การควบคุมระบบเสียงด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER

โดย

นาย มงคล เหมหงษ์ทอง

นาย ลิขสิทธิ์ กีรติวงศ์วานิช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032643

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2535

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมระบบเสียงด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

(MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER)

ผู้จัดทำ

1. นาย มงคล เหมหงษ์ทอง

2. นาย ลิขสิทธิ์ กีรติวงค์วานิช

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ทรงชัย วีระทวีมาศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการ

032643

การควบคุมระบบเสียงด้วยไมโครโปรเซสเซอร์
(MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER)

นาย มงคล เหมหงษ์ทอง ผู้จัดทำ
นาย ลิขสิทธิ์ กีรติวงศ์วานิช ผู้จัดทำ
อาจารย์ ทรงชัย วีระทวีมาศ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ

โครงงาน การควบคุมระบบเสียงด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER) นี้เป็นการนำเอาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ มาใช้ในการควบคุมระบบการทำงานของเครื่องเล่นเทป (TAPE PLAYER) โดยแต่เดิมการทำงานของเครื่องเล่นเทปจะเป็นการทำงานที่ใช้กลไก (MACHANIC) เป็นหลัก แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นทำให้ระบบการทำงานของเทปเปลี่ยนไป คือ มีระบบกลไกที่สามารถทำงานได้โดยใช้ไฟฟ้าเข้ามาทำงานแทน ทำให้การทำงานที่ซับซ้อนด้วยกลไกก็น้อยลง และจะทำให้สามารถควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้อีกด้วย จึงทำให้มีความคิดที่จะนำเอาระบบไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ควบคุม เพื่อที่จะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเล่นเทปให้มากยิ่งขึ้นไปอีก จากโครรงงานนี้ เราจะได้เครื่องเล่นเทปที่แต่เดิมจะเล่นเทป (PLAY) ได้เพียงอย่างเดียวก็จะสามารถเลือกที่จะเล่นเพลงใดก็ได้ตามต้องการ และสามารถที่จะโปรแกรม (PROGRAM) การทำงานได้อีกด้วย จึงคิดว่าเป็นโครงงานที่น่าสนใจในการพัฒนาทางเทคโนโลยีอีกโครงงานหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER

Mr.MONKHON HEMHONGTHONG PRODUCT
Mr.LIKHASIT KEERATIVONGVANITH PRODUCT
Mr.SONGCHAI WEERATHAWEEMAS ADVISOR
EDUCATION 1993

ABSTRACT

THE MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER FRAMEWORK IS THE PLAN THAT USES THE MICROPROCESSOR SYSTEM TO CONTROL THE WORKING SYSTEM OF THE TAPE RECORDER. IN THE FORMER TIMES IT IS THE WORKING BY USING MACHINE AS THE MAIN POINT. WHEN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY ADVANCE,THE WORKING SYSTEM OF THE TAPE RECORDER IS CHANGED. IT BECOMES THE SYSTEM THAT CAN WORK BY USING ELECTRICITY INSTEAD, SO THE COMPLICATED WORKING DECREASES. BESIDES IT CAN BE CONTROLLED BY ELECTRONIC CIRCUIT TOO. THE IDEA IN LEADING THE MICROPROCESSOR SYSTEM TO USE OCCURS, SO THAT IT CAN INCREASE THE EFFECTIVENESS IN WORKING OF THE TAPE RECORDER. FROM THIS PLAN, THE TAPE RECORDER WHICHCAN WORK ONE THING AT TO TIME IS ATTERED. IT BECOMES THE TAPE RECORDER THAT WE CAN CHOOSE ANY SONG WE LIKE. BESIDES IT CAN PROGRAME THE WORKING TOO. IT IS THE ONE OF THE INTERESTING FAMEWORK IN DEVELOPING TECHNOLOGY.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

บทที่ 3 การสร้างและการทำงาน

บทที่ 4 คู่มือการใช้งาน

บทที่ 5 ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

โครงงาน การควบคุมระบบเสียงด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER) นี้เป็นการพัฒนาทางเทคโนโลยีของระบบเสียง โดยการนำเอาระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาใช้ ซึ่งสามารถทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานได้มากขึ้น ขอบเขตของการควบคุมระบบเสียงของโครงงานนี้นั้น คือการควบคุมการทำงานของเครื่องเล่นเทป (TAPE PLAYER) แต่เดิมเครื่องเล่นเทปจะทำงานได้ด้วยการใช้มือในการกดกลไกให้ทำงาน ซึ่งก็จะทำให้ความสามารถของเครื่องเล่นเทปจะอยู่ในระดับหนึ่งเท่านั้น แต่โครงงานนี้จะทำให้เครื่องเล่นเทปทำงานได้เพียงแต่กดเบาๆบนสวิสท์คีย์บอร์ด (SWITCH KEY BOARD) เท่านั้นก็สามารถจะควบคุมการทำงานได้ตามต้องการ ทั้งยังสามารถทราบถึงสถานะการทำงานของเครื่องเล่นเทปได้ ด้วยจอภาพจุดผลึกเปล่งแสง (DOT MATRIX LCD) และสามารถที่จะเลือกเล่นเพลงใดก็ได้ในเทปตลับนั้นตลอดจนตั้งเวลาในการเล่นเทปได้ โดยตั้งเวลาเปิดเครื่องเล่นเทปและเลือกเพลงที่จะเล่นไว้ เมื่อเล่นเพลงนั้นเสร็จก็จะหยุดการทำงาน ทั้งหมดนี้จะถูกต่อเข้ากับ CONTROL PACK ซึ่งเป็นบอร์ดของไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR) โดยมี EPROM เป็นหน่วยความจำที่จะเก็บโปรแกรม (PROGRAM) ที่เขียนไว้เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องเล่นเทป รับคำสั่งจากสวิสท์คีย์บอร์ดและแสดงผลการทำงานบนจอภาพ LCD รายละเอียดจะกล่าวในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

โครงงานนี้ เราอาจจะสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วนของระบบกลไกเทป (MACHANIC TAPE) กับวงจรควบคุมเทป (CONTROL TAPE CIRCUIT) และส่วนของการควบคุมจากโปรแกรม (PROGRAM CONTROL) ด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR SYSTEM) โดยที่โปรแกรม จะถูกโปรแกรมลงในตัว EPROM ของไมโครโปรเซสเซอร์ ตัวไมโครโปรเซสเซอร์เองก็จะทำงานตามโปรแกรมและจะเป็นตัวสั่งการทำงานต่างๆให้กับวงจรควบคุมเทป เพื่อที่จะควบคุมตัวกลไกเทปให้ทำงานตามที่โปรแกรมทำงาน โดยใช้คีย์บอร์ด (KEY BOARD) บนหน้าปัดและแสดงผลการทำงานที่หน้าจอจุดผลึกเหลวเปล่งแสง (DOT MATRIX LCD) ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของเทป คีย์บอร์ด และ LCD เกิดจากการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ตามคำสั่งของโปรแกรม โดยจะมีรายละเอียดของส่วนต่างๆมีด้วยกันดังนี้

เครื่องเล่นเทปและระบบกลไก

(TAPE PLAYER AND MACHANIC SYSTEM)

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าเครื่องเล่นเทป (TAPE PLAYER) มีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันของเรา ไม่ว่าจะเป็นเด็ก นักเรียน นักศึกษา นิสิต นักหนังสือพิมพ์ นักธุรกิจหรือแม้แต่ตำรวจ จัดเป็นสิ่งให้ความบันเทิงที่สำคัญอย่างหนึ่ง และดูเหมือนจะเป็นคู่แข่งที่สำคัญของเครื่องเล่นแผ่นเสียง (PHONOGRAPHS) เนื่องจากความสะดวกและประหยัดในการใช้งานที่เหนือกว่า

ในเครื่องบันทึกเทปมีแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ชุดหนึ่งเรียกว่า "หัวเทป" กับวงจรด้านเสียงอีกชุดหนึ่งในการบันทึกเสียงนั้น สัญญาณเสียงถูกเก็บไว้ด้วยไมโครโฟน ซึ่งเป็นตัวเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นอิมพัลซ์ทางไฟฟ้า สัญญาณนี้ซึ่งผ่านการขยายแล้วจะไปกระตุ้นแม่เหล็กไฟฟ้า (หรือหัวเทป) เมื่อเทปแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านหัวเทป อนุภาคเหล็กที่อยู่บันเทปก็จะจัดตัวไปตามอิมพัลซ์ที่เกิดจากสัญญาณเสียง

สำหรับในกรณีของการเล่นกลับ เทปที่ประกอบด้วยแม่เหล็กเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนมากๆผ่านหัวเทปจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น และส่งเข้าไปยังวงจรขยายเพื่อทำการขยายก่อนป้อนเข้าสู่ลำโพง เพื่อแปลงอิมพัลซ์ทางไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียงตามเดิม

เครื่องเล่นเทป (TAPE PLAYER) เป็นเทปที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการเล่นกลับโดยเฉพาะ มักไม่มีการบันทึก มีสองชนิดต่างกันคือชนิดที่มีเพียงมอเตอร์ หัวเทป และปรี-แอมพลิฟายร์สำหรับเล่นกลับ และชนิดที่มีเมน-แอมพลิฟายร์กับลำโพงเพิ่มเติมอีกนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

เทปเพลเยอร์นี้ไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตาม มักใช้กับการเล่นกลับสัญญาณเสียงและที่พบใช้มากที่สุดคือ ระบบสเตอริโอหรือระบบเสียงในรถยนต์

1. การบันทึก การเล่นกลับ และการลบเทป

ความชัดเจนไพเราะหรือ FIDELITY ของระบบเสียงนั้นขึ้นอยู่กับ "ความเป็นเชิงเส้น" (LINEARITY) ของมัน ทั้งนี้เพราะการทำงานที่ไม่เป็นเชิงเส้นมีผลทำให้เกิดการผิดเพี้ยนขึ้นได้ ดังนั้นในกรณีที่ส่วนประกอบอันหนึ่งอันในระบบมีคุณลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นขึ้น ก็จำเป็นต้องมีตัวที่จะช่วยให้การทำงานของมันเป็นเชิงเส้นประกอบเข้าไป

1.1 การบันทึกเทป

คุณลักษณะของวงจรแม่เหล็ก

คุณลักษณะการทำงานของวงจรแม่เหล็ก สามารถแสดงได้ด้วยกราฟดังรูปที่ 1.1 โดยเป็นการพล็อทระหว่าง "ฟลักซ์แม่เหล็ก"(FLUX DENSITY) หรือ"B" และ "สนามแม่เหล็ก" หรือ MAGNETIZING FORCE หรือ "H" ทั้งนี้ความสัมพันธ์ของ B-H เป็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับกระแส

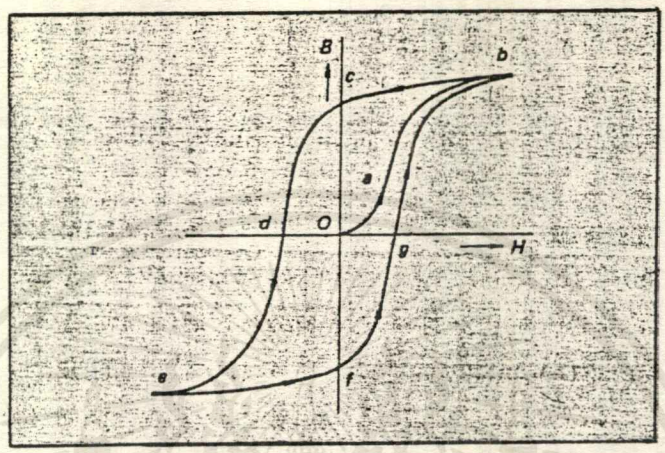
ฟลักซ์แม่เหล็ก หมายถึงจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อตารางนิ้วที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของแกน ส่วน MAGNETIZING FORCE นั้นเท่ากับจำนวนแอมแปร์-รอบ (AMPERE-TURN) ต่อนิ้วของความยาวแกน

ในการทำงานหากสนามแม่เหล็ก(H) มีค่าเพิ่มขึ้นๆทีละน้อยจากศูนย์ ฟลั๊กแม่เหล็ก (B) ก็จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนด้วย (O->a->b) จนกระทั่งมันถึงจุดอิ่มตัวที่ b จากนั้นถ้าแรงดันคร่อมขดลวดตกลงเป็นศูนย์(กล่าวคือ H ลดลง) ฟลั๊กแม่เหล็ก (B) จะไม่กลับไปที่ศูนย์แต่มันจะลดลงตามเส้นโค้งจาก b->c และถึงจุด c เมื่อ H กลายเป็นศูนย์ โดยแกนนี้จุดหรือขนาด

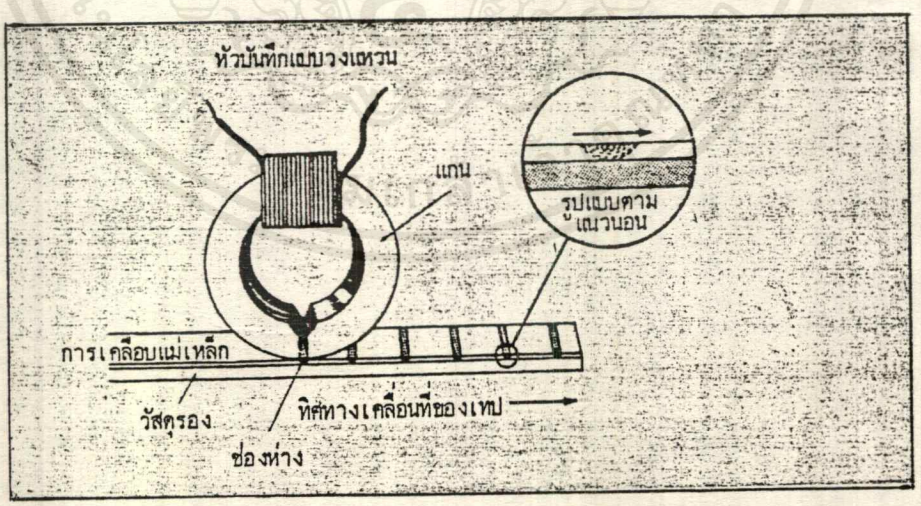
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

O->c มีชื่อเรียกว่า "RESIDUAL MAGNETIZATION"

เราอาจกล่าวได้ว่า MAGNETIC SUBSTANCE มี RESIDUAL MAGNETISM ภายหลังจากป้อน MAGNETIZING FORCE ให้กับมัน



รูปที่ 1.1 B-H curve



รูปที่ 1.2 วงจรแม่เหล็กในเครื่องบันทึกเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าหากเราลองป้อนกระแส หรือ H ในทิศทางตรงกันข้ามในขดลวด ค่า B จะเป็นไปตามโค้งจาก c->d->e ที่จุด e เป็นจุดที่มีการอิ่มตัวตรงข้ามกับของวัสดุแม่เหล็ก จะเห็นได้ว่าหากเราป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่ขดลวดตามรูปที่ 1.2 แล้วค่า B จะเดินทางเกิดเป็นวงรอบหรือลูฟ (loop)ขึ้นคือจาก O->a->b->c->d->e->f->g->b เราเรียกลูฟดังกล่าวว่า "ฮีสเทอริซิสลูฟ" (HYSTERESIS LOOP) เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นถึงความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องขอสรุปดังนี้

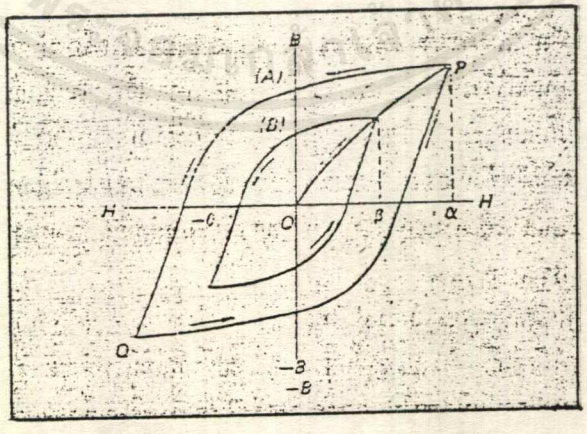
ก) ระยะจากจุดตัดแกน (O) ถึง b เรียกว่า "MAGNETIZATION CURVE ของวัสดุ"

ข) CLOSED LOOP เรียกว่า "HYSTERESIS LOOP"

ค) ค่าของ FLUX DENSITY (B) จาก O ถึง c เรียกว่า "RETENTIVITY ของ MAGNETIC SUBSTANCE"

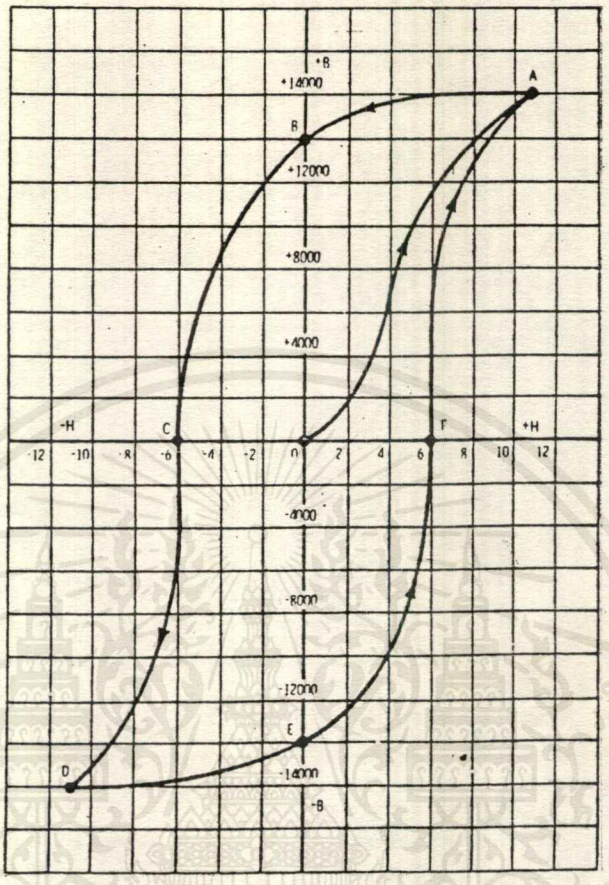
ง) ค่า MAGNETIZING FORCE (H) จาก O ถึง d เรียกว่า "COERCIVE FORCE"

จากรูปที่ 1.1 นั้นหากปริมาณหรือขนาดของ H (ซึ่งป้อนเข้าไปครั้งแรก) หยุดที่จุด ซึ่งมีค่าต่ำๆจุดหนึ่งแล้วกลับ จะมีผลทำให้เกิดเป็นลูฟเล็กๆ (เล็กกว่าครั้งแรก) ขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากขนาดของ H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4 อิสเทอริซิส ลูฟ ของเหล็ก (ตัวอย่าง)

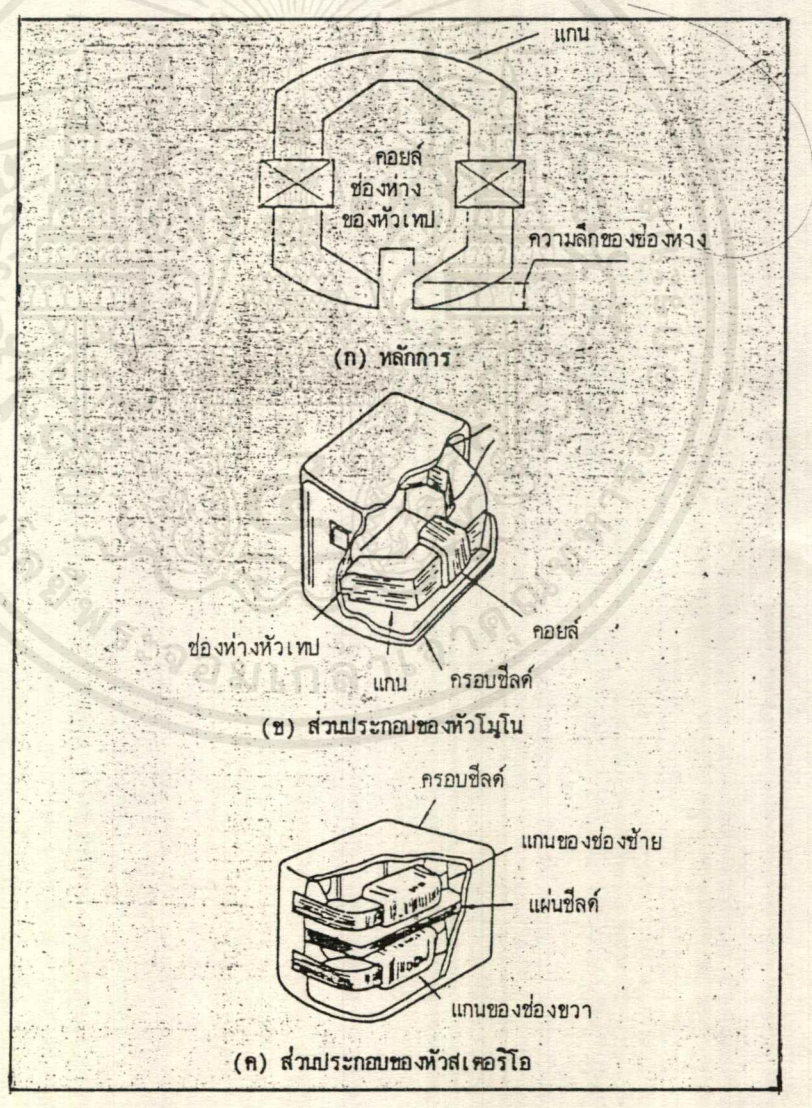
ในกรณีนี้หากป้อนแรงแม่เหล็กเข้าที่ตำแหน่ง α แล้ว แรงแม่เหล็ก (A) จะคงอยู่ แม้จะเอาแรงแม่เหล็กออกแล้วก็ตามและหากป้อนสนามแม่เหล็ก β เข้าไป (B) ก็จะคงอยู่ด้วยเช่นกัน อันนี้จึงเป็นการอธิบายถึงหลักการจำ (MEMORY) ของการบันทึกเสียง(และภาพ) ด้วย HYSTERESIS HPENOMENON ของ "B-H CHARACTERISTIC"

