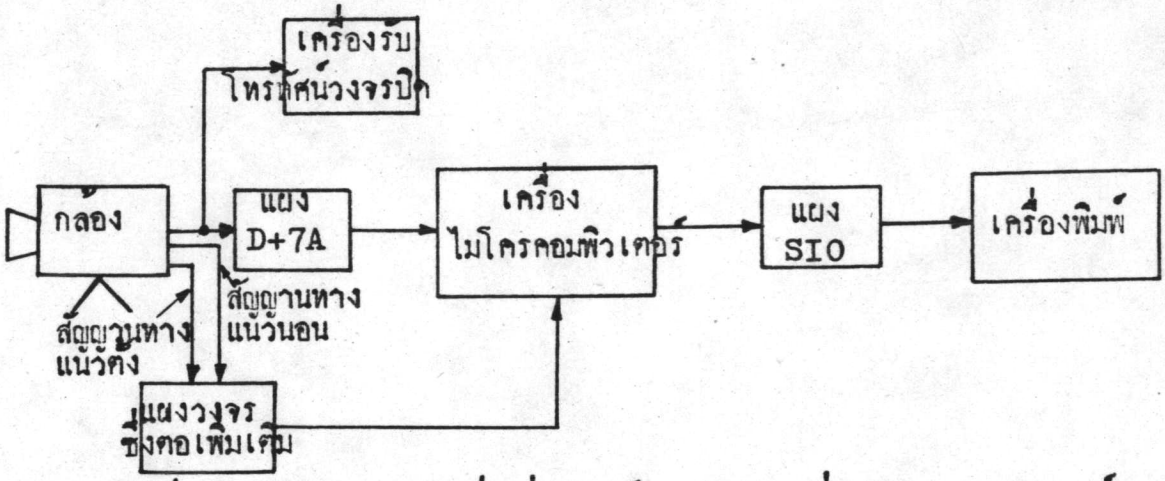


รูปที่ 3.13 เครื่องพิมพ์ที่ใช้ในการพิมพ์ภาพแบบซีเรียล

ข. <u>เครื่องพิมพ์</u> เครื่องพิมพ์ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้คือเครื่อง digital dec-writer II ซึ่งเป็นแบบ dot matrix 5x7 และพิมพ์ภาพแบบซีเรียลโดยมีความเร็ว 30 ตัวอักษรต่อ 1 วินาที และเครื่องพิมพ์นี้ได้ต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยอาศัยแผงซีเรียลอินพุทเอาท์พุท

<u>การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์</u>

เมื่อได้กล่าวถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ตลอดจนอุปกรณ์ภายนอกที่นำมาเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว ก็จะกล่าวถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ นี้เข้าด้วยกันเพื่อเตรียมพร้อมที่จะใช้ในการวาดภาพที่ปรากฏอยู่หน้ากล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิดภายใต้การควบคุมของระบบโปรแกรมต่อไป