อันนัยหนึ่งคือฟังก์ชั่นความจำ(MEMORY FUNCTION)ของเครื่องบันทึกเทปนั้น หมายถึงการเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นของเสียงที่บันทึกไว้จะคงอยู่บนเทปในรูปของฟลั๊กแม่เหล็ก ในกรณีนี้จึงจำเป็นต้องใช้คอนเวอร์ทเตอร์(CONVERTER) เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าเป็นสนามแม่เหล็ก เพื่อเปลี่ยนเสียงให้เป็นแม่เหล็กซึ่งคอนเวอร์ทเตอร์ดังกล่าวก็คือ แม่เหล็กไฟฟ้านั่นเอง โดยทำมาในรูปของแกนแม่เหล็กที่มีขดลวดพันอยู่เรียกว่า "หัวบันทึก" (RECORDING HEAD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะมีช่องว่างในแกนของหัวแม่เหล็กอยู่ช่องหนึ่ง เพื่อรวบรวมเส้นแรงแม่เหล็กต่างๆ ดูรูปที่ 1.5 ประกอบ

ถ้าหากเทปบันทึกแม่เหล็ก ถูกนำไปวางไว้ใกล้ๆกับช่องห่างแล้ว ฟลั๊กซ์แม่เหล็กของหัวเทปก็สามารถส่งถ่ายในยังเทปแม่เหล็กได้เต็มที่ ยิ่งไปกว่านั้นส่วนของเทปที่ถูกแมกนีไทซ์ จะต้องเคลื่อนไปข้างหน้า เพื่อให้ส่วนที่ยังไม่ได้บันทึกของเทปถูกบันทึกต่อไปและความเร็วในการเคลื่อนที่ของเทป จะต้องเพิ่มขึ้น เพื่อว่าเทปจะได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของรูปคลื่นได้ทัน



รูปที่ 1.5 หัวบันทึกของเครื่องบันทึกเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่นในกรณีของเครื่องบันทึกคาสเซ็ท เทปวิ่งด้วยความเร็ว 4.75 ซม.ต่อ นาที และถ้ารูปคลื่นมีความถี่ 10 กิโลเฮิร์ตซแล้ว มันจะถูกบันทึกลงบนเทปด้วยความยาวคลื่น 4.75 ไมตรอน

1.2 การเล่นกลับเทป

เราจะได้กระแสไฟฟ้าจากเทปที่ได้บันทึกไว้แล้ว ด้วยการใช้หัวเล่นกลับ (PLAYBACK HEAD) อย่างไรคำตอบก็คือ ถ้าหากขดลวดชุดหนึ่งถูกนำไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงแล้ว จะทำให้เกิดแรงดันจำนวนหนึ่งขึ้นระหว่างปลายทั้งสองด้านของขดลวดเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า" (ELECTROMAGNETIC INDUCTION)

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กในขดลวดด้วย จะทำให้เกิดแรงเคลื่นไฟฟ้า (ELECTROMOTIVE FORCE-E.MF) ขึ้น และมีแรงดันเกิดขึ้นระหว่างปลายทั้งสองของขดลวดในลักษณะเดียวกัน

ถ้าหากเทปแม่เหล็กที่บันทึกแล้ว วิ่งผ่านช่องห่างของหัวเล่นแล้วจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันขึ้น ในขดลวดของหัวเทปจากปฏิกริยาต่อกันของความเป็นแม่เหล็กกับกำลังไฟฟ้า

เมื่อพิจารณาโดยโครงสร้างแล้ว หัวเล่นมีลักษณะเดียวกันกับหัวบันทึก ซึ่งจริงๆแล้วหัวแม่เหล็ก 1 หัวนั้นสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งหัวบันทึกและหัวเล่นในเครื่องบันทึกเทปธรรมดาเครื่องเดียวกัน

แรงดันที่ได้จากขดลวดในกรณีเล่นกลับนั้นจะเป็นปฏิภาคกับความเข้มของการเป็นแม่เหล็ก และการเปลี่ยนแปลงความเร็วของมัน

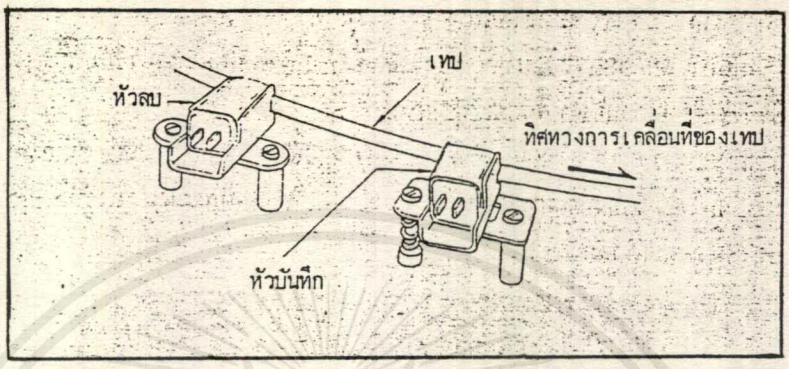
อย่างไรก็ดี หากนำแม่เหล็กแท่งหนึ่งไปวางไว้ใกล้ๆของลวดจะไม่มีแรงดันเกิดขึ้น แต่มันจะมีแรงดันเมื่อนำแม่เหล็กเคลื่นไปใกล้ๆขดลวดที่กำเนิดแรงดันเท่านั้น (อันนี้คือ หลักการทำงานของไดนาโม-DYNAMO นั่นเอง) เพราะฉะนั้นแรงดันที่เกิดขึ้นในหัวเล่นกลับของเครื่องบันทึกเทป ก็เป็นปฏิภาคกับความถี่ของเสียงที่บันทึกลงเทป

1.3 การลบเทป

การลบเทป (TAPE ERASING) เป็นกรรมวิธีในการทำให้ส่วนที่ได้บันทึกไว้บนเทป (MAGNETIZATION) ก่อนหน้านั้นหายไปตามที่ต้องการ โดยปกติแล้วเทปทุกม้วนจะต้องทำให้มันอยู่ ในสภาวะ UNMAGNETIZE โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบูรณ์เสมอก่อนทำการบันทึกใหม่ ทั้งนี้เพราะ RESIDUAL MAGNETISM ที่มีอยู่อาจทำให้เกิดมีสัญญาณรบกวนและหรือการผิดเพี้ยนขึ้นได้กับสัญญาณที่บันทึก



รูปที่ 1.6 ตำแหน่งของหัวลบ

การลบเทป ทำได้ด้วยการใช้สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มมากกว่าส่วนต่างๆของการแมกนีไทซ์ (การบันทึก) บนเทป ซึ่งตามทฤษฎีคือทำให้การเคลือบแม่เหล็กอยู่ในสภาวะอิ่มตัว (SATURATION) แล้วกลับมันให้ไปอยู่ในสภาวะสะเทิน (NEUTRAL STATE) อีกครั้งหนึ่ง

วิธีการลบเทป

การลบสภาพแม่เหล็กบนเทปออกไปหรือการลบเทปนั้น สามารถทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ วิธี SATURATION ERASURE กับ วิธี ZERO ERASURE

วิธีแรกทำได้โดยการป้อนไฟฟ้ากระแสตรงเข้าที่หัวเทปก่อนการบันทึก (วิธีนี้แรียกว่า "DC ERASURE") และโดยการใช้ แม่เหล็กถาวร (PERMANENT-MAGNET หรือ PM) ซึ่งทั้งสองแบบนี้ใช้สำหรับทำให้สภาพแม่เหล็กบนเทปถึงสภาวะอิ่มตัวด้วยการแมกนีไทซ์เทป

วิธีลบโดยใช้แม่เหล็กถาวรนี้ มักพบในเครื่องบันทึกเทปราคาถูกหรือสำหรับเด็กนักเรียนใช้ การทำงานก็จะป้อนเทปผ่านสนามแม่เหล็กถาวรที่มีกำลังแรงแล้วผ่านสนามที่กลับทาง(หรือทำโดยผ่านสนามที่กลับทาง (REVERSED FIELD) ซึ่งอนุกรมกันอยู่) เพื่อขจัดสภาพความเป็นแม่เหล็กให้หมด

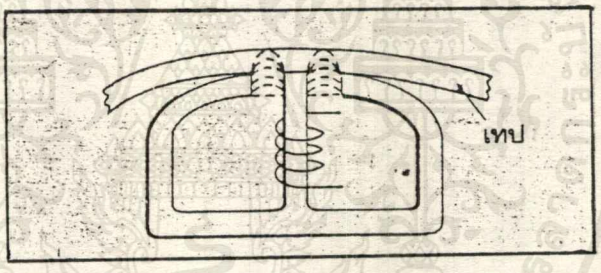
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไป

เหตุที่การลบเทปโดยใช้แม่เหล็กถาวรไม่นิยมใช้เพราะมันมีข้อเสียการลบไม่หมดและทำให้เกิดเป็นไบอัสแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสตรงขึ้นบนเทปเมื่อทำการบันทึกคราวต่อไป

วิธีที่สองเป็นการลบโดยการป้อนไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าที่หัวเทปก่อนทำการบันทึก เพื่อทำให้หัวเทปเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า จะได้ลบสภาพแม่เหล็กบนเทปออกไป

เครื่องบันทึกเทปที่มีราคา ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง ทั้งนี้หัวลบที่ใช้จะมีช่องห่างหัวเทปที่กว้าง (ซึ่งกว้างกว่าหัวบันทึกมาก) ดังรูปที่ 1.7 และปกติทำงานที่ความถี่ไบอัสไฟฟ้ากระแสสลับ

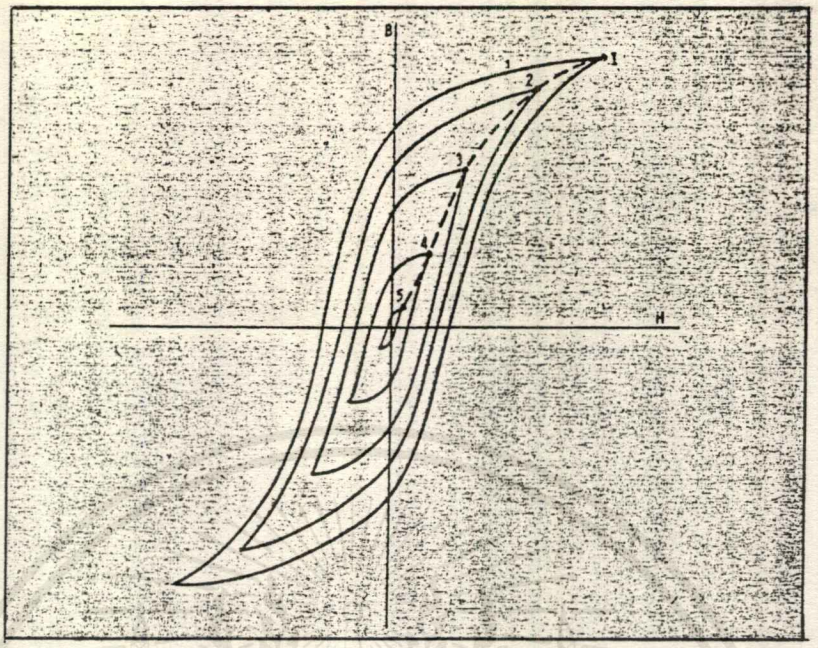


รูปที่ 1.7 ลักษณะของหัวลบความถี่สูง

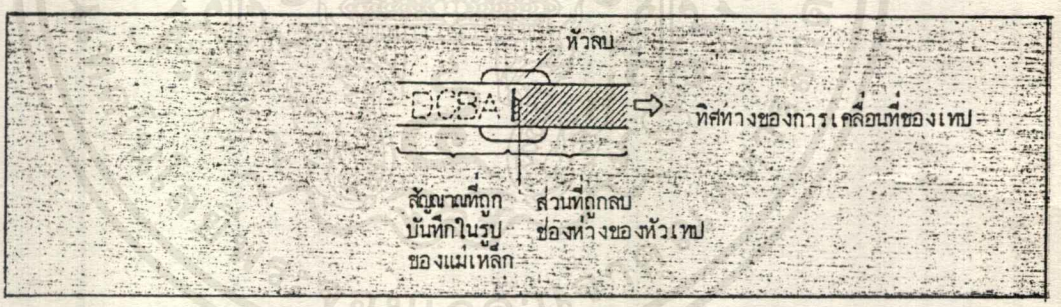
เมื่อเทปเคลื่อนผ่านช่องห่างที่กว้าง สนามแม่เหล็กก็จะกลับทางอย่างรวดเร็วสนามแม่เหล็กจะค่อยๆอ่อนกำลังลง เมื่อจุดที่กำหนดค่อยๆห่างออกจากช่องห่าง เป็นการขจัดสภาพความเป็นแม่เหล็กที่เคลือบ (บันทึก)ไว้กลายเป็นสภาวะสะเทิน วิธีการดีแมกนีไทซ์ (DEMAGNETIZE) ดังกล่าวนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 1.8

ทั้ง 2 วิธีคือ SATURATION ERASURE และ ZERO ERASURE นั้น วิธีหลังเป็นที่นิยมใช้กันเพราะมีคุณลักษณะที่เหนือกว่าในทุกๆกรณี สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับนั้นได้รับจากวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งใช้สำหรับกำเนิดไบอัส (BIAS) ในการบันทึกด้วย

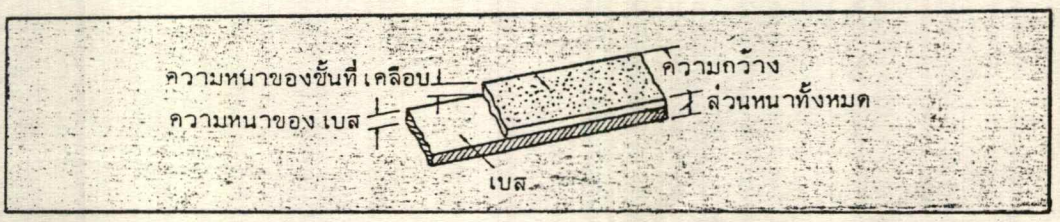
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032643



รูปที่ 1.8 แสดงการลบสภาพแม่เหล็กที่ได้บันทึกไว้



รูปที่ 1.9 หัวลบ



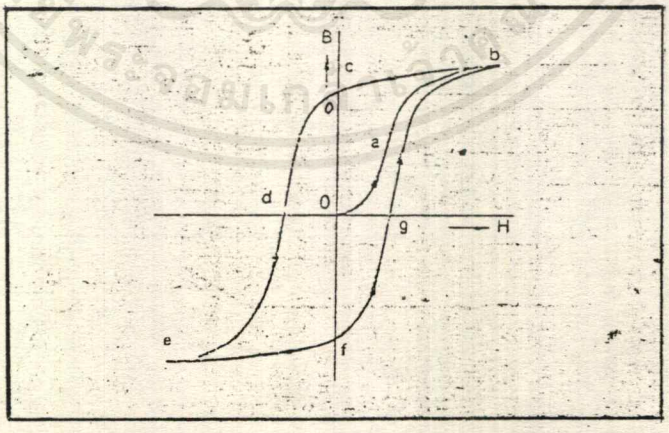
รูปที่ 1.10 เทปแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.9 แสดงหลักการทำงานของวิธี ZERO ERASURE ส่วนรูปที่ 1.10 เป็นโครงสร้างของเทปแม่เหล็กที่ใช้สำหรับจดจำสัญญาณในรูปของสภาพแม่เหล็ก เทปแบบนี้ทำด้วยพลาสติกที่เคลือบไว้ด้วยผงโลหะ (หรือผงแม่เหล็ก) เช่น เหล็กและโครเมียม เป็นต้น เพื่อให้สามารถแมกนีไทซ์ได้ง่าย

อย่างไรก็ตาม วัสดุแม่เหล็กตแต่ละอย่างที่ใช้ทำเทปนั้นมี คุณลักษณะทางแม่เหล็กที่เป็น "เฉพาะตัว" ของมัน ดังนั้นเพื่อที่จะขจัดคุณลักษณะเหล่านี้หรืออย่างน้อยที่สุดก็ให้ผลดังกล่าวที่มีต่อการผิดเพี้ยนต่ำมากๆ ก็ทำได้โดยการป้อนกระแสความถี่สูงๆ เข้าที่หัวบันทึกซึ่งกระแสความถี่สูงนี้เรียกว่า "ไบอัสในการบันทึก" (RECORDING BIAS)

แต่ที่น่าเสียดายก็คือ เส้นแรงแม่เหล็กจากหัวเทปขณะทำการบันทึกนั้น ไม่เป็นปฏิภาคกับสภาพแม่เหล็กที่ตกค้างบนเทป หรืออีกนัยหนึ่งคืออันแรกไม่มีความสัมพันธ์ที่เป็นเชิงเส้น (LINEAR) กับอันหลัง เพราะฉะนั้นจึงมีกระแสอื่นๆด้วยที่ป้อนเข้าที่หัวเทปพร้อมกับสัญญาณบันทึก ทำให้ต้องกำหนดจุดทำงานของหัวบันทึกเพื่อให้บันทึกสัญญาณเฉพาะ เมื่อเส้นแรงแม่เหล็กเป็นปฏิภาค (หรือโดยประมาณ) กับสภาพแม่เหล็กที่ตกค้าง กระแสนี้ก็คือไบอัสในการบันทึกนั่นเอง



รูปที่ 1.11 B-H CURVE

กล่าวโดยทั่วๆไปแล้ว ความสัมพันธ์ระหว่าง MAGNETIZING FORCE ที่ป้อนให้กับวัสดุแม่เหล็ก และการแมกนีไทซ์ของมันจะเป็นทั้งแบบเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นและะไม่เป็นเชิงเส้นปนกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.11 ซึ่งเป็นเส้นโค้งของการแมกนีไทซ์เริ่มแรก (O->a->b)

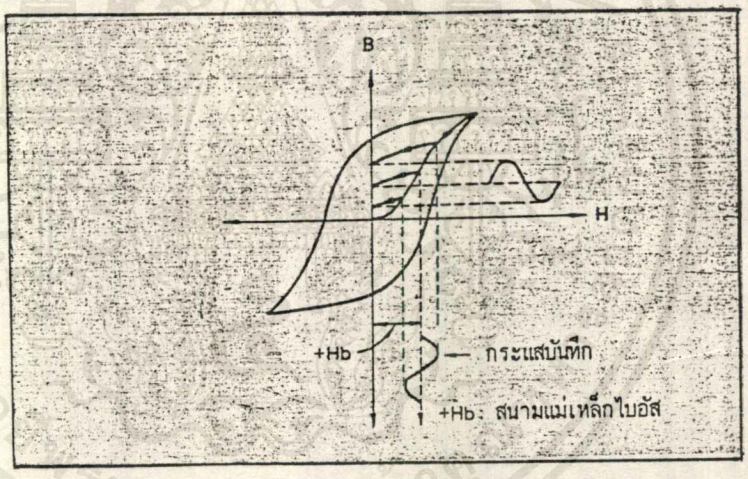
1.4 วิธีการไบอัส

วิธีการไบอัส (BIAS) มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ

1.4.1 การไบอัสไฟฟ้ากระแสตรง (DE BIAS)

1.4.2 การไบอัสไฟฟ้ากระแสสลับ (AC. BIAS)

ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นวิธีใดๆก็ตาม ต่างก็ต้องการให้การบันทึกมีการผิดเพี้ยนน้อยที่สุด อย่างไรก็ดี วิธีไบอัสไฟฟ้ากระแสสลับ (หรือ เอซี ไบอัส) เป็นที่นิยมใช้มากกว่า ดี.ซี.ไบอัส เนื่องจากมีความไว (SENSITIVITY) มากกว่าและผลที่ได้ยังมีการผิดเพี้ยนน้อยมาก รวมทั้งการบันทึก ก็มีสัญญาณรบกวน (NOISE) ที่ต่ำกว่าอีกด้วย



รูปที่ 1.12 วิธีไบอัสไฟตรง

ในรูปที่ 1.12 เป็นหลักการทำงานของ วิธีไบอัสไฟฟ้ากระแสตรง โดยวิธีนี้จะใช้ส่วนที่เป็นเชิงเส้นของ MAGNETIZATION CURVE เริ่มแรก ข้อเสียของมันมีอยู่ 2 อย่างคือ การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เกิดความผิดเพี้ยนขึ้นได้ และยังมีข้อจำกัดด้านกำลังอินพุทอีกด้วย

อย่างไรก็ดี วิธีไบอัสไฟฟ้ากระแสสลับนั้นสามารถขจัดข้อเสียดังกล่าวให้หมดไปได้ โดยการใช้ไบอัสแม่เหล็กความถี่สูง เพื่อตัดการผิดเพี้ยนออกไปโดยใช้ส่วนที่เป็นเส้นตรงของ MAGNETIZATION CURVE ของเทปแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีไบอัสไฟฟ้ากระแสสลับมีข้อดี ดังนี้คือ

ก) กำลังเอ้าท์พุทของมันมีค่าเป็น 2 เท่าของวิธีไบอัสไฟตรง

ข) ไม่มีการผิดเพี้ยนเกิดขึ้น แม้อินพุทจะมากขึ้น

ค) สัญญาณรบกวนต่ำ

ทว่า วิธีไบอัสไฟตรงก็มีข้อเสียอยู่เหมือนกันกล่าวคือ มีราคาสูงกว่าวิธีไบอัสตรงซึ่ง จากรูปที่ 1.11 หากใช้ส่วน O->a กับ O->a' ของ INITIAL MAGNETIZATION CURVE เป็นไบอัสแล้วป้อนความถี่ที่แน่นอน(สูงกว่าความถี่เสียง)เข้าไป และเพิ่มสัญญาณเสียงเข้าไปด้วยแล้ว ก็จะได้สนามแม่เหล็กรวม (COMPOSITE MAGNETIC FIELD) ดังแสดงด้านล่างของรูปที่ 1.13 และเมื่อ MAGNETISM ถูกตัดต่อด้วยความเร็วสูงมากระหว่าง b-b' แล้ว คลื่นรวมที่ถูก MAGNETIZE จะกลายเป็นดังรูป (เส้นเต็ม) ทำให้การบันทึกมีความไวสูงและไม่ผิดเพี้ยน

ความถี่ไบอัสและแอมปลิจูดของมัน เป็นแฟคเตอร์ที่สำคัญสำหรับการบันทึกไฮ-ไฟ ซึ่งปกติความถี่ไบอัสจะอยู่ระหว่าง 30-200 กิโลเฮิร์ตซ ถ้าความถี่ไบอัสต่ำมากเกินไปแล้ว ก็จะมีสัญญาณรบกวน (BEAT NOISE) หรือ ส่วนประกอบความถี่สูงของสัญญาณที่บันทึกปนไปด้วย เพราะฉะนั้นความถี่ไบอัสจะต้องสูงกว่าความถี่สัญญาณสูงสุด 5 เท่าขึ้นไป กระแสไบอัสมีผลต่อเอ้าท์พุทขนาดของการผิดเพี้ยนและคุณลักษณะทางความถี่ ดังนั้นจึงควรให้มีค่าไม่สูงหรือต่ำเกินไป

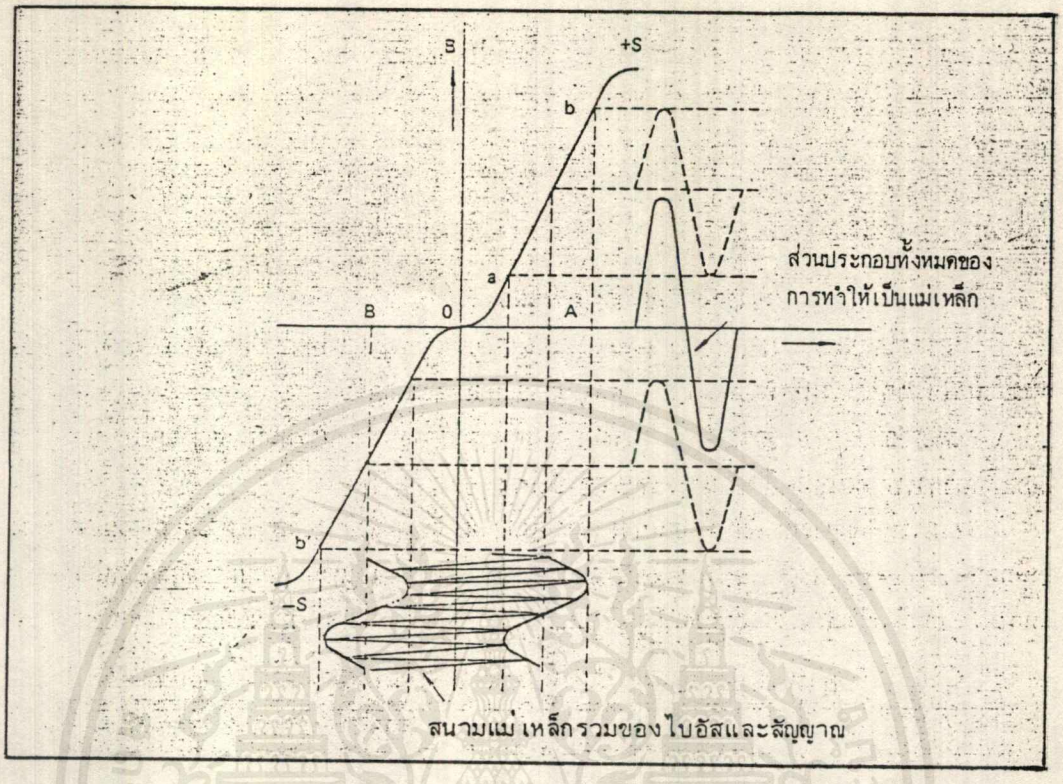
นอกจากนั้นยังต้องให้กระแสดังกล่าวนี้ เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของเทปด้วย โดยให้มีค่าสูงๆในกรณีเทปธรรมดา เทปที่มีสัญญาณรบกวนต่ำและเทปแบบโครม (CHROME)เพราะฉะนั้น เทปเด็คชั้นสูงจึงมีสวิทซ์เปลี่ยนเลือก (CHANGEAVER SWITCH) กระแสไบอัสให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ไบอัสกับสัญญาณแม่เหล็กที่บันทึกบนเทปในกรณีของการบันทึกด้วยไบอัสไฟสลับ ได้แสดงไว้แล้ว ดังรูปที่ 1.14 โดยความถี่ไบอัสยิ่งสูง FIDELITY ของการบันทึกในย่านความถี่สูงจะยิ่งสูงด้วย (นั่นคือความถี่ไบอัสยิ่งสูงยิ่งดี)

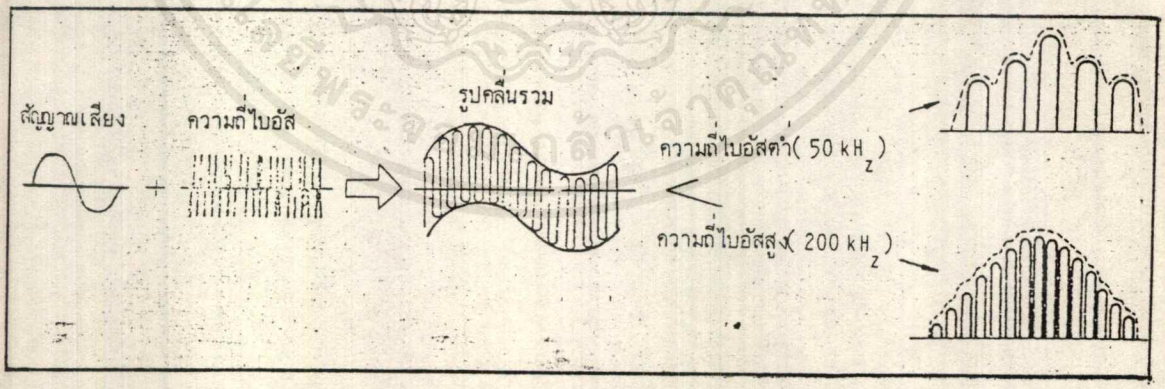
ความถี่ไบอัสของเครื่องบันทึกเทปธรรมดานั้นอยู่ในช่วงระหว่าง 30 ถึง 200 กิโลเฮิร์ซ การเพิ่มขนาดความถี่ให้สูงกว่านี้ เพื่อผลทางด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมรรถนะจะต้องเกี่ยวข้องกับเทคนิคที่ค่อนข้างยุ่งยากและราคาสูง



รูปที่ 1.13 การทำงานของวิธีไบอัสไฟสลับ



รูปที่ 1.14 ความถี่ของไบอัสไฟสลับ

ในทางปฏิบัติความถี่ 50 กิโลเฮิร์ซหรือเท่านั้น ก็เพียงพอแล้ว โดยปกติเครื่องบันทึกเทปและเครื่องบันทึกคาสเซ็ทราคาปานกลาง จะมีความถี่ประมาณ 35 กิโลเฮิร์ซ แต่ถ้าเป็นเครื่องชั้นสูงแล้วความถี่ไบอัสจะยิ่งสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกรณีของแกนเพอร์มาลอย (PERMALLOY CORE) ธรรมดา ความถี่ไบอัสจำกัดอยู่ที่ราว 100 กิโลเฮิร์ซ เนื่องจากการสูญเสียในย่านความถี่สูงและการสูญเสีย เนื่องจากกระแสไหลวน (EDDY CURRENT) จะเพิ่มขึ้น

2. ชนิดของเครื่องบันทึกเทปและม้วนเทป

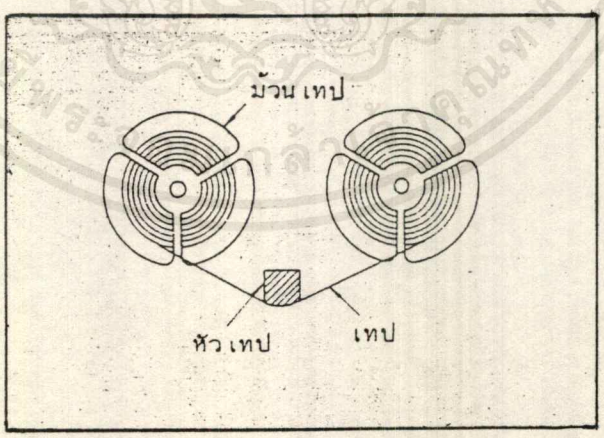
2.1 ชนิดของเครื่องบันทึกเทป

เครื่องบันทึกเทป (TAPE RECORDER) แบ่งออกได้หลายชนิดแตกต่างกัน เช่น ชนิดโอเพ่น-รีล (OPEN-REEL) ชนิดคาสเซ็ท (CASSETTE) และชนิดคาร์ทริดจ์ (CARTRIDGE) ในบางกรณีอาจรวมเทปเด็คเข้ามาด้วย

2.1.1 ชนิดโอเพ่น-รีล

เครื่องบันทึกเทปชนิดโอเพ่น-รีลนี้เป็นชนิดที่เก่าแก่ที่สุด (เป็นเครื่องเล่นเทปรุ่นแรก แต่ปัจจุบันยังคงมีใช้อยู่) ตัวเทปมีความกว้าง 6.3 ม.ม. พันอยู่บริเวณเทป (TAPE REEL) และมักใช้งานในลักษณะเปิด เห็นการทำงานได้ชัดเจนจากภายนอก

ในรูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของเครื่องบันทึกเทปชนิดโอเพ่น-รีล และรูปที่ 2.2 เป็นภาพตัวอย่างเครื่องจริงของบริษัทหนึ่ง



รูปที่ 2.1 เครื่องบันทึกเทปชนิดโอเพ่น-รีล

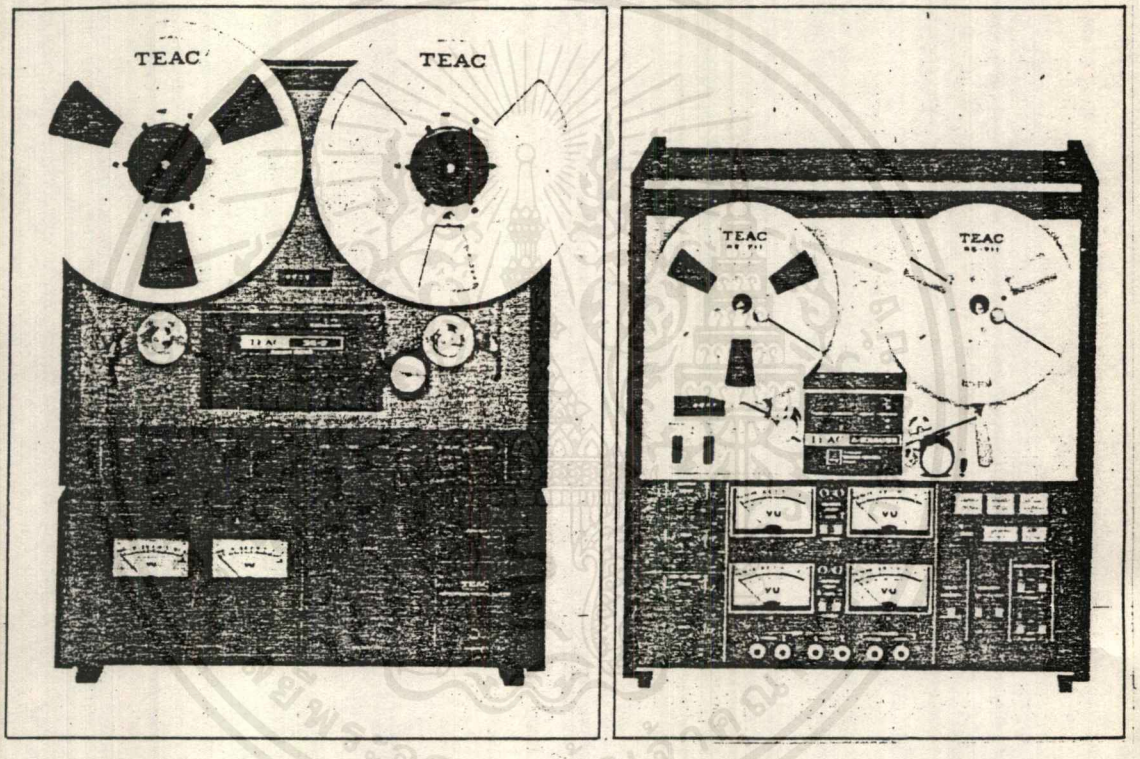
2.1.2 ชนิดคาสเซ็ท

ชนิดนี้เป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากใช้งานง่ายและสะดวกแม้เด็กๆก็สามารถทำได้โดย "ม้วนจ่าย" หรือ "ม้วนปล่อย" (SUPPLY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REEL) ซึ่งเทปพันอยู่กับ "ม้วนดึง" (WINDING REEL) ประกอบอยู่ภายในกล่องหรือคาสเซ็ทเดียวกัน (โดยมากเป็นพลาสติก) ผู้ใช้เพียงแต่หยิบใส่เข้าไปในเครื่องบันทึกเทปเท่านั้น ไม่ต้องจับต้องตัวเนื้อเทปเหมือนกับ กรณีของชนิดโอเพ่น-รีลแต่อย่างใด

ภายในคาสเซ็ทประกอบด้วยม้วนเทป 2 ม้วน และเทปแม่เหล็กซึ่งมีความกว้าง 3.81 ม.ม. เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4.8 ม.ม.ต่อวินาที ซึ่งทั้งๆที่มันมีขนาดเล็ก แต่ก็ให้คุณภาพเสียงที่ดีทีเดียว



(ก) แบบ 2 แทร็ค (ข) แบบ 4 แทร็ค

รูปที่ 2.2 เครื่องบันทึกเทปชนิดโอเพ่น-รีลของบริษัท TEAC

2.1.3 ชนิดคาร์ทริดจ์

ชนิดนี้คล้ายคลึงกับชนิดโอเพ่น-รีล ใช้เทปที่มีความกว้าง 6.3 ม.ม. วิ่งด้วยความเร็ว 9.5 ซ.ม.ต่อ นาที ในเทปมี 8 ช่องเสียงหรือแทร็ค (TRACK) สำหรับ 4 ช่องเสียง (CHANNEL)

ชนิดนี้บางทีเรียกกันติดปากว่า "เทป 8 แทร็ค"

มักใช้ระบบเสียงในรถยนต์และเล่นกับดนตรี ซึ่งจริงๆแล้วควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า เครื่องเล่นเทป (TAPE PLAYER) มากกว่าเครื่องบันทึกเทป (TAPE RECORDER)

2.1.4 ชนิดเทปเด็ค

ชนิดนี้ก็เป็นเครื่องบันทึกเทปแบบหนึ่งในความหมายกว้างๆ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น มันไม่มีลำโพงอยู่ในตัวเอง จึงมักใช้ร่วมกับระบบสเตอริโอหรือเครื่องขยายอื่นๆ

2.2 ชนิดของเทปคาสเซ็ท

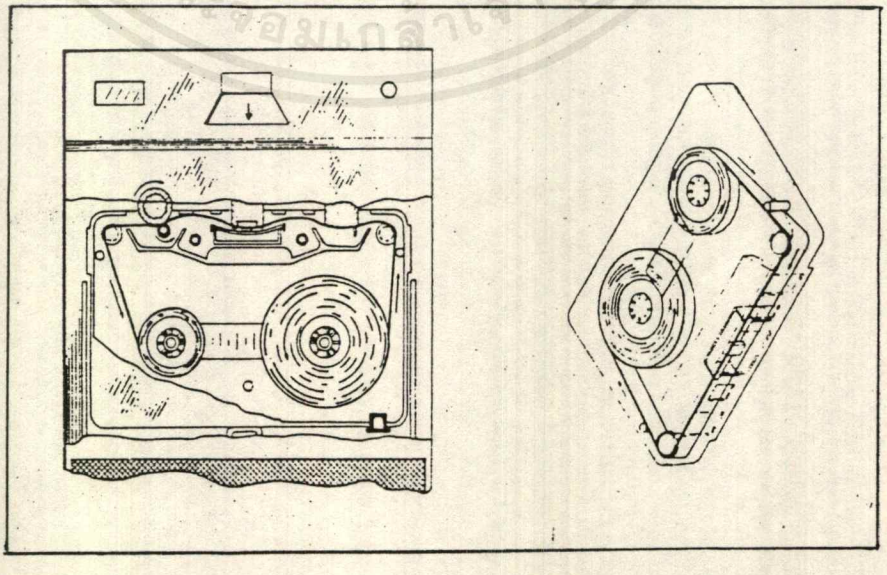
เทปคาสเซ็ทอาจแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดดังนี้คือ

2.2.1 ชนิดธรรมดา (NORMAL)

เทปชนิดนี้มักใช้พวกออกไซด์เหล็ก (IRON OXIDE) เป็นวัสดุแม่เหล็ก ซึ่งบางทีก็เรียกว่า "เทปชนิดเอ้าท์พุทสูงสัญญาณรบกวน(น๊อยส์)ต่ำ" (LOW-NOISE,HIGH OUTPUT TAPE) เป็นเทปที่พบกันเป็นส่วนใหญ่ในท้องตลาด เมื่อใช้เทปชนิดนี้จะต้องเลื่อนตัวเลือกชนิด (SELECTOR) ของเทปไปที่ตำแหน่ง "NORMAL" (120 μ/SEC.)

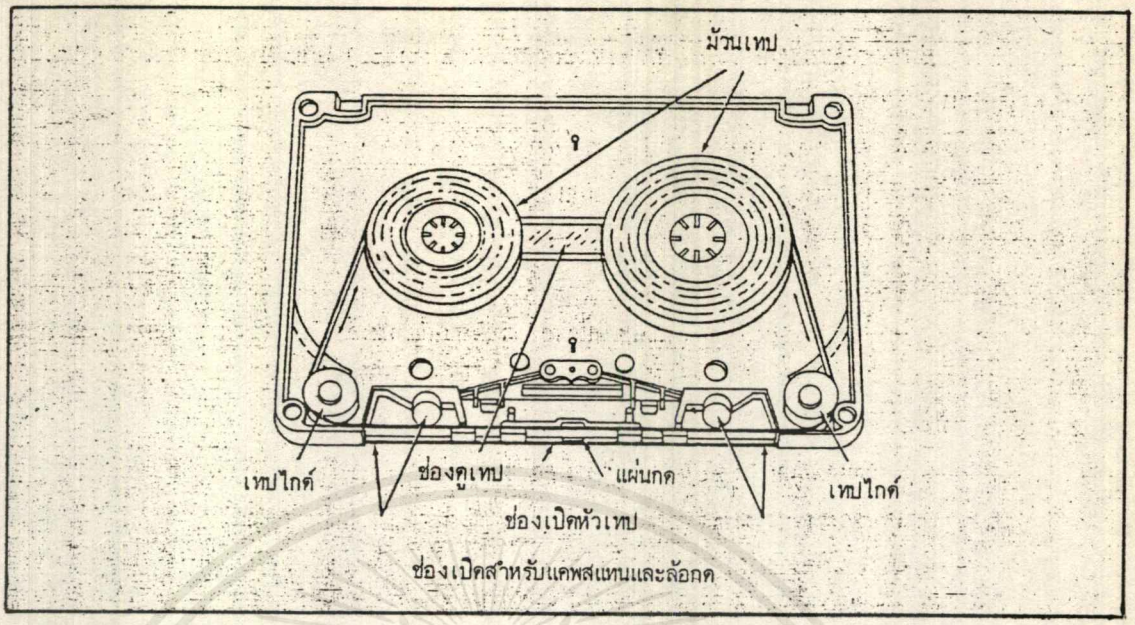
2.2.2 ชนิด CHROME

เทปคาสเซ็ทชนิดนี้ใช้พวก CHROME OXIDE เป็นวัสดุแม่เหล็กซึ่งให้คุณลักษณะทางย่านความถี่สูงที่ดีเลิศ แต่ค่อนข้างเลวในย่านความถี่ต่ำ และวัสดุแม่เหล็กดังกล่าวก็หาได้ไม่ง่ายนัก จึงไม่ค่อยนิยมใช้กันในปัจจุบันเมื่อใช้เทปชนิดนี้ต้องเลื่อนตัวเลือกชนิดของเทปไปที่ตำแหน่ง "CHROME" (70 μ/SEC.)