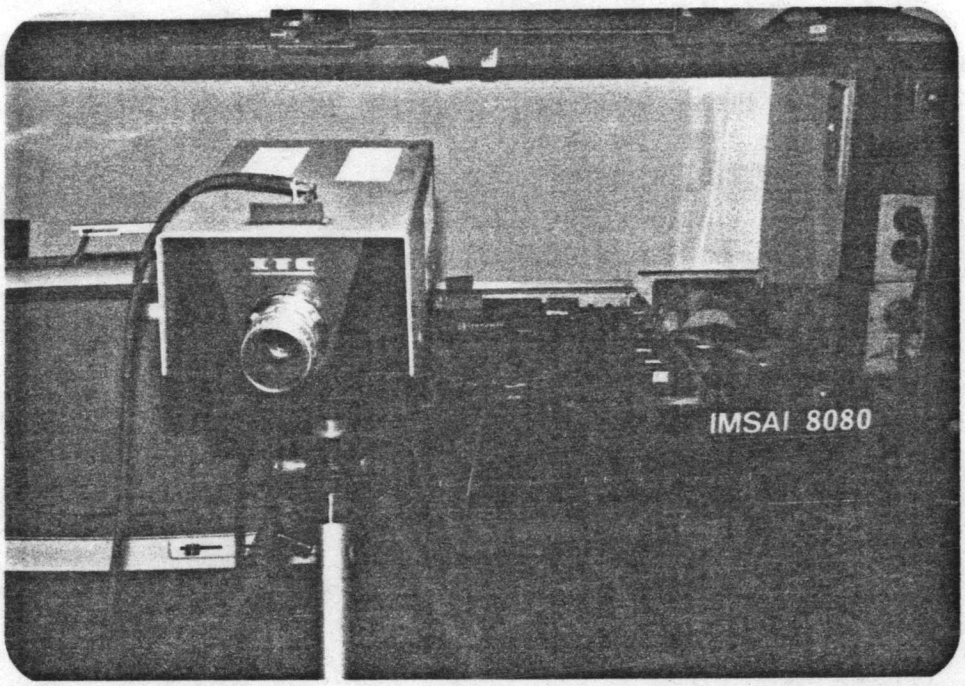
รูปที่ 3.14 ผังแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

อาจกล่าวโดยละเอียดถึงการต่อแผงวงจรต่าง ๆ และอุปกรณ์ภายนอกดังนี้

1. นำแผงวงจรทุก ๆ แผงที่ต้องใช้เสียบลงบนซ็อกเก็ตให้ครบถ้วน

2. ต่อสัญญาณภาพจากกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิดเข้ายังเครื่องรับโทรทัศน์และเข้าที่หน่วยรับสัญญาณอนาลอกหน่วยที่ 7 ของแผง D+7A

3. ต่อสัญญาณการสะแกนตามแนวนอน สัญญาณการสะแกนตามแนวตั้งและกราวด์ (ground) จากกล้องถ่ายโทรทัศน์วงจรปิดไปเข้ายังซอบบนของแผงวงจรซึ่งต่อเพิ่มเติมขึ้น ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.15 แสดงถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (ยกเว้นเครื่องพิมพ์)

4. ต่อสัญญานการหยุดทำงานและการเริ่มทำงาน (STOP และ RUN) จากสวิทช์บนหน้าปัดของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เข้าที่พินที่ 15 และ 16 ของซ็อกเก็ต

5. นำสัญญานการสะแกนตามแนวนอนที่ได้จากแผงซึ่งต่อเพิ่มเติมไปเข้ายังชารีเซท (Reset) ของแผงวงจรของหน่วยควบคุม ส่วนสัญญานการสะแกนตามแนวตั้งจากแผงซึ่งต่อเพิ่มเติมให้ต่อเข้าที่พินที่ 73 ของซ็อกเก็ตเพื่อใช้ในการอินเทอรัป

6. ต่อสัญญานการเอนเนเบิล (enable signal) จากแผงซึ่งต่อเพิ่มเติมไปเข้าที่พินที่ 9 ของ IC 20 บนแผงวงจรของหน่วยควบคุม

7. ต่อสัญญานจากแผงซีเรียลอินพุทเอาท์พุทไปยังเครื่องพิมพ์

(จากที่กล่าวถึงการเชื่อมต่อบางส่วนของแผงวงจรเข้าด้วยกันตามข้อ 3 ถึง 6 นั้น มีรายละเอียดปรากฏในหัวข้อลักษณะการทำงานของวงจรซึ่งต่อเพิ่มเติมในบทที่ 4) และเมื่อ

ต่อแผงวงจรและอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วจะปรากฏดังรูปที่ 3.15

การสร้างระบบโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดนี้เขียนขึ้นโดยใช้ภาษาแอสแซมบลีของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งลักษณะของคำสั่งทั้งหมดและการทำงานของแต่ละคำสั่งตลอดจนเวลาที่ใช้ในการเอกเซคคิวท์คำสั่งนั้น ๆ จะปรากฏอยู่ในภาคผนวก ก.