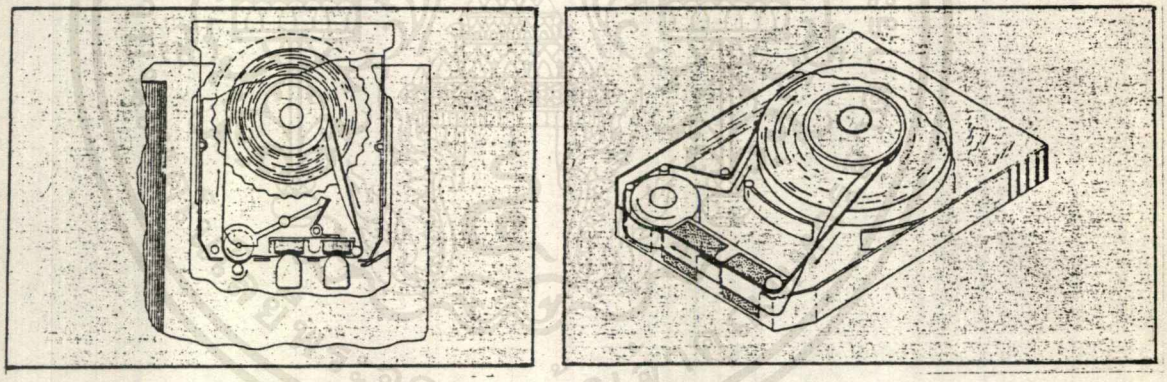


รูปที่ 2.3 ลักษณะของเทปคาสเซ็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบต่างๆของเทปคาสเซ็ท

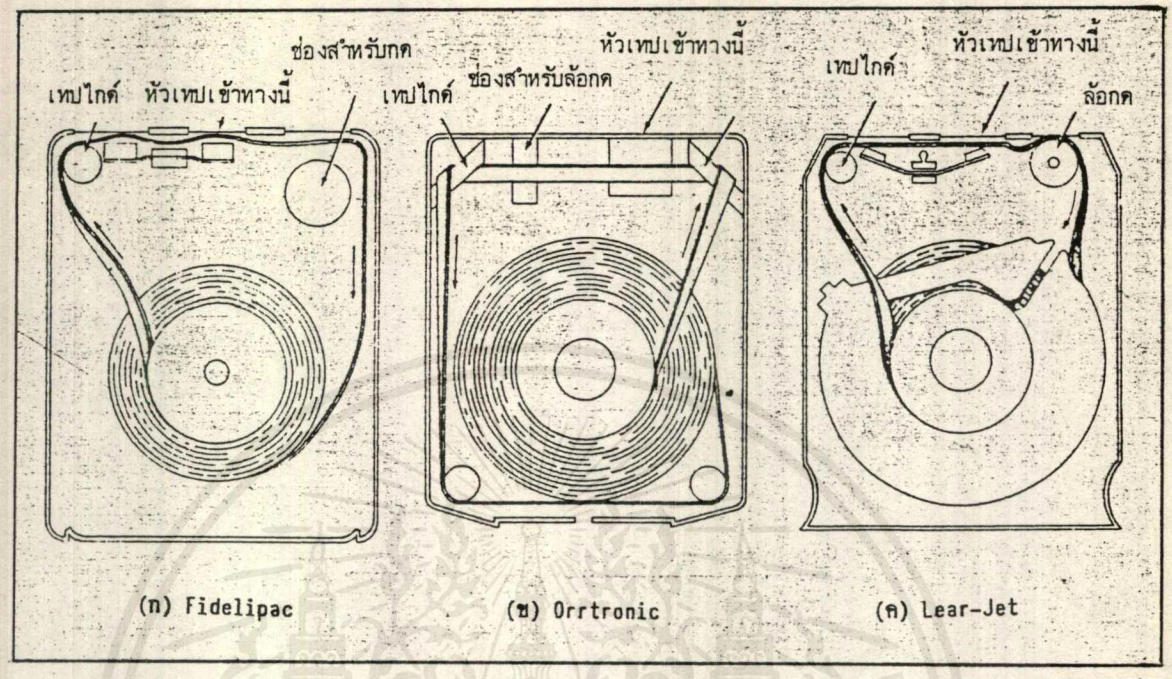


รูปที่ 2.5 ลักษณะของเทปคาร์ทริดจ์

2.2.3 ชนิด FERRICHROME

เทปชนิดนี้มี 2 ชั้น ชั้นแรกเป็นเหล็กออกไซด์ ส่วนอีกชั้นเป็น CHROME OXIDE อันเป็นการรวมเอาข้อดีของเทปชนิดธรรมดากับเทปชนิด CHROME เข้าด้วยกัน ทว่าการใช้วัสดุแม่เหล็ก 2 ชั้นทำให้มีราคาค่อนข้างสูง ในการใช้เทปชนิดนี้ ก็ต้องเลื่อนตัวเลือกชนิดของเทปไปที่ตำแหน่ง "Fe-Cr" หรืออาจใส่ไบอัส (BIAS) เข้าที่ตำแหน่ง CHROME และอีควอไลเซอร์ (EQUALISER) ที่ตำแหน่ง NORMAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 เทปคาร์ทริดจ์แบบต่างๆ ที่ใช้กัน

2.2.4 ชนิดโลหะ (METAL)

เทปคาสเซ็ทชนิดนี้ ใช้แอลลอยด์แม่เหล็ก โดยมีเหล็กบริสุทธิ์ (Fe) เป็นหลัก แล้วทำการ CHARACTERIZE ด้วย COEREIVE FORCE สูงๆ ทำให้ความหนาแน่นของฟลั๊กแม่เหล็กตกค้าง (RESIDUAL MAGNETIC FLUX) เป็นสองเท่าของเทปชนิดธรรมดา หรืออีกนัยหนึ่งคือเมื่อมีการแมกนีไทซ์ (MAGNETIZE) มันจะคงรักษาสัญญาณแม่เหล็กด้วยแรงเป็น 2 เท่าของชนิดธรรมดา

3. ความเร็วเทป ร่องเสียง และช่องเทป

3.1 ความเร็วเทป (TAPE SPEED)

ความเร็วเทปโดยทั่วๆไปของเครื่องบันทึกเทปที่ใช้กันอยู่ อาจแบ่งออกได้ดังนี้

3.1.1 38 ซ.ม.ต่อ นาที ใช้กับเครื่องบันทึกเทปที่ขายในท้องตลาด และแบบกึ่งอาชีพ สำหรับบันทึกและเล่นกลับพวกเสียงร้องและดนตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 19 ซ.ม.ต่อ นาที โดยมากใช้กับการเล่นกลับในระบบไฮ-ฟาย พวกดนตรีคลาสสิคและการบันทึกเสียงดนตรีต่างๆ

3.1.3 9.5 ซ.ม.ต่อ นาที ใช้กับการบันทึกและเล่นกลับ การสนทนา พูดคุย และเสียงแบล็กการาวด์

3.1.4 4.8 ซ.ม.ต่อ นาที ใช้กับการบันทึกและเล่นกลับ การพูดสนทนา และธุรกิจต่างๆ ในวันหนึ่งๆ

3.1.5 2.4 ซ.ม.ต่อ นาที โดยทั่วๆไปแล้วในปัจจุบัน ไม่ค่อยใช้กัน โดยมากใช้กับงานพิเศษ เช่น การบันทึกการสนทนา

ความเร็วของเทปยิ่งสูง คุณลักษณะในการบันทึกและเล่นกลับยิ่งดี(การใช้ความเร็วต่ำ ทำให้บันทึกได้นานก็จริงอยู่ แต่คุณภาพของเสียงจะเสียไป) อย่างไรก็ดีการใช้ความเร็วที่สูงขึ้น แสดงว่าต้องใช้เทปยาวขึ้นด้วย

เครื่องบันทึกเทปชนิดโอเพ่น-รีลนั้น โดยทั่วๆไป มี 2 ขนาด กล่าวคือ ถ้าเป็นม้วนเทป 5 นิ้วแล้ว ขนาดความเร็วที่ใช้กันมากคือ 9.5 ซ.ม./ นาที และ 4.8 ซ.ม./ นาที และม้วนเทป 7 นิ้ว ใช้ความเร็ว 3 ขนาดคือ 19 ซ.ม./ นาที,9.5 ซ.ม./ นาที และ 4.8 ซ.ม./ นาที

ในกรณีของเครื่องบันทึกคาสเซ็ท ใช้ความเร็วเทป 4.8 ซ.ม./ นาที และเครื่องเล่นเทปคาร์ทริดจ์ 8 ร่องเสียง (TRACK) จะใช้ขนาด 9.5 ซ.ม./ นาที อย่างไรก็ตาม สำหรับเทปเด็คที่มี "ฟิเดลลิตี้" (FIDELITY) สูง ก็มักใช้ความเร็ว 2 ขนาดคือ 38 ซ.ม./ นาทีกับ 19 ซ.ม./ นาทีหรือ 19 ซ.ม./ นาที กับ 9.5 ซ.ม./ นาที

ตารางที่ 3.1 แสดงความเร็วเทปและเวลาที่ใช้ในการบันทึก(หรือเล่นกลับ) สำหรับม้วนเทป 7 นิ้ว

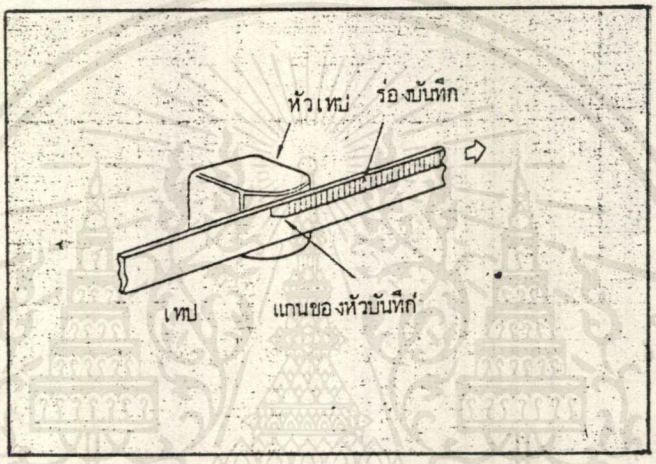
ความเร็วเทป(ซ.ม./ นาที)	ความถี่เล่นกลับ(เฮิร์ตซ)	เวลาบันทึก(นาที)
38	20-32,000	30
19	20-25,000	60
9.5	30-15,000	120
4.5	50- 8,000	240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ร่องเสียงและช่องเทป

เทปแม่เหล็กนั้น จะถูกแมกนีไทซ์ด้วยหัวบันทึกตลอดความกว้างของแกนของหัวเทป และการบันทึกจะกระทำกันในบริเวณที่เทปถูกป้อน ซึ่งเรียกว่า "ร่องบันทึกเสียง" (RECORDING TRACK) หรือเรียกสั้นๆว่า "ร่องเสียง" (TRACK)

ในรูปที่ 3.1 แสดงร่องเสียงของเทปแม่เหล็ก ที่มีสัญญาณเสียงถูกบันทึกอยู่



รูปที่ 3.1 ร่องบันทึก

ในกรณี ใช้ความกว้างเทปทั้งหมดเป็นร่องเสียง เราเรียกเทปชนิดนั้นว่า "เทปชนิดร่องเสียงเดียว" (SINGLE-TRACK TAPE) และกรณีใช้ 2 หรือ 4 ร่องเสียง ก็เรียกว่า "เทปชนิด 2 ร่องเสียง" (2-TRACK TAPE) หรือ "เทปชนิด 4 ร่องเสียง" (4-TRACK TAPE) ตามลำดับ

ตามปกติ เครื่องบันทึกเทประบบโมโน(MONAURAL) มีหัวบันทึกและหัวเล่นอย่างละหัว ซึ่งทำงานครึ่งหนึ่งของความกว้างของเทป โดยเมื่อเทปวิ่งไปในทางหนึ่งสัญญาณเสียง ก็จะถูกบันทึกลงไปครึ่งหนึ่งของเทป และเมื่อการวิ่งของเทปย้อนกลับ สัญญาณเสียงก็จะถูกบันทึกลงเทปอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเทปที่ได้บันทึกแล้ว จะเล่นกลับในลักษณะเดียวกันนี้ด้วย

ในกรณีที่เป็นการบันทึกสัญญาณ 2 ชนิดลงบนเทปเราเรียกกันว่าเป็นการบันทึกแบบ 2 ช่อง (2 CHANNEL RECORDING) ซึ่งต้องใช้ 2 ร่องเสียง หากทำการบันทึก 2 ช่องนี้บนเทปชุดเดียว เราจะเรียกว่า เป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึก 2 ช่อง 4 ร่องเสียง

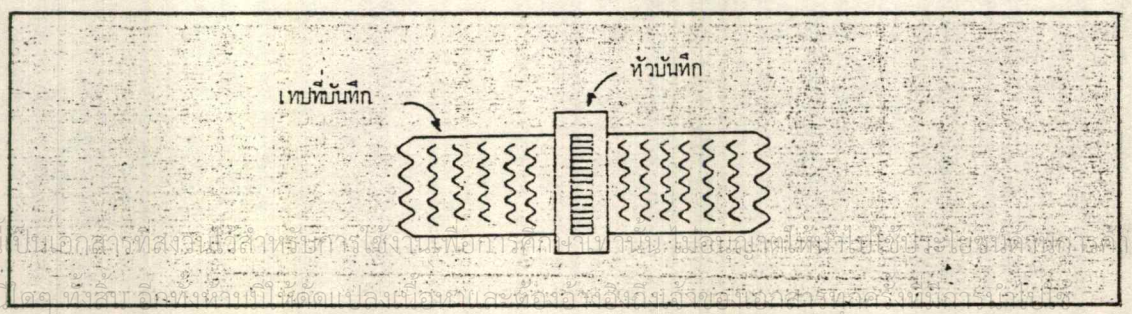
หากกล่าว โดยทั่วๆไปแล้วในการบันทึกไฮ-ฟาย มักใช้เด็ค (DECK) แบบ 2 ช่อง 4 ร่องเสียง โดยปกติจะใช้เครื่องบันทึกเทป 1 ช่อง สำหรับการบันทึกแบบโมโนโฟนิค (MONOPHONIC) และเครื่องบันทึกเทป 2 ช่อง สำหรับการบันทึกแบบสเตอริโอโฟนิค (STEREOPHONIC)โดยทั้ง 2 ช่องของระบบสเตอริโอมีช่องเรียกว่า "ช่องซ้าย"(LEFT CHANNEL) และ "ช่องขวา"(RIGHT CHANNEL)

เมื่อเรามองเทปจากด้านหลังของชั้นแม่เหล็ก และเทปวิ่งจากซ้ายไปขวาแล้ว การนับร่องเสียงจะนับจากบนลงล่างเป็นร่องเสียงที่ หนึ่ง สอง เรื่อยๆไป

ตามรูปที่ 3.5 นั้นแสดงระบบร่องเสียงแบบต่างๆที่ใช้กับเครื่องบันทึกเทป ซึ่งตามรูปเป็นการมองทางด้านที่เคลือบไว้ (หรือด้านชั้นแม่เหล็ก) จะเห็นได้ชัดว่า การจัดของเครื่องบันทึกเทป 2 ช่องแบบ 4 ร่องเสียง โอเน่น-รีลนั้น ต่างจากของเครื่องบันทึกเทปคาสเซ็ท นั่นคือช่องด้านซ้ายและขวาในทิศทางปกติของเครื่องบันทึกเทปโอเน่น-รีล จะตรงกับร่องเสียงที่หนึ่งและสาม แต่หากเป็นเครื่องบันทึกเทปคาสเซ็ท จะตรงกับร่องเสียงที่สี่และสาม

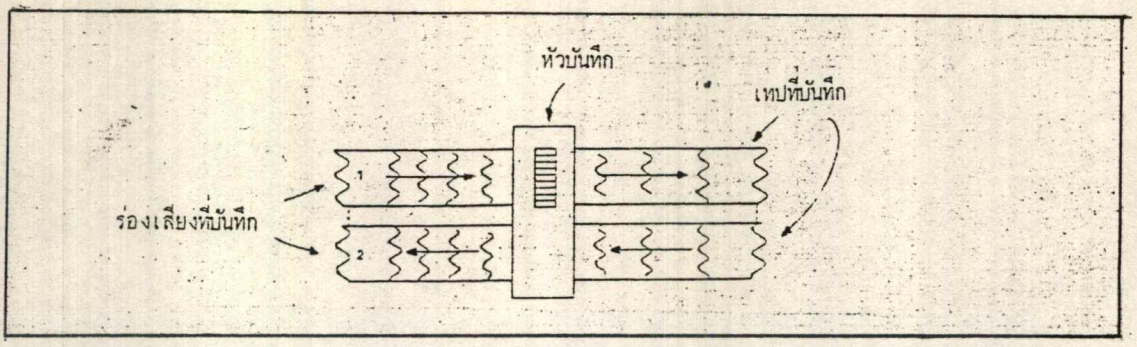
ปัจจุบันมีระบบสเตอริโอหลายชนิดต่างๆกันจำหน่ายในท้องตลาด มีทั้งระบบสเตอริโอ 2 ช่อง 2 ร่องเสียง สำหรับงานอาชีพ ที่ออกแบบมาให้เทปวิ่งทางเดียวเท่านั้น ระบบ 4 ช่อง 4 ร่องเสียง สำหรับฟังอย่างเดียว โดยออกแบบให้เทปวิ่งทางเดียวเช่นเดียวกันและระบบ 2 ช่อง 4 ร่องเสียง ที่เทปวิ่งทั้งสองทาง

ในระบบสเตอริโอ 4 ร่องเสียง จะใช้ร่องเสียงที่หนึ่งกับสี่เมื่อเทปวิ่งในทิศทางปกติ และใช้ร่องเสียงที่สองกับสี่ เมื่อเทปวิ่งย้อนกลับเพื่อให้เกิดการแยกกันระหว่างช่องอย่างสมบูรณ์

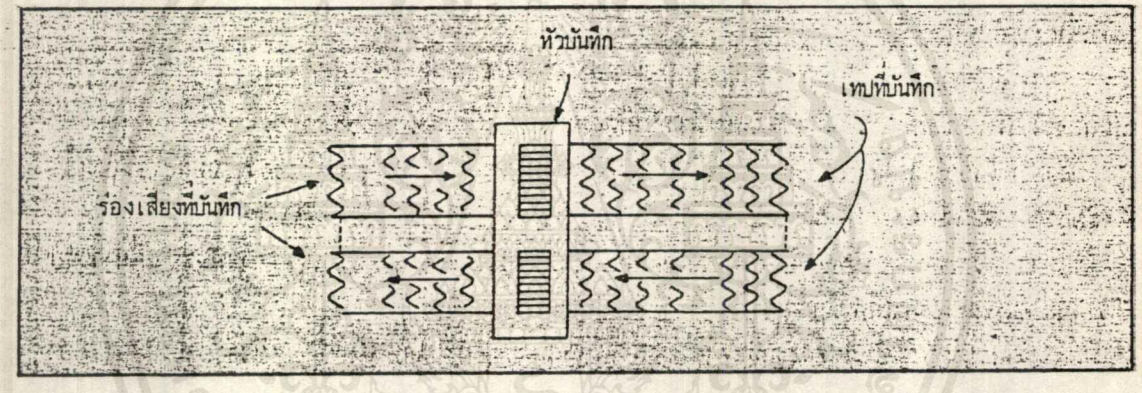


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

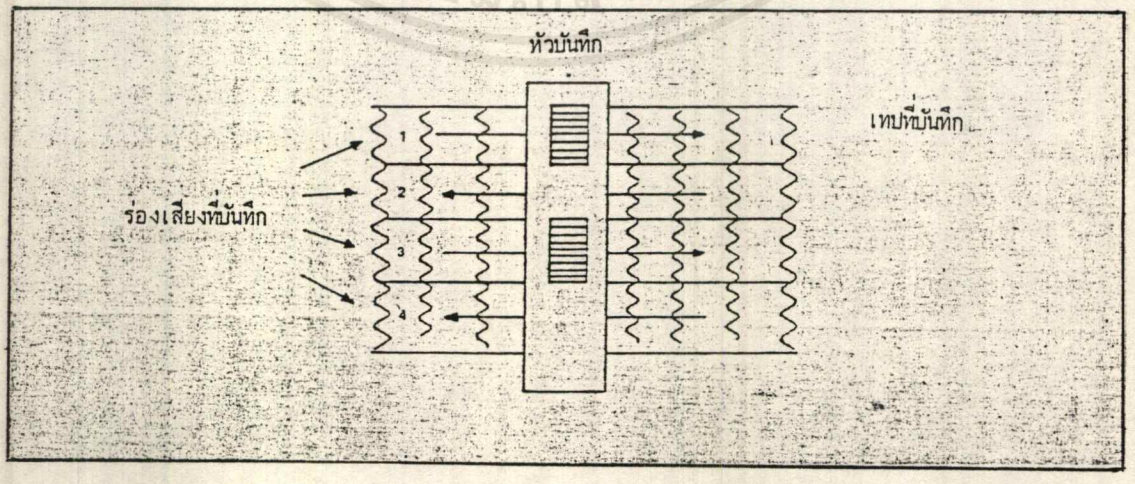
รูปที่ 3.2 การบันทึกเทปแบบเต็มช่องเสียง (FULL TRACK)



รูปที่ 3.3 การบันทึกเทปแบบครึ่งร่องเสียง (HALF TRACK)



รูปที่ 3.4 การบันทึกเทปแบบสเตอริโอ



รูปที่ 3.5 การบันทึกเทปแบบ 4 ร่องเสียง

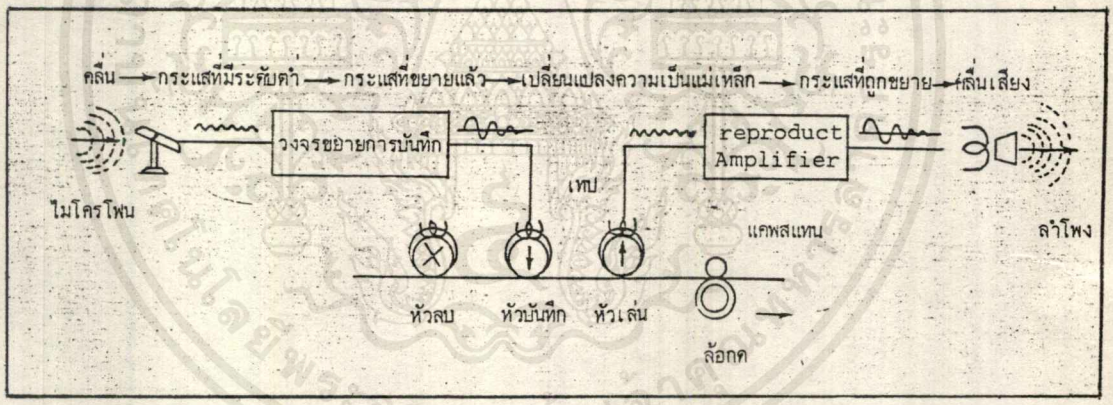
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หัวเทป (TAPE HEAD)

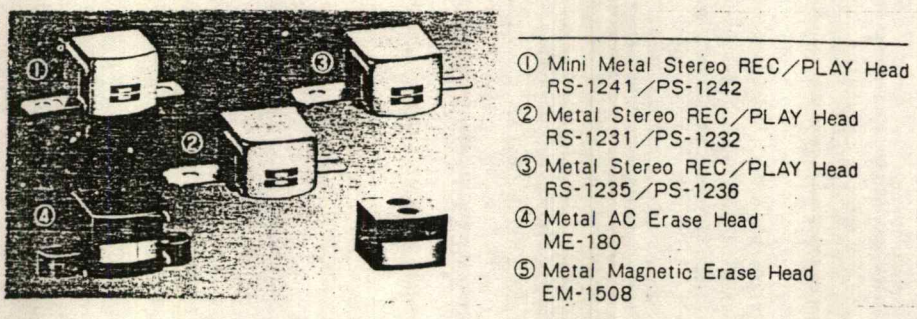
ก่อนที่จะกล่าวถึง เรื่องของหัวเทป ขอให้ลองพิจารณาดูรูปที่ 4.1 ก่อน ซึ่งแสดงส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องบันทึกเทป โดยหลักการทำงานคลื่นเสียงถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าด้วยไมโครโฟน แล้วจึงขยายด้วยวงจรขยายการบันทึก (RECORDING AMPLIFIER) ให้เป็นการบันทึกในลักษณะแม่เหล็กลงบนเทป

จากนั้นการเปลี่ยนแปลงของแม่เหล็กบนเทป จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า แล้วขยายด้วยวงจรขยายเล่นกลับ (PLAYBACK AMPLIFIER หรือ REPRODUCTION AMPLIFIER) เพื่อส่งต่อไปออกทางลำโพงในรูปคลื่นเสียงตามเดิม

ในการทำงานดังกล่าวข้างต้น หัวเทปของเครื่องบันทึกเทปจะทำหน้าที่ต่างๆ 3 อย่างด้วยกันคือ บันทึก (RECORD) เล่นกลับ (PLAYBACK) และลบ (ERASE)



รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องบันทึกเทป



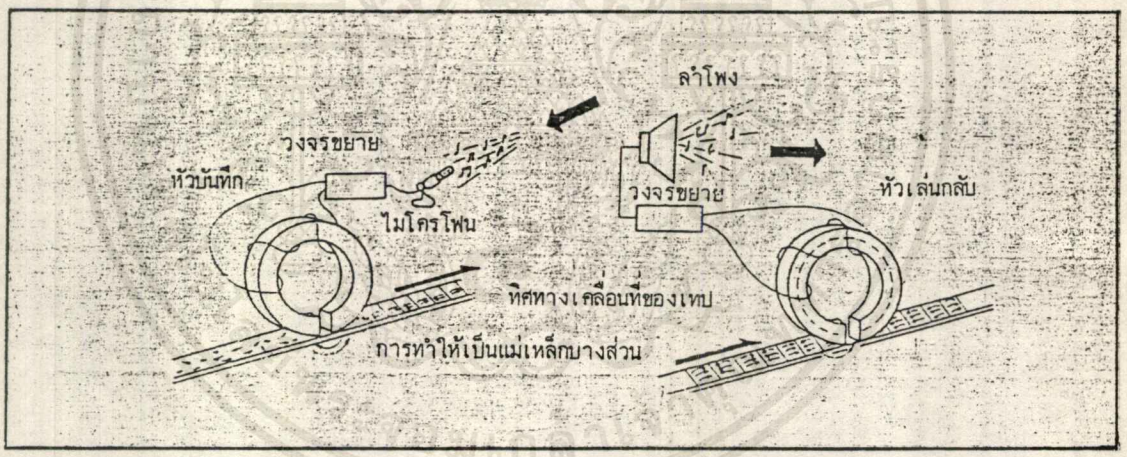
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างหัวเทปทั่วๆไปแบบหนึ่งของบริษัท IKEJIRI ELECTRIC จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 หลักการทำงานของหัวเทป

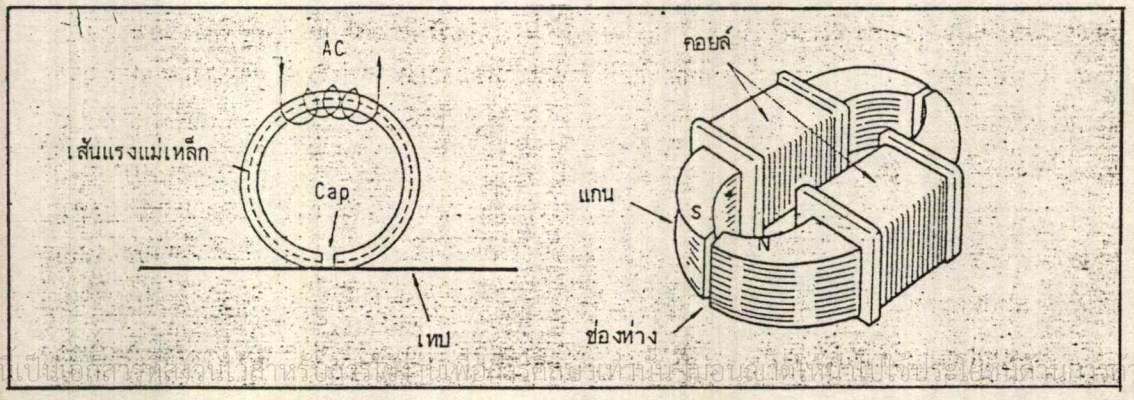
ในรูปที่ 4.3 แสดงหลักการของการบันทึกและการเล่นกลับของเครื่องบันทึกเทป กล่าวอีกนัยหนึ่งหัวเทปนั้น จะทำการแมกนีไทซ์ (MAGNETIZE) เทป (ทำการบันทึก) รับเอาสนามแม่เหล็กจากเทปที่แมกนีไทซ์แล้ว และลบสัญญาณที่ผ่านการแมกนีไทซ์แล้วออกจากเทป ซึ่งการทำงานต่างๆนี้กระทำแยกกันด้วยหัวบันทึกหัวเล่นกลับและหัวลบ

เทปจะวิ่งผ่านแต่ละหัวด้วยความเร็วคงที่ โดยชั้นแม่เหล็กของมันสัมผัสกับช่องห่าง (GAP) ในหัวเทป ดูรูปที่ 4.4 ในกรณีทำการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าจากรายการ (หรือสิ่งที่จะบันทึก) จะถูกป้อนเข้าที่หัวบันทึกและกำเนิดเป็นฟลั๊กซ์แม่เหล็ก (MAGNETIC FLUX) ขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของกระแสสัญญาณเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กในช่องห่างที่ปลายของแกนแม่เหล็ก ซึ่งถูกแมกนีไทซ์ด้วยการเปลี่ยนแปลงจองสนามแม่เหล็ก (กล่าวคือเทปถูกแมกนีไทซ์ตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้า)



(ก) การบันทึก (ข) การเล่นกลับ

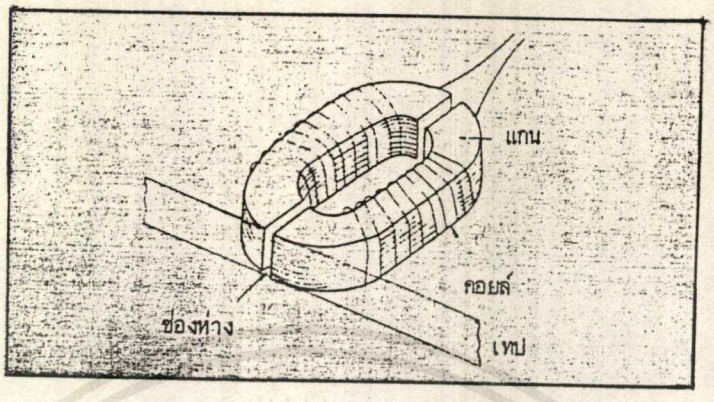
รูปที่ 4.3 หลักการทำงานของหัวเทป



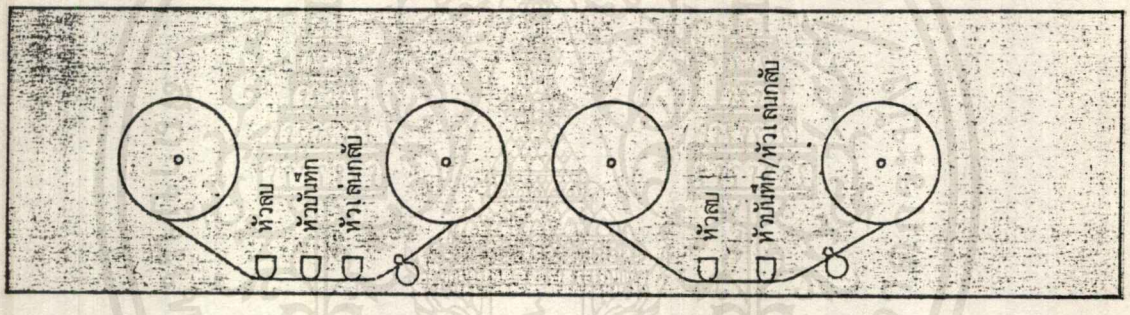
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) หลักการทำงาน (ข) ส่วนประกอบภายนอก

รูปที่ 4.4 โครงสร้างของหัวเทป



รูปที่ 4.5 ช่องห่างของหัวเทป



(ก) แบบ 3 หัวเทป (ข) แบบ 2 หัวเทป

รูปที่ 4.6 ตำแหน่งของหัวเทป

สำหรับกรณีเล่นกลับสัญญาณที่บันทึกไว้นั้น เมื่อเทปวิ่งผ่านหัวเล่นกลับการเปลี่ยนแปลงในฟลักซ์แม่เหล็ก (สนามแม่เหล็ก) ของเทป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในฟลักซ์แม่เหล็กของแกนของหัวเล่นกลับและกำเนิดกระแสขึ้นในขดลวด (COIL) หรือสัญญาณเอ้าท์พุทนั่นเอง

จากการที่ระดับไฟฟ้าของสัญญาณดังกล่าว มีขนาดเป็นหลายๆ มิลลิโวลท์ หรือ น้อยกว่า จึงต้องนำสัญญาณเหล่านี้ไปผ่านการขยายภายในเครื่องก่อนส่งต่อไปยังวงจรขยายภายนอก

เมื่อต้องการลบเทปที่บันทึกแล้ว ก็ต้องป้อนกระแสเข้าที่ขดลวดเพื่อทำการลบสัญญาณที่บันทึก (หรือแมกนีไทซ์) แล้วออก

4.2 ช่องห่างหัวเทป (HEAD GAP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 และ 4.5 แสดงโครงสร้างของหัวเทปและช่องห่างของหัวเทปตามลำดับ สังเกตดูจะเห็นว่าหัวบันทึกและหัวเล่นกลับมีลักษณะเป็นแม่เหล็กรูปวงแหวน ใช้สำหรับการแมกนีไทซ์หรือรับสนามแม่เหล็กของเทปที่แมกนีไทซ์แล้ว

หัวเทปนั้น มักทำด้วยวัสดุพวกเพอร์มาลอย(PERMALLOY) หรือเฟอร์ไรท์ (FERRITE) และมีช่องห่างระหว่างขั้วเหนือกับขั้วใต้ ด้วยขนาดเป็น "ไมครอน" (MICRON) จึงเป็นชิ้นส่วนที่ต้องทำอย่างประณีตมาก

ในเครื่องบันทึกเทปชั้นดี จะใช้หัวเล่นกลับที่มีช่องห่างขวา 2 ไมครอนหรือน้อยกว่า ซึ่งปกติแล้วขนาดช่องห่างจะอยู่ระหว่าง 2-10 ไมครอน โดยขนาดช่องห่างในระดับนี้ พอเพียงจะทำให้การเล่นกลับความถี่สูง (ความยาวคลื่นหรือ WAVELENGTH สั้น) เป็นไปได้โดยสมบูรณ์

อนึ่งในการบันทึกและเล่นกลับนั้น คุณภาพของเสียงความถี่สูงขึ้นอยู่กับช่องห่างของหัวเทป โดยช่องห่างยิ่งแคบคุณภาพของเสียงยิ่งดี

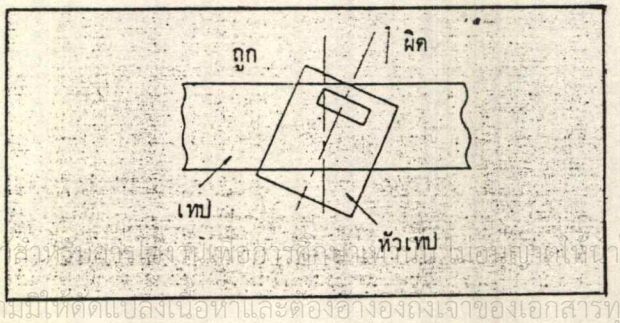
4.3 การวางตำแหน่งของหัวเทป

ในเครื่องชั้นดีจะใช้หัวเทปแยกกัน 3 หัว เพื่อทำหน้าที่ต่างกัน แต่อย่างไร ก็ตามแบบที่นิยมกันปกติจะใช้หัวเทปหัวเดียวกัน ทำหน้าที่ทั้งบันทึกและเล่นกลับ ซึ่งแบบแรกเรียกว่า "แบบ 3 หัวเทป" และแบบหลังเรียกว่า "แบบ 2 หัวเทป" ดังแสดงในรูปที่ 4.6

4.4 การปรับแต่งอซิมัท (AZIMUTH ADJUSTMENT)

ช่องห่างของหัวเทปนั้น จำเป็นที่จะต้องทำมุมฉากกับทิศทางการวิ่งของเทปอย่างเที่ยงตรงที่สุด ซึ่งในกรณีที่การปรับแต่งมุมนี้ไม่ถูกต้อง การบันทึกและเล่นกลับอาจผิดเพี้ยน (DISTORTION) ไปได้

อนึ่งมุมทางแนวดิ่งของช่องห่างหัวเทปนั้นเราเรียกว่า "อซิมัท" (AZIMUTH) และการสูญเสียกระแสสัญญาณไป เนื่องจากการปรับแต่งมุมนี้ไม่ถูกต้องเรียกว่า "AZIMUTH LOSS" (ดูรูปที่ 4.7 ประกอบ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 การปรับแต่งอซิมัท

4.5 วัสดุใช้ทำหัวเทป

หัวเทปต่างๆที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยพื้นฐานแล้วมีหลักการทำงานและรูปร่างภายนอกเหมือนๆกัน ช่องห่างระหว่างขั้วเหนือกับขั้วใต้นั้นมีขนานแคบเป็นไมครอน การทำต้องใช้ความประณีตเที่ยงตรง ผิวหน้าของหัวเทปต้องราบเรียบ แต่อย่างไรก็ตามจากการที่เมื่อเทปเลื่อนผ่านไปบนผิวหน้าดังกล่าวเรื่อยๆมันก็จะค่อยๆลึกลง ทำให้ต้องเลือกใช้วัสดุทำหัวเทปที่มีความแข็งมากๆ ปกติทำด้วยเพอร์มาลอยหรือเฟอร์ไรท์ บางครั้งจิงเรียกว่า "หัวเพอร์มาลอย" หรือ "หัวเฟอไรท์" ซึ่งทั้งสองชนิดมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน หัวเฟอร์ไรท์เหนือกว่าหัวเพอร์มาลอย ตรงที่มีความคงทนต่อการสึกหรอได้มากกว่า แต่ก็ด้อยกว่าในเรื่องของการทนการสั่นสะเทือน

หัวเพอร์มาลอยโดยมากมักใช้ในการบันทึกและเล่นกลับ ส่วนหัวเฟอไรท์ใช้กับการลบ

อย่างไรก็ดีเมื่อเร็วๆนี้ปรากฏว่า หัวเฟอไรท์ได้รับการพัฒนาเป็นพิเศษ โดยสามารถใช้ได้ทั้งการบันทึกและเล่นกลับด้วย นอกเหนือจากการลบเทป ซึ่งหัวเฟอไรท์ดังกล่าวเป็นที่รู้จักกันดี ในญี่ปุ่นในชื่อว่า HPF HEAD (ของบริษัท มัทสิชิต้า อีเลคตริค) F&F HEAD (บริษัทโซนี่) GX HEAD (บริษัทอะไก) และ HDF HEAD (บริษัท TEAC)

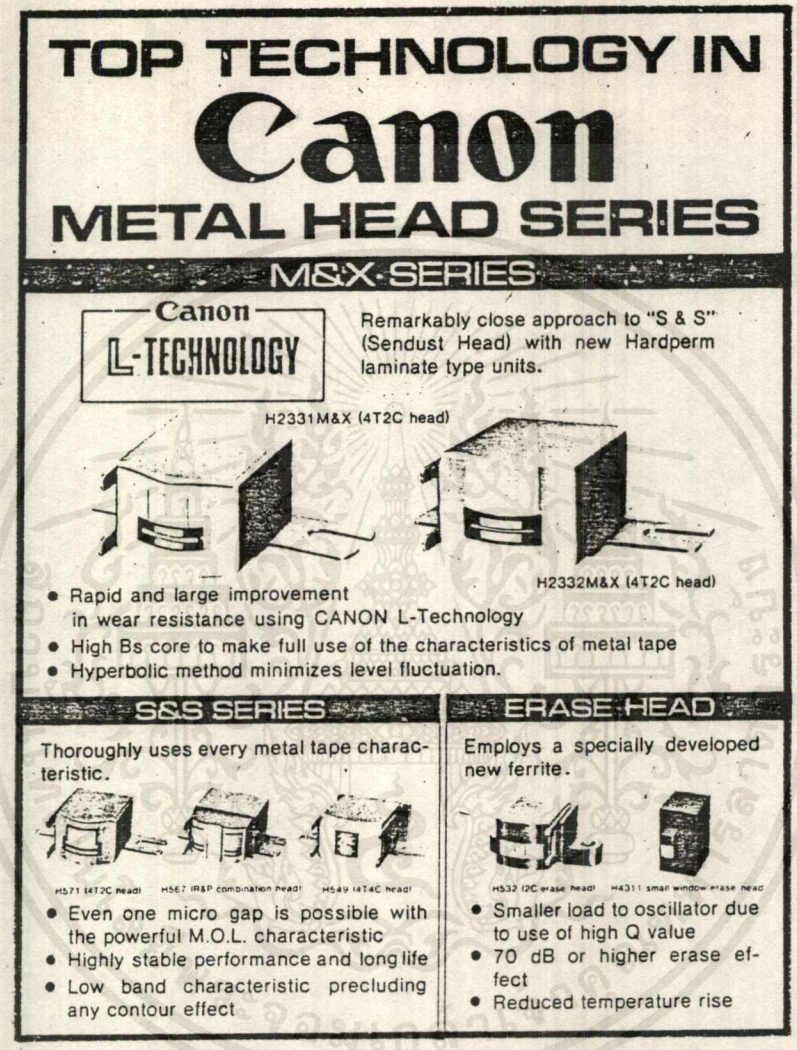
จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นถึงความแตกต่างระหว่างกันของหัวบันทึก หัวเล่นกลับ และหัวลบ วัสดุทำหัวเทป เช่น เพอร์มาลอยที่มี OVER CURRENT LOSS ที่จำกัดและมีคุณลักษณะแม่เหล็กสมรรถนะสูง นับว่าเหมาะมากสำหรับหัวบันทึก ในกรณีหัวเล่นกลับนั้น ก็มีความสำคัญเพราะคุณลักษณะทางไฟฟ้าของเครื่องบันทึกเทปเกือบทั้งหมดขึ้นอยู่กับมัน ถึงแม้ว่ามันจะไม่ต่างไปจากหัวบันทึกเท่าใดนักก็ตาม

จากการที่หัวบันทึกและหัวเล่นกลับ มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกันจิงได้เกิดมีระบบ 2 หัวเทปกันอย่างแพร่หลาย

ทางด้านของหัวลบนั้นไม่แตกต่างไปจากหัวบันทึกและหัวเล่นกลับเท่าใดนัก นอกจากว่าความกว้างของช่องห่างจะใหญ่กว่าเล็กน้อย และได้รับการออกแบบให้กำเนิดกำลังได้เต็มที่ แต่สนามแม่เหล็กไม่ค่อยจะ SHARP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัก โดยเส้นแรงแม่เหล็กที่ SHARP นั้น จะถูกป้อนเข้าที่เทปแม่เหล็ก เพื่อลบสัญญาณเสียงที่อยู่ในเทปในรูปของ MAGNETISM



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างหัวเทปจากบริษัท CANNON

5. ระบบกลไกของเครื่องบันทึกเทป

เครื่องบันทึกเทปนั้นถึงแม้จะเป็นเครื่องรุ่นใหม่ๆก็ตาม ที่มีเรื่องของวงจรไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ยังคงหนีความจำเป็นต้องใช้ระบบทางกลไก (MECHANISM) ไม่พ้น

อุปกรณ์สำคัญในระบบกลไกการเคลื่อนของเทปของเครื่องบันทึกเทปนั้นมีอยู่ด้วยกัน 3 อย่างคือ แคพสแทน (CAPSTAN) ล้อกด (PINCH

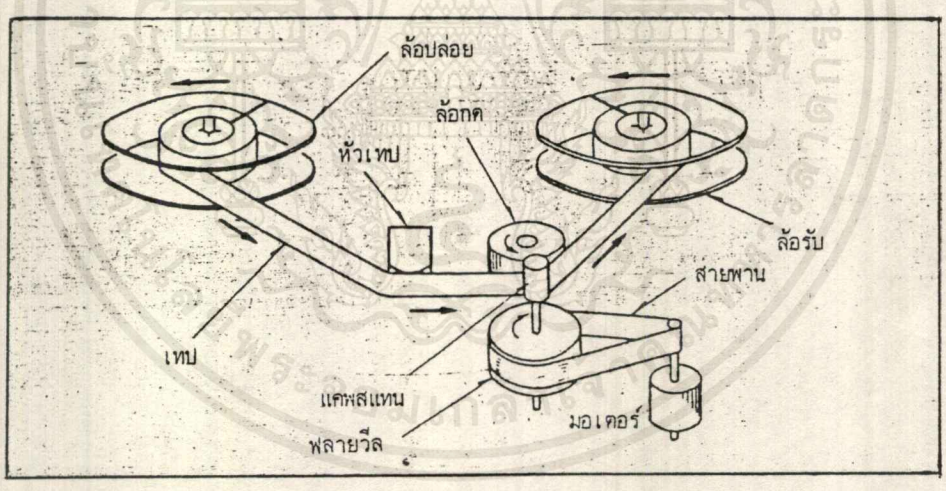
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROLLER) และฟลายวีลหรือมู่เล่ (FLYWHEEL)

อุปกรณ์สามอย่างนี้จะทำงานร่วมกัน โดยความมุ่งหมายหลักที่สำคัญมาก ในด้านกลไกของเครื่องบันทึกเทปคือ การทำให้เทปเคลื่อนจากจุดเริ่มต้นไปจนถึงจุดสุดท้าย ด้วยความเร็วคงที่ ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงอุปกรณ์ทั้งสามข้างต้นเป็นสำคัญ

เพื่อที่จะทำให้ความเร็วเทปคงที่ ก็ต้องทำให้ความเร็วในการหมุนของ "แคพสแทน" (CAPSTAN) คงที่ และ "ฟลายวีล" หรือ "มู่เล่" (FLYWHEEL) ดูดกลืนความไม่สม่ำเสมอต่างๆในการหมุนเอาไว้ (ดูรูปที่ 5.1 ประกอบ)

แรงขับในการหมุนที่คงที่ จะถูกส่งจากมอเตอร์ไปที่แคพสแทน (ซึ่งเป็นแกนที่ทำเป็นพิเศษ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางราว 2-6 ม.ม.) เทปจะถูกหนีบอยู่ระหว่างแคพสแทนกับล้อกด เพื่อว่ามันจะได้หมุนตามแคพสแทนด้วยความเร็วคงที่



รูปที่ 5.1 ระบบกลไกในการเคลื่อนของเทป

ความเร็วของเทป ถูกกำหนดด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแคพสแทนและความเร็วในการหมุนของมัน ซึ่งจำเป็นต้องผลิตอย่างพิถีพิถันมาก โดยค่า WOW และ FLUTTER จะขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรงของแคพสแทน

สำหรับฟลายวีลซึ่งต่อโดยตรงกับแกนของแคพสแทนนั้น มีหน้าที่

ก) ทำให้การเคลื่อนที่ของเทปราบเรียบ

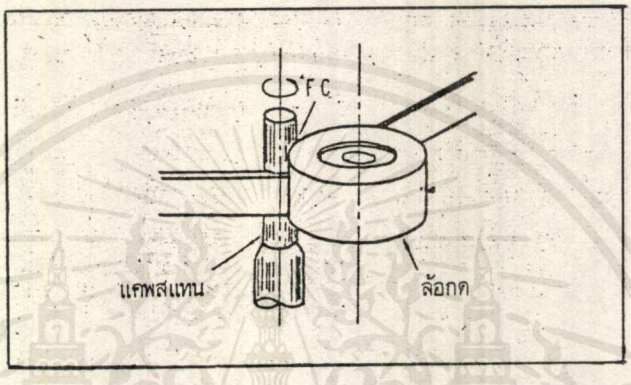
ข) ดูดกลืนความไม่สม่ำเสมอในการหมุนของมอเตอร์เช่นเดียวกับ ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LER หรือล้อหมุนฟรีที่มีแรงเฉื่อยของมัน

ค) ลด WOW และ FLUTTER

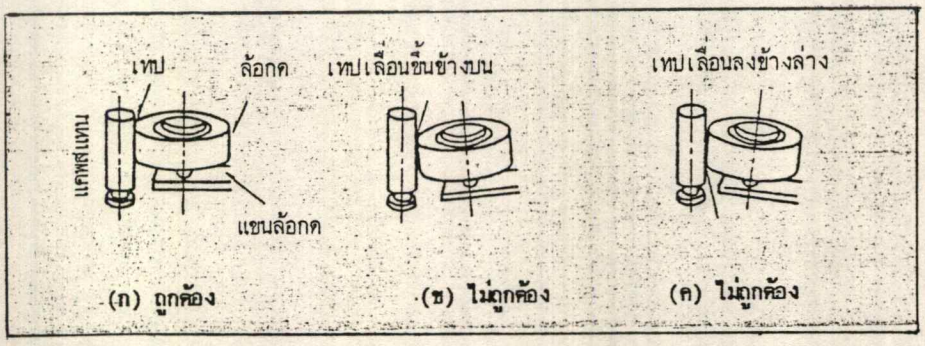
ในการบันทึกและการเล่นกลับ เราต้องการให้เทปเคลื่อนที่ผ่านหัวเทปด้วยความเร็วคงที่ จึงใช้ล้อกดที่เป็นยางกดตัวเทปลงบนล้อกด เพื่อให้เทปเคลื่อนไปได้อย่างสม่ำเสมอ (รูปที่ 5.2) ทั้งนี้แรงกดของล้อกดที่แคพสแทนต้องพอที่จะป้อนเทปได้ราบเรียบ



รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะเทปถูกหนีบ

ตามปกติ แรงกดของล้อกดมักตั้งไว้ที่ระดับที่มี "เสถียร"(STABILITY) สูงสุด โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดของแคพสแทน(ซึ่งสัมพันธ์กับแรงบิดของมอเตอร์) กับความไม่สม่ำเสมอในการหมุน

นอกจากนั้น ยังต้องให้ล้อกดขนานกับแคพสแทนด้วย ซึ่งถ้าหากไม่ขนานกันแล้ว จะทำให้เกิดความเครียดขึ้นมากที่ด้านหนึ่งของเทป และเทปจะถูกดึงเพียงด้านเดียวเท่านั้น (ดูรูปที่ 5.3)



รูปที่ 5.3 ลักษณะของล้อกดที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง

วิธีการขับเคลื่อนระหว่างมอเตอร์ มู่เล่ และแคพสแทน ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันอาจแบ่งออกได้ 4 แบบดังนี้

ก) ขับด้วยขอบวงล้อ

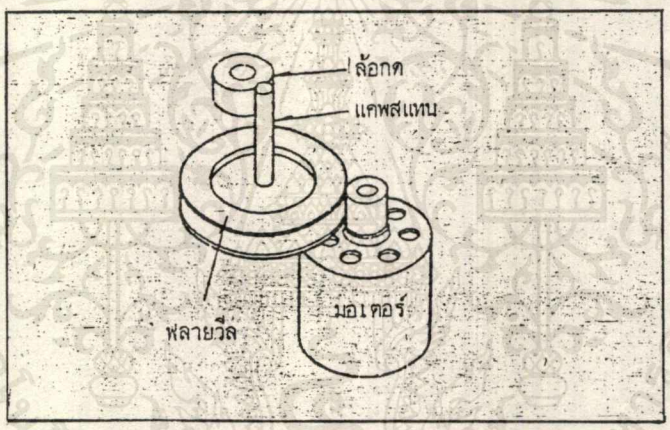
ข) ขับด้วยล้อหมุนฟรี

ค) ขับด้วยสายพาน

ง) ขับโดยตรง

ระบบขับด้วยวงล้อ (RIM DRIVING SYSTEM)

ระบบนี้ เป็นระบบที่ง่ายและเห็นการทำงานของมันได้ชัดเจน โดยปกติที่แกนมอเตอร์ จะมีพูลเล่ (PULLEY) โลหะหรือบูช (BUSHING) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กๆติดอยู่ด้วยสกรู ซึ่งมันจะไปขับฟลายวีลที่ติดอยู่กับแกนของแคพสแทน ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 ระบบขับด้วยขอบวงล้อ

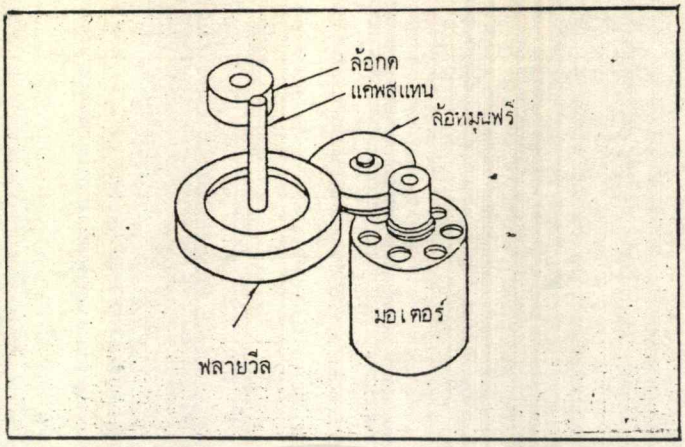
ระบบขับด้วยขอบวงล้อนี้ อาจได้รับผลกระทบกระเทือนจากความไม่สม่ำเสมอของแรงบิดและการสั่นของมอเตอร์ จึงไม่ค่อยนิยมใช้เท่าใดนักในปัจจุบัน

ระบบขับด้วยล้อหมุนฟรี (IDLER OR PUCK DRIVING SYSTEM)

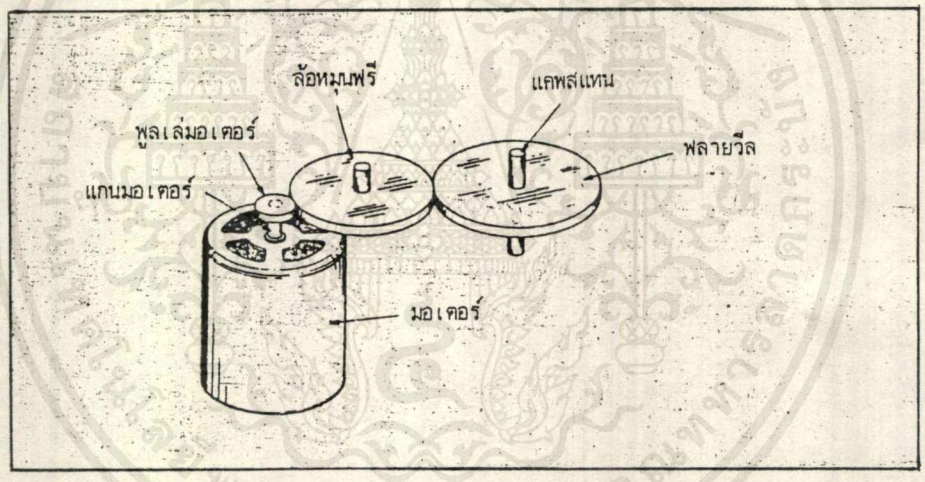
ในระบบนี้ได้เพิ่ม "ล้อหมุนฟรี" (IDLER) เพื่อใช้กับล้อหรืออุปกรณ์อื่นๆ เข้าไปจากที่มีอยู่ในระบบขับด้วยขอบวงล้อข้างต้น

ล้อหมุนฟรี เป็นล้อที่ใส่ไว้ตรงกลางระหว่าง พูลเล่มอเตอร์กับฟลายวีล ลักษณะเป็นล้อยางซึ่งมันจะไปขับขอบของฟลายวีลกับแคพสแทน ดังแสดงในรูปที่ 5.5 และ 5.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 ระบบขับด้วยล้อหมุนฟรี



รูปที่ 5.6 ระบบขับด้วยล้อหมุนฟรี (แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆโดยละเอียด)

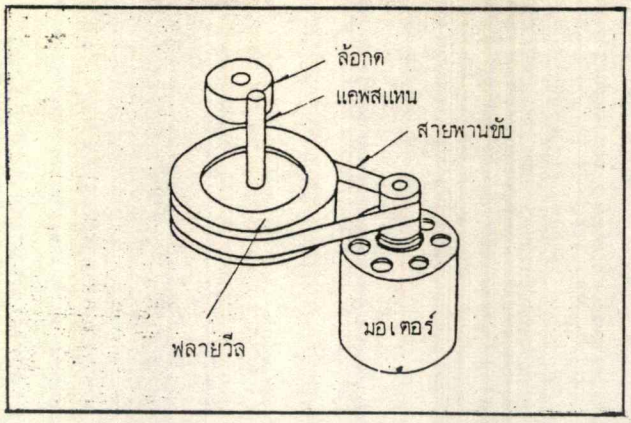
ระบบนี้สามารถเปลี่ยนความเร็วเทปได้ง่าย แต่มันมีผิวสัมผัสค่อนข้างน้อย สำหรับส่งกำลังขับระหว่างตัวหมุนต่างๆ จึงทำให้ลื่นและล้อหมุนฟรีลึก

การติดตั้งล้อหมุนฟรีนั้นอาจแตกต่างกันไปบ้าง แต่หลักการก็คงเหมือนกัน

ระบบขับด้วยสายพาน (BELT DRIVEING SYSTEM)

ระบบนี้ เป็นการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังฟลายวีล โดยผ่านสายพาน (ซึ่งอาจจะเป็นพวกยางหรือส่วนผสมอื่นๆ) ดังรูปที่ 5.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

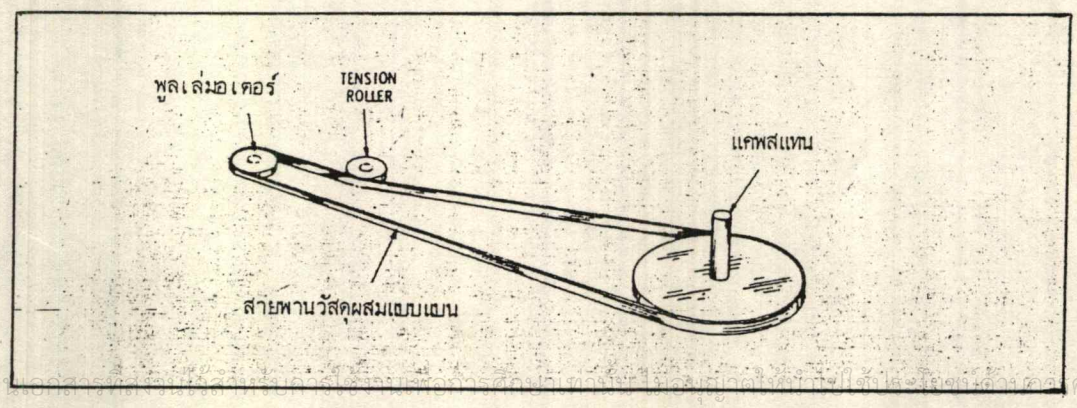


รูปที่ 5.7 ระบบขับด้วยสายพาน

ระบบขับด้วยสายพานนี้ ทำให้สามารถแยกมอเตอร์ออกจากตำแหน่งของแคพสแทนได้ และยังป้องกันผลกระทบกระเทือนจากความไม่สม่ำเสมอของกำลังบิด และการสั่นของมอเตอร์อีกด้วย ระบบนี้มีโครงสร้างง่ายๆ และใช้กันกว้างขวางพอสมควร

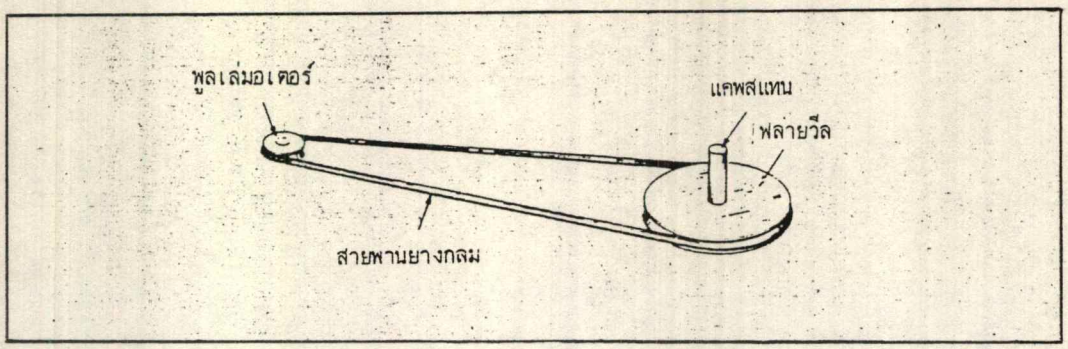
อย่างไรก็ตาม ระบบนี้ก็ต้องการขนาดของแกนที่เที่ยงตรงและคุณภาพวัสดุของมันที่แน่นอน รวมทั้งสายพานขับที่เหมาะสมอีกด้วย

อนึ่ง สำหรับสายพานที่ใช้ในระบบนี้ ถ้าเป็นสายพานประเภทวัสดุผสม (COMPOSITION) แบบแบน ซึ่งใช้ในเครื่องที่มีราคาถูกๆแล้วมักจะต้องมี "TENSION ROLLER" ใส่ไว้ด้วย เพื่อกดสายพานให้ตึงตลอดเวลาดังรูปที่ 5.8 แต่ถ้าเป็นเครื่องชั้นดีมีราคาจะใช้สายพานยางแบบหน้าตัดกลมซึ่งไม่จำเป็นต้องมี TENSION ROLLER ช่วย (รูปที่ 5.9) เพราะสายพานยางมันมีคุณสมบัติที่ดึงตึงเสมอ อันเป็นผลจากความยืดหยุ่นตัวของมัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.8 ระบบขับด้วยสายพาน (กรณีใช้สายพานพวก COMPOSITION แบบแบนมักต้องมี TENSION ROLLER ประกอบด้วย)



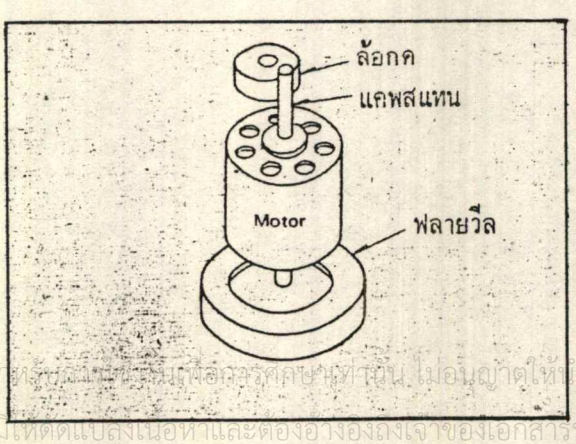
รูปที่ 5.9 ระบบขับด้วยสายพาน (กรณีใช้สายพานยางแบบหน้าตัดกลม ไม่ต้องมี TENSION ROLLER เพราะชดเชยด้วยคุณสมบัติของยาง)

ระบบขับโดยตรง (DIRECT DRIVING SYSTEM)

ระบบขับโดยตรงนี้เป็นระบบสุดท้ายที่จะกล่าวถึงกันในบทนี้ เป็นระบบที่ไม่มีปัญหาการลื่นไหลหรือการสั่นสะเทือนแต่อย่างใด เนื่องจากไม่มีกลไกในการส่งแรงขับ และมีความไว้วางใจได้สูง เพราะไม่ได้ใช้ชิ้นส่วนที่มีการสึกหรอหรือหมดเปลืองใดๆ (เช่นสายพาน หรือล้อหมุนฟรีเป็นต้น)

ทว่าความไม่สม่ำเสมอของกำลังบิด และการสั่นสะเทือนของมอเตอร์จะถูกส่งไปยังแคพสแทนโดยตรง ดังนั้นจึงต้องใช้มอเตอร์ที่มีสมรรถนะสูง

มอเตอร์ที่ใช้ระบบนี้เป็นแบบความเร็วต่ำและควบคุมด้วย"เซอร์โว"(SERVO) เพื่อรักษาความเร็วในการหมุนของมันให้คงที่ตลอดเวลา เมื่อเร็วๆนี้ ปรากฏว่าระบบขับโดยตรงนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งเหตุผลและจุดเด่นของระบบนี้จะได้กล่าวถึงในรายละเอียดข้างล่างนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.10 ระบบขับโดยตรง

แกนของมอเตอร์กับแกนของแคพสแทนหมุนไปพร้อมกัน ดังนั้น กลไกต่างๆ จึงง่ายกว่าของระบบอื่นๆ ดังนั้นหากไม่ใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วต่ำแล้ว ก็จะต้องใช้แกนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กมากๆ โดยเฉพาะเมื่อความเร็วเทปต่ำ

นอกจากนั้น ในกรณีใช้เอ.ซี มอเตอร์ (หรือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ) นั้น การเปลี่ยนความเร็วเทป ทำได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงจำนวนขั้วของมอเตอร์ นั่นคือมอเตอร์ที่ใช้กับแหล่งกำเนิดกำลังที่มีความถี่ต่างกัน ก็จะต้องใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแกนต่างกันด้วย

ในอดีต มักใช้ระบบขับโดยตรงนี้กับเครื่องชั้นดี ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง แต่ปัจจุบันระบบนี้ถูกนำกลับมาใช้อีกอย่างกว้างขวาง หลังจากที่ได้มีการพัฒนาดี.ซี มอเตอร์ที่มีกลไกเซอร์โว (SERVO MECHANISM) ประกอบ

ดี.ซี มอเตอร์ทำให้ความเร็วในการหมุนต่ำ และหมุนได้ขนาดความเร็ว โดยไม่คำนึงถึงความถี่ของแหล่งจ่ายกำลัง ข้อดีอีกบางอย่างของดี.ซี มอเตอร์ก็ประกอบด้วยมันไม่เหนี่ยวนำการเกิดการเหนี่ยวนำของสัญญาณรบกวน (NOISE INDUCTION) ที่หัวเล่นกลับ และได้รับผลจากการสั่นสะเทือนน้อยมาก ประกอบกับการใช้กลไกเซอร์โว ทำให้ได้รับการหมุนที่เที่ยงตรง และมีเสถียรภาพสูงอีกด้วย

ชนิดและวัสดุทำสายพานของเครื่องบันทึกเทป

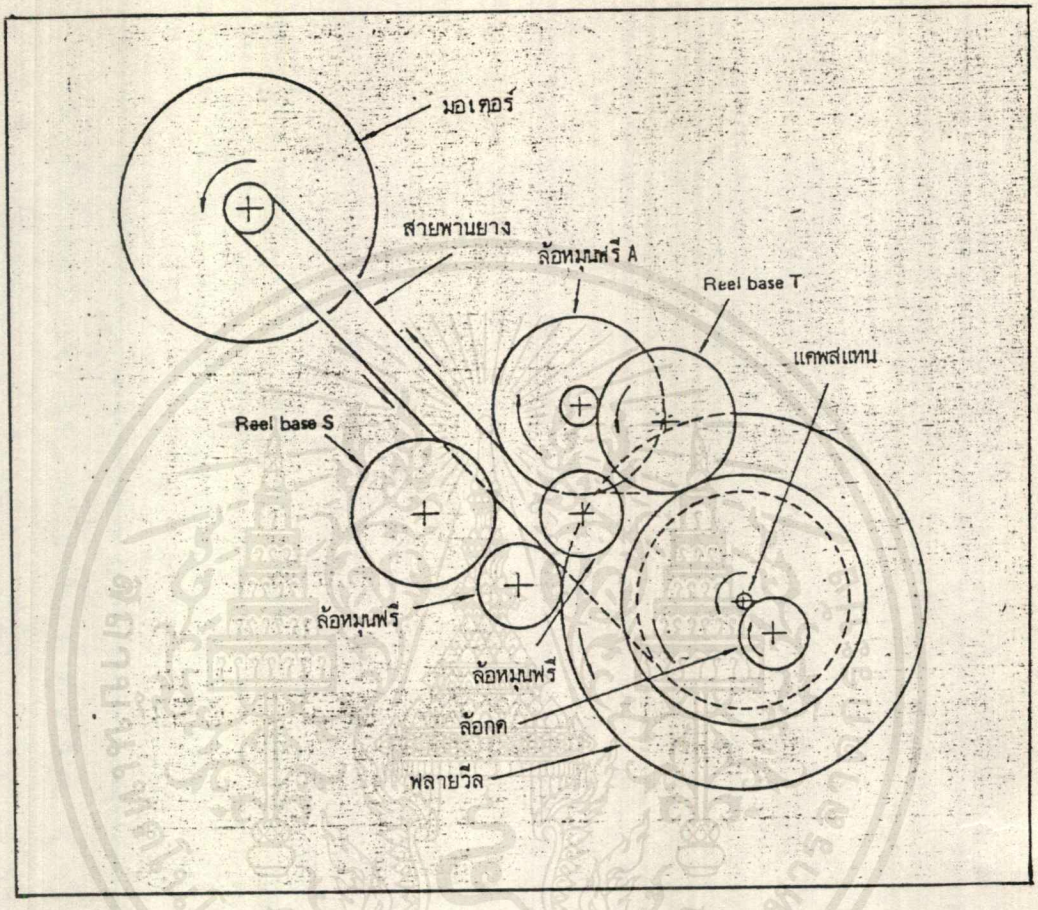
สายพานที่ใช้กับเครื่องบันทึกเทปมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิดคือ ชนิดมีแรงขับสูง และชนิดแรงขับต่ำ

สายพานชนิดมีแรงขับสูง (ดูรูปที่ 5.11 ประกอบ) มักใช้ในการส่งแรงขับจากมอเตอร์ไปยังฟลายวีลรีลเบส (RELL BASE) และอื่นๆ ส่วนชนิดมีแรงขับต่ำ ใช้ในการส่งแรงขับจากรีลเบสไปยังตัวนับระยะเทป (TAPE COUNTER)

สายพานที่ใช้ระหว่างมอเตอร์กับฟลายวีลนั้น เมื่อก่อนเป็นสายพานผ้าเหนียวแบน แต่ในปัจจุบันเปลี่ยนมาใช้เป็นสายพานซินเทติค ไฟเบอร์ (SYNTHETIC FIBER) แบน ซึ่งมีความทนทานสูงโดยสายพานดังกล่าวทำด้วยยางซิลิกอนหรือคลอโรพริน (CHLOROPRENE) ที่มีอัตรากายืดตัวหลายเปอร์เซ็นต์ แต่ค่า HARNESS ราว 50-70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสายพานสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความเที่ยงตรงในการทำงานสูง และการส่งแรงขับที่มีประสิทธิภาพ ใช้กับชิ้นส่วนประกอบเล็กๆในวิทยุคาสเซ็ท



รูปที่ 5.11 ไมโครคาสเซ็ทแบบมอเตอร์เดียว

การขับม้วนเทป

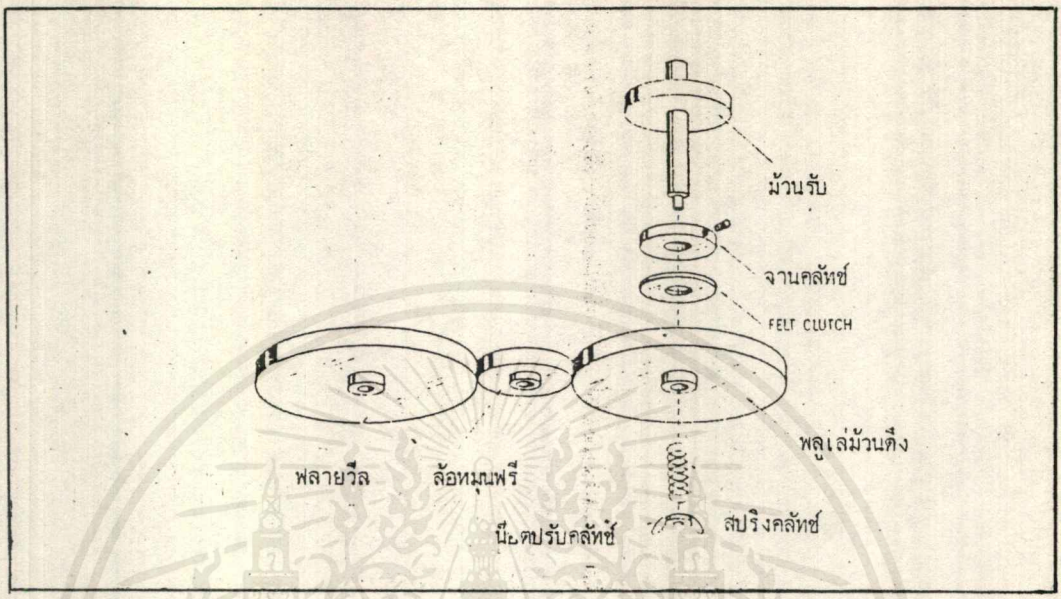
เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า เทปจะถูกพันอยู่บนแกนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กในช่วงเริ่มต้นและค่อยๆขยายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ๆขึ้นจนหยุด ซึ่งแน่นอนว่าความเร็วของม้วนรับเทป(TAKE-UP REEL)จะต้องเปลี่ยนแปลงไปโดยต่อเนื่องกัน ถ้าความเร็วเทปนั้นยังคงที่

เครื่องบันทึกเทปทุกเครื่อง (ยกเว้นเครื่องหรือรุ่นที่มีราคาถูกมากๆ) จะทำงานด้วยความเร็วเทปคงที่อันหนึ่งโดยความเร็วในการหมุนของม้วนเทปจะเปลี่ยนแปลงไปบ้างเมื่อเทปเริ่มม้วนจากเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กๆไปจนมีขนาดใหญ่ ซึ่งตามปกติแล้วจะใช้ระบบขับม้วนรับเทปอย่างใดอย่างหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปนี้

ก) ระบบ SLIPPING CLUTCH



รูปที่ 5.12 ระบบ SLIPPING-CLUTCH DRIVE สำหรับม้วนเทป

ระบบขับม้วนรับเทปที่นิยมมากที่สุดระบบหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 5.12

โดยทั่วๆไปแล้วคลัทช์(CLUTCH) ประกอบด้วยพูลเล่ม้วนรับเทปที่ขับด้วยความเร็วคงที่ และโดยมากมักเป็นมอเตอร์ตัวเดียวกับที่ขับแคพสแทน ถัดจากพูลเล่ตัวนี้ไปก็เป็นชิ้นของวัสดุประเภทสักหลาดอัดแน่นเป็นแผ่น(FELT) เมื่อมีแรงดึงบนเทปจะทำให้ FELT เลื่อนไปบนพูลเล่ม้วนดึงเป็นการขับจานคลัทช์

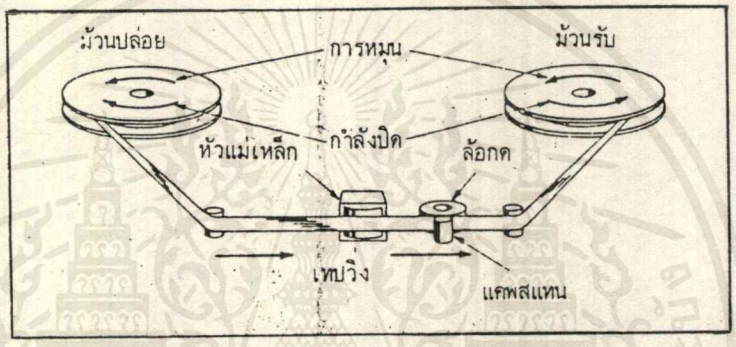
สำหรับคลัทช์นั้นต้องปรับแต่งเป็นพิเศษ โดยเฉพาะจากโรงงานผู้ผลิต ทั้งนี้หากไม่สามารถทำการปรับแต่งให้ถูกต้องได้แล้วก็ว่าเป็นต้องถอดรื้อส่วนประกอบของคลัทช์ออกมาตรวจสอบดูว่ามี FELT DISE อันใดขาด สกปรก หรือเลอะน้ำมัน หรือไม่อย่างไรแล้วทำการแก้ไขถ้าหากขาดก็เปลี่ยนอันใหม่ และถ้าเลอะเปื้อนน้ำมันก็ทำความสะอาดให้เรียบร้อย

นอกจากนี้แล้ว การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นอาจมีผลต่อการทำงานของระบบนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) ระบบ MOTOR-TORQUE

การขับม้วนรับเทปที่ความเร็วเปลี่ยนแปลงได้นั้น ทำได้โดยการใช้มอเตอร์เดินหน้า(เล่นเทป) และมอเตอร์ถอยหลัง(กลับเทป) สัมพันธ์กัน ตามปกติแล้วมอเตอร์ของม้วนรับเทปกับถอยหลังนั้นจะจัดในลักษณะม้วนเทป (ซึ่งยึดติดกันกับแกนของมัน) จะหมุนไปในทิศทางตรงกันข้ามเมื่อป้อนกำลังให้ ขณะไม่ร้อยเทป โดยม้วนปล่อยซึ่งติดอยู่กับแกนมอเตอร์ถอยหลังจะหมุนตามเข็มนาฬิกา ในขณะที่ม้วนรับเทป (ติดอยู่กับแกนมอเตอร์ม้วนรับเทป) จะหมุนทวนเข็มนาฬิกาดังรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 ระบบขับแบบ MOTOR-TORQUE สำหรับม้วนรับเทป

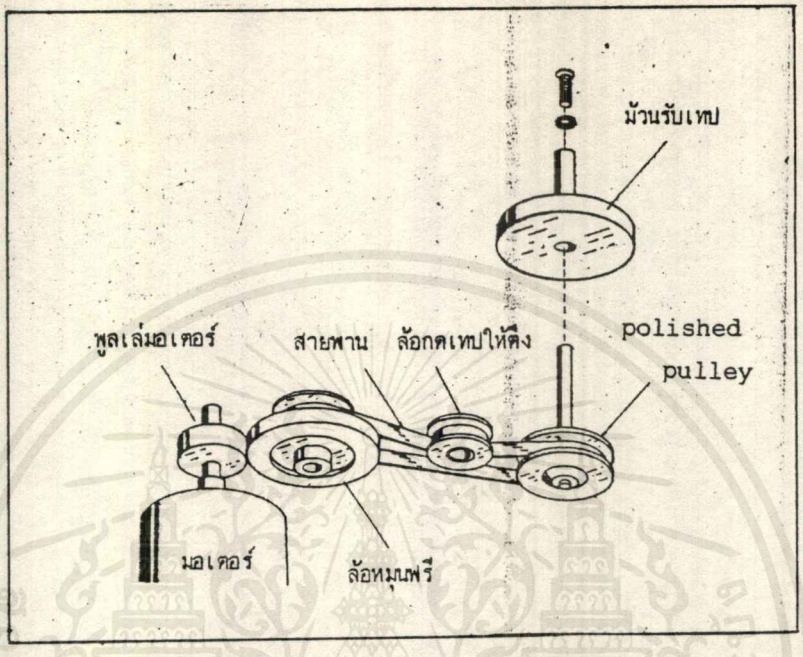
ทั้งนี้กำลังบิดของมอเตอร์เหล่านี้ต้องปรับให้มีค่าที่พอเหมาะด้วยตัวต้านทาน ที่ต่ออนุกรมอยู่กับมอเตอร์แต่ละตัวเมื่อเครื่องเล่นกลับหรือบันทึก ดังนั้นมอเตอร์ทั้งสองก็ทำงานที่กำลังบิดลดลงและมีการแยกจากกัน(ISOLATE) แต่ละตัวด้วยแคพสแทนและล้อกดระหว่างที่เทปถูกหนีบอยู่ เมื่อพิจารณาที่ม้วนปล่อยแคพสแทนและล้อกดก็ต้องมีแรงดึงเทปพอเพียงที่จะเอาชนะกำลังบิดตรงข้ามของมอเตอร์ถอยหลัง ส่วนทางด้านม้วนรับหรือม้วนดึงเทปนั้นแพคสแทนและล้อกดก็ทำหน้าที่ป้อนเทปให้

ค) ระบบ SLIPPING-BELT

ระบบนี้เป็นอีกระบบหนึ่งที่ใช้กันในการขับม้วนรับเทปที่ความเร็วเปลี่ยนแปลงได้ จุดสำคัญของระบบคือการใช้สายพานผ้าที่เลื่อนไปบนพูลเล่ ดังรูปที่ 5.14 สายพานดังกล่าวถูกขับด้วยความเร็วสูงให้วิ่งโดยรอบพูลเล่ที่ราบเรียบ (ซึ่งไปขับม้วนรับเทป) และจากการที่อัตราการรับเทปของม้วนรับเทปสูงกว่าอัตราการป้อนเทป เทปจึงถูกทำให้ตึงตลอดเวลาด้วยแรงดึง ทั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อแรงที่กดให้เทปตึงมีขนาดถึงค่าที่กำหนดไว้ สายพานก็จะทำให้พูลเล่เลื่อนไปได้ อนึ่งแรงที่กดให้เทปตึงดังกล่าวของระบบขับด้วยสายพานนี้จะเปลี่ยนไปได้ตามสถาพการใช้งานต่างๆ เช่น อุณหภูมิ การหล่อลื่น และความชื้น



รูปที่ 5.14 ระบบขับแบบ SLIPPING BELT

การเคลื่อนที่ของเทป

กลไกสำหรับการเคลื่อนของเทปนั้น ประกอบด้วยมอเตอร์กลไกขับเคลื่อนและสวิตซ์

กลไกขับเคลื่อนของการหมุนของมอเตอร์ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งปกติต้องการให้ทำหน้าที่ 3 อย่าง (และเปลี่ยนแปลงด้วยสวิตซ์เลือก)

อย่างแรกคือการเล่น (PLAYBACK) และการบันทึก (RECORD) ซึ่งดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าล้อกดและแคพสแทน (ซึ่งป้อนเทปด้วยความเร็วคงที่) กับม้วนขับจะหมุน

อย่างที่สองคือการถอยหลัง (REWIND) ในกรณีนี้เทปที่เล่นกลับหรือบันทึกจะถูกม้วนกลับเข้าไปยังอีกม้วนหนึ่ง โดยม้วนเทปด้านถอยหลังจะหมุนด้วยความเร็วสูง ซึ่งอาจเรียกว่า "ถอยกลับเร็ว" (FAST REWINDING)

อย่างสุดท้ายคือการเล่นเทปเดินหน้าเร็ว (FAST FORWARD) จะใช้เมื่อผู้ใช้ต้องการเริ่มเล่นหรือบันทึกเทปจากบางตำแหน่งหลังจากเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

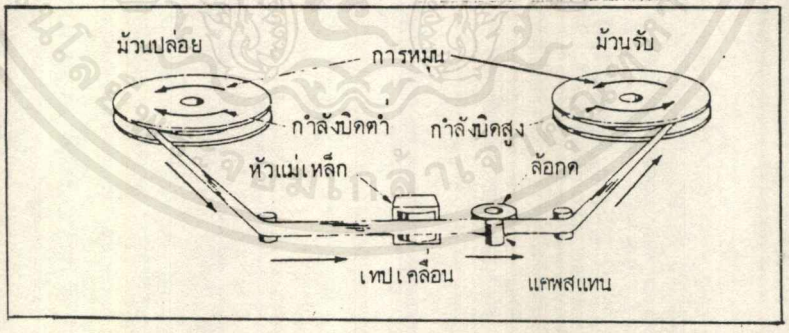
เทป ในกรณีนี้ม้วนเทปทางด้านขับจะหมุนด้วยความเร็วสูง โดยที่ความเร็วในการเคลื่อนเดินหน้าเร็วและถอยกลับจะประมาณ 10 เท่าของความเร็วในการบันทึกหรือเล่นกลับ

กลไกในการม้วนเทปและหยุดอัตโนมัติ

กลไกของเครื่องบันทึกเทปที่ค่อนข้างยุ่งยากมากอันหนึ่ง ก็คือกลไกการม้วนเทป กล่าวคือเทปจะถูกดึงจากม้วนปล่อยด้วยแรงดึงที่ได้จากล้อกดกับแคพสแทน จากนั้นเทปจะถูกม้วนเข้าที่ม้วนทางด้านขวา ในกรณีนี้ถ้าหากเทปถูกดึงไปม้วนบนม้วนเทปเกินไป ความเร็วเทปก็อาจเพิ่มขึ้นและเทปพันม้วนเทปแน่นเกินไปได้ ในทางตรงกันข้ามถ้าหากเทปถูกดึงด้วยแรงดึงน้อยเกินไป เทปก็จะพันบนม้วนเทปไม่ดีอาจลื่นหลุดได้

นอกจากนี้ยังมีกรณี "หยุดเองอัตโนมัติ" (AUTO STOP) โดยเทปเด็ค สามารถหยุดการทำงานของมันเองได้โดยอัตโนมัติระหว่างการเล่นกลับหรือบันทึก

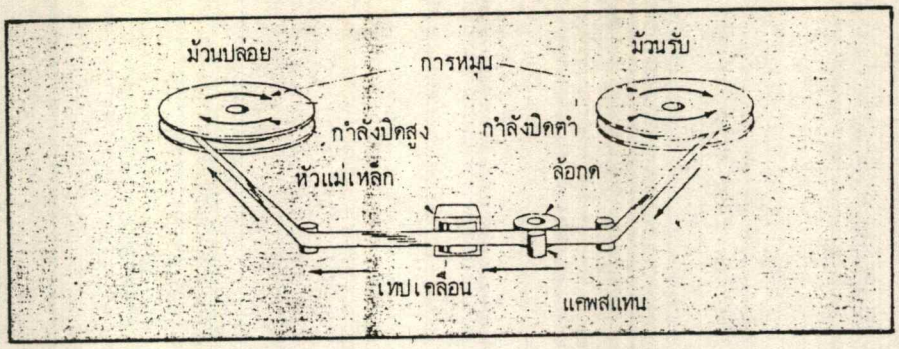
ตัวอย่างประโยชน์ของเครื่องที่มี AUTO STOP ด้วยก็คือเมื่อคุณกำลังหลับในขณะที่ยังฟังเทปอยู่ พอหมดเทปเครื่องก็จะปิดเองโดยอัตโนมัติไม่ต้องลุกมาปิด เป็นการเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้



รูปที่ 5.15 การทำงาน "เดินหน้าเร็ว"

พิจารณาดูรูปที่ 5.15 แสดงการทำงานของการเดินหน้าเร็ว (FAST FORWARD)มอเตอร์ม้วนรับทำงานด้วยกำลังบิดเต็มที่ในขณะที่มอเตอร์ม้วนถอยหลังทำงานด้วยกำลังปิดลดลง ดังนั้นเทปก็ถูกดึงจากม้วนปล่อย แต่จากการที่กำลังบิดของมอเตอร์ม้วนถอยหลังถูกป้อนเข้าไปทิศทางตรงข้าม กับการหมุนของม้วนเทป ดังนั้นเทปจะถูกดึงให้ตึงตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



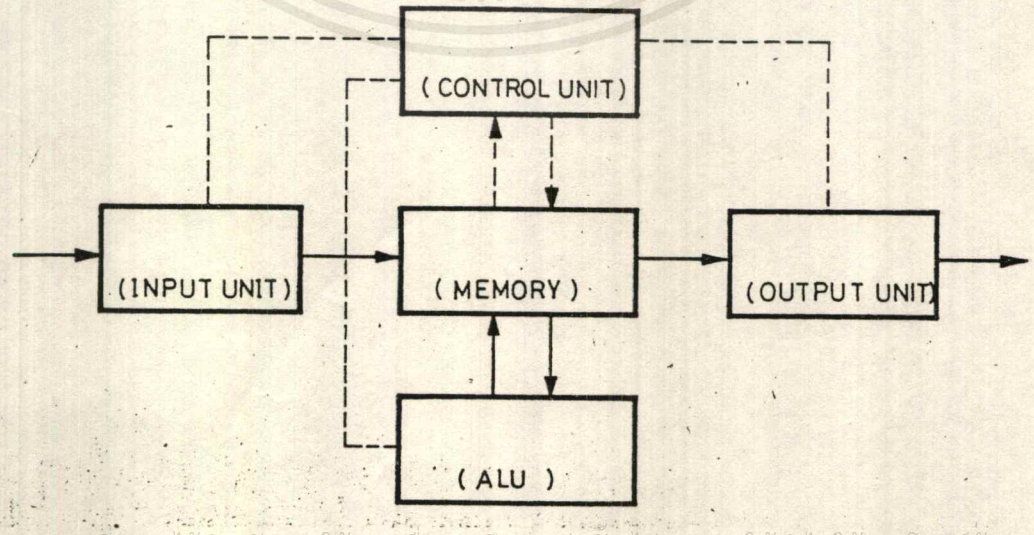
รูปที่ 5.16 การทำงาน "ถอยหลัง" หรือ "กลับเทป"

รูปที่ 5.16 แสดงลักษณะการทำงานถอยหลังเทปซึ่งการทำงานก็จะเป็นไปในลักษณะกลับทางกลับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยที่ HOLD BACK TENSION ในช่วงถอยกลับและเดินหน้าเร็วนั้นต้องไม่มากจนเกินไปนักเพราะจะทำให้ม้วนเทปถูกดึงตึงเกินไป ซึ่งการทำงานที่ได้ผลดีที่สุดแล้วควรให้เทปพันหลวมพอควร การที่เทปพันจนตึงนั้นเมื่อพบกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเช่น ความชื้นหรืออุณหภูมิ แล้วความตึงของเทปที่ไม่สม่ำเสมอจะมีปัญหาในการม้วนตัวของเทปภายหลังได้ จึงควรระมัดระวัง

ระบบไมโครโปรเซสเซอร์

(MICROPROCESSOR SYSTEM)

สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปโครงพื้นฐานจะแบ่งออกเป็นส่วนๆได้ดังรูปที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 เส้นประแสดงสัญญาณควบคุมและสัญญาณเลือก

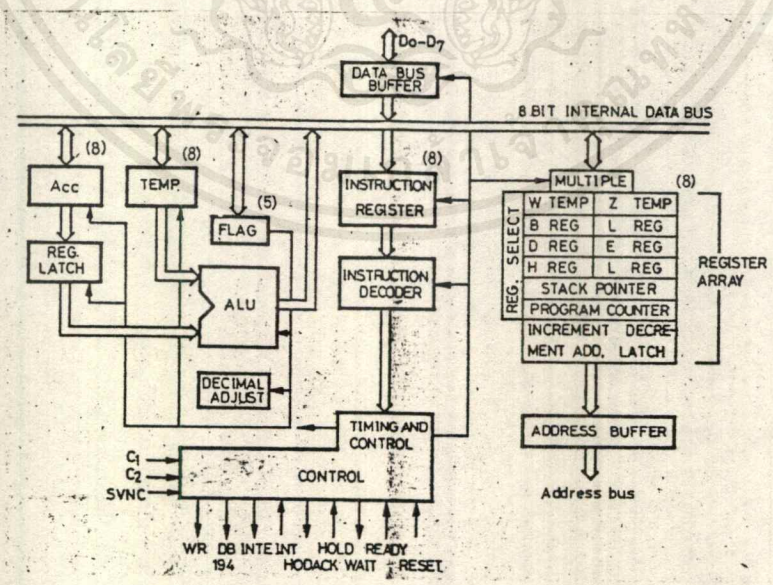
เส้นทึบ แสดงสัญญาณข้อมูล

จะเห็นว่าระบบคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย

1. หน่วยควบคุม (CONTROL UNIT)
2. หน่วยความจำ (MEMORY UNIT)
3. หน่วยคำนวณ (ARITHMATIC UNIT)
4. หน่วยส่งและรับสัญญาณ (I/O UNIT)

เนื่องจากเทคโนโลยีด้านการผลิตอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้พัฒนาไปมาก ทำให้สามารถรวบรวมหน่วยต่างๆของคอมพิวเตอร์อันได้แก่ หน่วยควบคุม (CONTROL UNIT) หน่วยความจำบางส่วน หน่วยคำนวณ (ALU) วงจรควบคุม I/O บางส่วน ทั้งหมดนี้รวมไว้ในแผ่นวงจรเดียวกันเรียกว่าไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROJPROCESSOR) ซึ่งสามารถทำหน้าที่ประมวลข้อมูลและควบคุมหน่วยอื่นๆให้ทำงานไปด้วยกันได้

ลักษณะภายในของไมโครโปรเซสเซอร์ เมื่อเขียนให้เห็นละเอียดขึ้น เราจะเห็นหน่วยต่างๆและการติดต่อหรือควบคุมภายในตลอดจน REGISTER ต่างๆดังรูปที่ 2



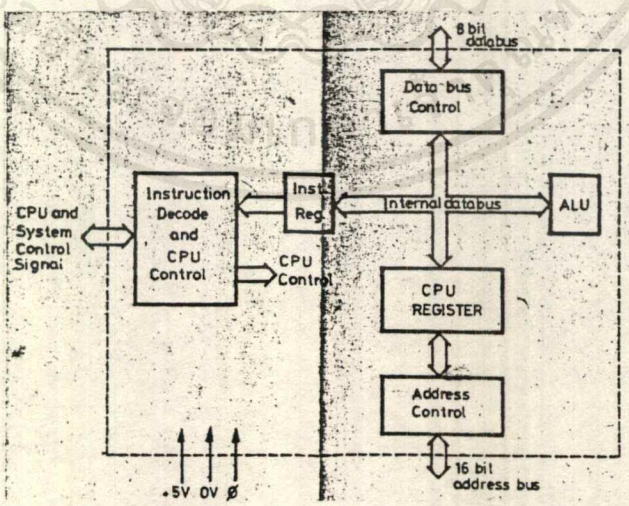
รูปที่ 2 ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8080

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูป เป็นโครงสร้างภายในของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 แสดงให้เห็นเป็นแผนภูมิแสดงหน่วยย่อยๆต่างๆภายใน จะเห็นการเชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยต่างๆและ รีจิสเตอร์ เราเรียกเส้นที่เชื่อมโยงต่อกันนี้ว่าบัส (BUS) ซึ่งเราจะนิยามบัสได้ว่า บัส คือเส้นทางเชื่อมโยงที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลหรือสัญญาณควบคุมระหว่างหน่วยต่างๆ ตามรูปที่ 2 เส้นลูกศรหนาๆ คือ บัส จะเห็นว่าเชื่อมต่อหน่วยต่างๆภายในและเชื่อมต่อกับระบบอื่นภายนอกก็คือ D_0-D_7 เรียกว่า บัสข้อมูล A_0-A_7 เป็นแอดเดรสบัส (ADDRESS BUS)

บัสสองทาง (BIDIRECTIONAL BUS) คือบัสที่นิยามไว้ข้างต้นที่สามารถเป็นทางส่งผ่านข้อมูลหรือสัญญาณได้ทั้งสองทาง ตามรูป D_0-D_7 เป็นบัสสองทาง สังเกตง่ายๆได้จากเส้นเชื่อมโยงที่มีลูกศรทั้งสองปลาย

ตามรูปจะเห็นรีจิสเตอร์ 2 ตัว ทำหน้าที่เก็บข้อมูลให้หน่วยคำนวณสำหรับทำฟังก์ชั่นต่างๆ รีจิสเตอร์ที่เห็นจะมี IR (INSTRUCTION REGISTER) 1 ตัว ทำหน้าที่เก็บคำสั่งที่อ่านมาจากหน่วยความจำภายนอกและรีจิสเตอร์ตัวอื่นๆ คือ B,C,D,E,H,L และสแตคพอยเตอร์ โปรแกรมเคาวน์เตอร์เป็นต้น ตัวเลขที่กำกับไว้ตรงมุมไดอะแกรมของรีจิสเตอร์ บอกถึงขนาดความกว้างของรีจิสเตอร์นั้น เช่น 8 คือกว้างขนาด 8 บิท

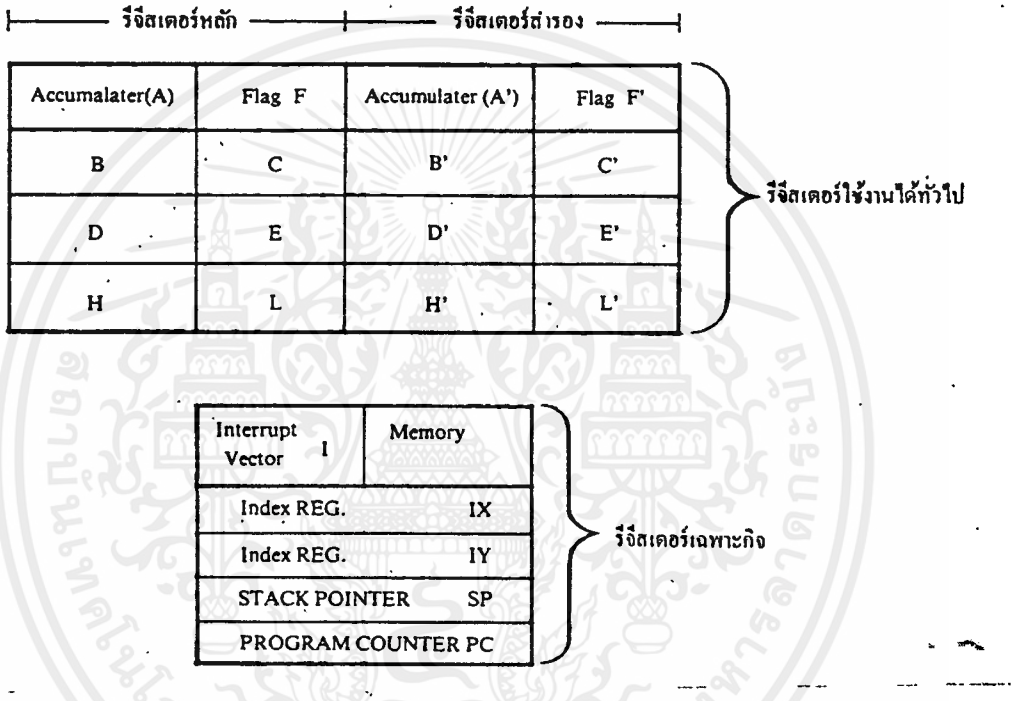


รูปที่ 3 โครงสร้างภายในของซีพียู Z-80

โครงสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 แสดงได้ดังรูปที่ 3 ตามรูป จะเห็นว่ามีส่วนคล้ายกับรูปที่ 2 อยู่มากกล่าวคือมี IR (INSTRUC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TION REGISTER) มี ALU (ARITHMETIC AND LOGICAL UNIT) บัสข้อมูลแอดเดรสบัส รีจิสเตอร์ (ในรูปนี้ไม่ได้บอกว่ามีเท่าใด) และตัวถอดรหัสคำสั่ง (INSTRUCTION DECODE) และวงจรควบคุมซีพียู (CPU CONTROL) ทำหน้าที่ถอดรัสหคำสั่งว่าให้ทำอะไรพร้อมกับส่งสัญญาณออกมาทางสายบัสควบคุมหน่วยต่างๆ ภายในให้ตอบสนองต่อคำสั่งนั้นๆ รูปที่ 3 เป็นไดอะแกรมทางด้านฮาร์ดแวร์ ส่วนในด้านซอฟท์แวร์แล้วเราจะเห็นฯ Z-80 ตัวนี้เป็นดังนี้คือ



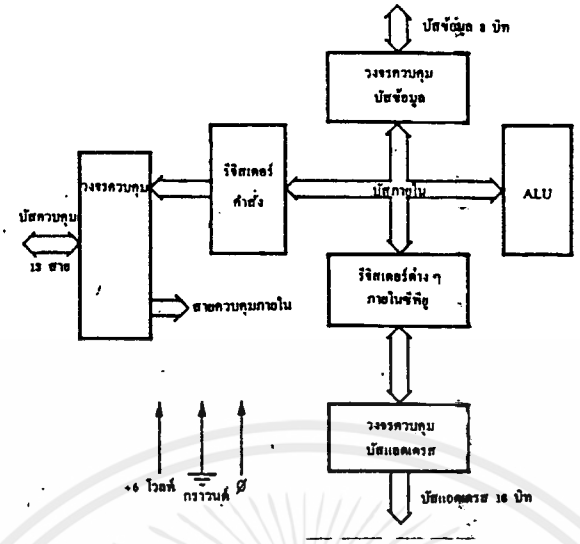
รูปที่ 4 เป็นโครงสร้างทางซอฟท์แวร์

จะเห็นว่าทางด้านซอฟท์แวร์เราจะมองเห็นว่า Z-80 มีรีจิสเตอร์อยู่จำนวนเท่าใด และมีคำสั่งใช้งานกี่คำสั่งและในรายละเอียดทางคำสั่งจะแสดงและอธิบายถึงการตอบสนองของ Z-80 ต่อสัญญาณภายนอก

โครงสร้างของซีพียู Z-80

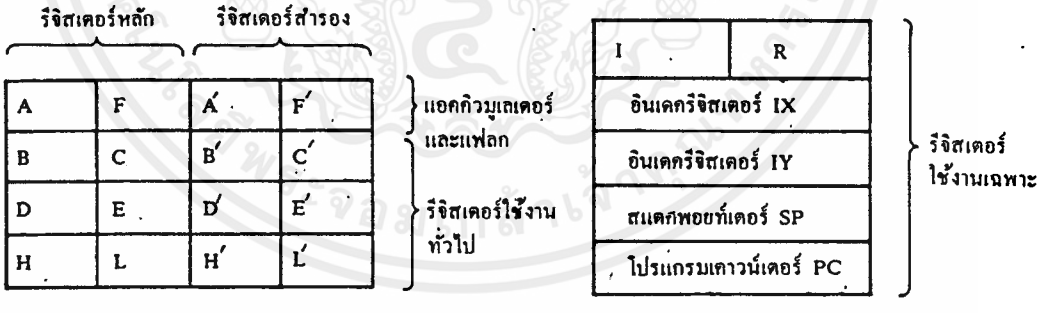
โครงสร้างของซีพียู Z-80 มีโครงสร้างที่พัฒนามาจาก 8080 ดังนั้นในแง่โครงสร้างพื้นฐานจะเหมือนกับซีพียูของ 8080 แต่เนื่องจาก Z-80 มีการพัฒนามามากขึ้นทางซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ จึงทำให้มีรายละเอียดแตกต่างเพิ่มเติมอีกหลายประการด้วยกัน บล็อกไดอะแกรมรูปที่ 5 เป็นไดอะแกรม แสดงให้เห็นโครงสร้างของ Z-80 โดยโครงสร้างของซีพียูนี้จะบรรจุลงในแอลเอสไอขนาด 40 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 บล็อกไดอะแกรมซีพียู Z-80

โครงสร้างภายในของ Z-80 ซีพียูประกอบด้วยรีจิสเตอร์ภายในที่สามารถเขียนและอ่านได้ถึง 208 บิท โดยแยกเป็นกลุ่มของรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิท 18 รีจิสเตอร์ และรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิทอีก 4 รีจิสเตอร์ โดยมีชุดรีจิสเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงรีจิสเตอร์ต่างๆที่มีอยู่ใน Z-80

รีจิสเตอร์หลักที่ใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ในกลุ่มแรกคือ A,F,B,C,D,E,H,L เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิทที่ใช้งานทั่วไป โดยรีจิสเตอร์เหล่านี้สามารถประกอบรวมกันเป็นคู่รีจิสเตอร์ได้คือ AF,BC,DE และ HL โดยคู่รีจิสเตอร์เหล่านี้ จะได้รับการใช้งานในลักษณะของรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท การกระทำภายในซีพียูอาจจะอาศัยเพียงรีจิสเตอร์เดียวหรือกระทำเป็นคู่รีจิสนเตอร์ได้ โดยที่ A คือ แอค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิวมูเลเตอร์ F คือ แฟลก แฟลกของ Z-80 จะมีด้วยกันทั้งหมด 6 ตัวจึงใช้เพียง 6 บิท แต่ Z-80 อาศัยการเพิ่มบิทขึ้นอีก 2 บิทและกลายเป็นรีจิสเตอร์ F รีจิสเตอร์ F นี้สามารถได้รับการเซท รีเซทการกระทำตามคำสั่งทางคณิตศาสตร์หรือลอจิกได้ และเราสามารถใช้ F เหมือนรีจิสเตอร์หนึ่งซึ่งเมื่อรวมกันกับ A แล้วจะกลายเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิทได้

กลุ่มรีจิสเตอร์สำรอง

เป็นกลุ่มรีจิสเตอร์ที่สามารถเก็บข้อมูลได้ โดยเป็นตัวเก็บข้อมูลที่มาจากรีจิสเตอร์หลัก รีจิสเตอร์ชุดนี้จึงมีด้วยกัน 8 ตัวคือ A',F',B', C',D',E',H',L' รีจิสเตอร์เหล่านี้ เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลชั่วคราว ในการที่ต้องการใช้รีจิสเตอร์หลักทำงานอย่างอื่นก่อน ดังนั้นรีจิสเตอร์กลุ่มนี้ จึงไม่สามารถกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิกได้

กลุ่มรีจิสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะอย่าง

โปรแกรมเคาวน์เตอร์ (PC-PROGRAM COUNTER) โปรแกรมเคาวน์เตอร์เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท ที่เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของโปรแกรมในขณะสภาวะการกระทำการเฟทช์ โดยขณะทำการเฟทช์ค่าที่อยู่ในโปรแกรมเคาวน์เตอร์จะไปปรากฏอยู่ที่แอดเดรสบัส เพื่อชี้ไปยังตำแหน่งในหน่วยความจำให้ซีพียูอ่านคำสั่งมาตีความหมาย ค่าที่อยู่ในโปรแกรมเคาวน์เตอร์จะเพิ่มค่าขึ้นได้ยอย่างอัตโนมัติหลังการกระทำการเฟทช์ แต่ถ้าหากซีพียูกระทำคำสั่งให้ข้ามไปยังตำแหน่งอื่น (JUMP) ค่าแอดเดรสที่จะกระโดดข้ามนั้นจะโหลดเข้ามายังโปรแกรมเคาวน์เตอร์ได้อย่างอัตโนมัติ

สแตคพอยท์เตอร์ (SP-STACK POINTER) เป็นรีจิสเตอร์ที่มีขนาด 16 บิทที่ใช้สำหรับชี้ไปยังแอดเดรสชั้นบนสุดของสอตคที่อยู่ใน RAM โดยส่วนของสแตคมีลักษณะโครงสร้าง เป็นหน่วยความจำเป็นแบบเก็บทีหลังเรียกออกได้ก่อน ข้อมูลในสแตคอาจได้รับการพุชหรือพอพมาจากข้อมูลรีจิสเตอร์ภายในซีพียู ลักษณะของสแตคในที่นี้ยังเป็นส่วนช่วยในการกระทำอินเตอร์รัพท์ และการเรียกโปรแกรมย่อย กล่าวคือในการอินเตอร์รัพท์ค่าของโปรแกรมเคาวน์เตอร์จะได้รับการเก็บรักษาไว้ในชั้นสแตค ครั้นเมื่อโปรแกรมกลับจากอินเตอร์รัพท์ไปกระทำยังโปรแกรมหลักก็จะนำค่าจากสแตคกลับเข้ามายังโปรแกรมเคาวน์เตอร์ใหม่ ในทำนองเดียวกันการกระโดดไปกระทำยังโปรแกรมย่อย ก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นการกระทำในรูปของอินเตอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือโปรแกรมย่อยสามารถซ้อนกันได้ไม่มีสิ้นสุด

อินเดครีจิสเตอร์ (IX,IY-INDEX REGISTER) ซีพียู Z-80 มีอินเดครีจิสเตอร์ขนาน 16 บิท 2 ตัวแต่ละตัว ใช้ประโยชน์หลักในการทำหน้าที่เป็นตัวเก็บแอดเดรสฐาน (BASE ADDRESS) เพื่อทำหน้าที่อ้างแอดเดรสแบบอินเดคแอดเดรสซึ่ง (INDEX ADDRESSING) ในโหมดของอินเดคแอดเดรส ซึ่งมีข้อมูลที่อยู่ในอินเดครีจิสเตอร์นี้จะรวมกับข้อมูลที่ติดมากับคำสั่งอีก 8 บิท เพื่อเป็นตัวกำหนดแอดเดรสให้กับคำส่งข้อมูลที่ติดมากับคำสั่งนี้เราเรียกว่า ดิสเพลซเมนท์ (DISPLACEMENT) ซึ่งจะเก็บในรูปของตัวเลข 2'S คอมพลีเมนท์

อินเตอร์รัพท์เพจแอดเดรสรีจิสเตอร์ (I-INTERRUPT PAGE ADDRESS REGISTER) การอินเตอร์รัพท์ของ Z-80 มีหลายโหมด และโหมดหนึ่งที่ทำให้การอินเตอร์รัพท์ของ Z-80 มีประสิทธิภาพสูง กล่าวคือ เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพท์ในโหมดนี้ขึ้นมันสามารถอ้างแอดเดรส โดยทางอ้อมไปกระทำโปรแกรมในที่ใดก็ได้ในหน่วยความจำ โดยอาศัยค่าในรีจิสเตอร์ I รวมกับค่าที่ส่งมาจากอุปกรณ์เพอริเฟอรัลอีก 8 บิทชี้ไปยังค่าในหน่วยความจำ เพื่อนำค่านั้นมาโหลดเข้าในโปรแกรมเคาวน์เตอร์เพื่อกระทำต่อไป ด้วยวิธีการนี้เราจึงสามารถกระโดดเข้าไปทำที่ส่วนใดก็ได้ในหน่วยความจำ

รีจิสเตอร์รีเฟรชหน่วยความจำ (R-MEMORY REFLESH REGISTER) การต่อซีพียูกับหน่วยความจำนั้น โดยปกติจะต่อกับหน่วยความจำชนิดสแตติคได้โดยง่าย แต่อย่างไรก็ดีชนิดไดนามิคที่ต้องการรีเฟรชมีราคาถูกกว่า มีความหนาแน่นสูงกว่า Z-80 ให้ข้อดีกว่าประการหนึ่งคือมันสามารถให้การรีเฟรชหน่วยความจำได้อย่างอัตโนมัติ โดยค่าใน R รีจิสเตอร์จะเพิ่มค่าขึ้นอีก 1 ทุกครั้งที่มีการกระทำการเฟทช์คำสั่ง และข้อมูลในรีจิสเตอร์ R นี้ จะส่งออกไปยังแอดเดรสบัสในส่วนบิทที่มีนัยสำคัญต่ำกว่าจังหวะของการส่งนี้จะเป็นจังหวะเดียวกันกับที่ซีพียูส่งสัญญาณรีเฟรชออกมา ผู้โปรแกรมสามารถกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ R นี้ได้ แต่ค่าในรีจิสเตอร์นี้จะเรียกใช้โดยผู้โปรแกรมทางคำสั่งโดยตรงไม่ได้

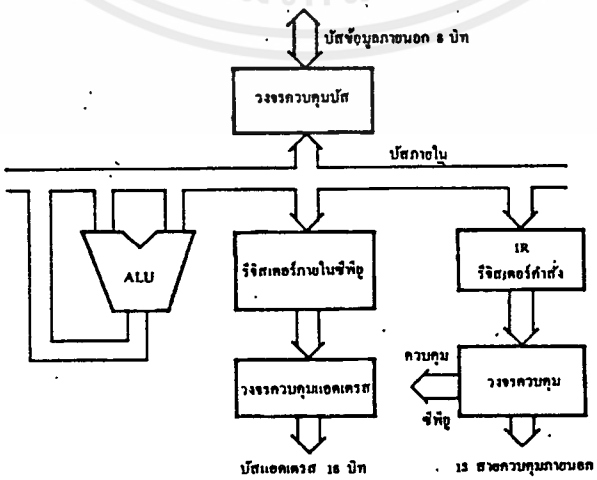
แอคคิวมูเลเตอร์ (ACCUMULATOR) และแฟลก (FLAG) ซีพียูจะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นหลักในการเป็นตัวโอเปอร์แรนด์สำหรับกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก โดยรีจิสเตอร์หลักนี้จะมีเพียง 8 บิทเรียกว่า "แอคคิวมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลเตอร์" (ACCUMULATOR) การกระทำในส่วนของหน่วยคณิตศาสตร์และลอจิก ย่อมเกิดเงื่อนไขได้หลายอย่างที่จะต้องแสดงสถานะภาพของเงื่อนไขเหล่านั้น เช่น เงื่อนไขผลลัพธ์เป็นศูนย์ ผลลัพธ์เป็นบวกหรือลบมีตัวทดหรือตัวขอยืมในการกระทำทางคณิตศาสตร์ แสดงเงื่อนไขพาริตี้คู่หรือคี่ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้จะให้ผลลัพธ์แสดงสถานะได้ด้วยแฟลก (FLAG) แฟลกเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิท ซึ่งสามารถรวมกับแอคคิวมูเลเตอร์เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิทได้ ผู้โปรแกรมยังสามารถใช้คำสั่งในการเคลื่อนย้ายข้อมูลจากแอคคิวมูเลเตอร์ A และแฟลก F ไปเก็บไว้ใน A' และ F' ได้ เพื่อทำให้การใช้งานของ A และ F มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU-ARITHMETIC AND LOGIC UNIT) การประมวลผลที่สำคัญของซีพียูของคอมพิวเตอร์ยังขึ้นอยู่กับหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) ส่วน ALU นี้จะนำข้อมูล ซึ่งอาจจะมาจากภายนอกซีพียูหรือภายในซีพียูก็ได้มาประมวลผล การประมวลผลในส่วน ALU ที่สำคัญจะประกอบด้วย

การบวก (ADD)	การเลื่อนบิททางซ้ายหรือขวา
การลบ (SUBSTRACT)	การเพิ่มค่า (INCREMENT)
ลอจิก AND	การลดค่า (DECREMENT)
ลอจิก OR	การเซทบิท (SET BIT)
ลอกจิก EX-OR	การรีเซทบิท (RESET BIT)
เปรียบเทียบ (COMPARE)	การทดสอบบิท (TEST BIT)



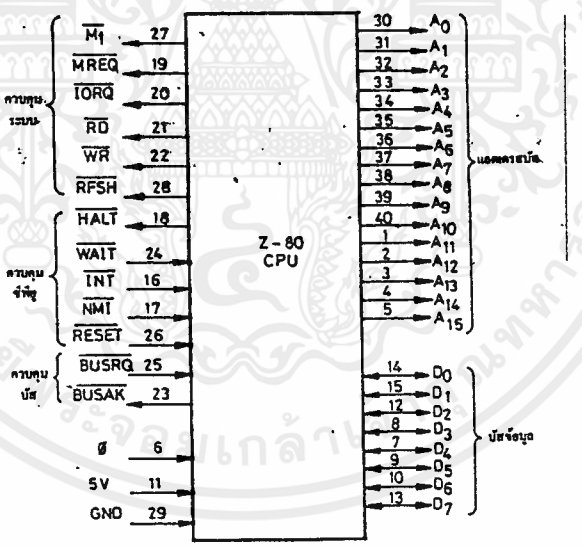
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 แสดงการทำงานของ ALU ภายใน

รีจิสเตอร์คำสั่งและส่วนควบคุม (INSTRUCTION REGISTER AND CONTROL) ในการกระทำการเฟทช์ ซีพียูจะอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำที่เป็นส่วนของโปรแกรมโดยรอคำสั่งนั้นมาเก็บไว้ใน IR เพื่อทำการถอดรหัสคำสั่งและส่งสัญญาณควบคุมการทำงานภายในซีพียู หรือควบคุมการทำงานของระบบสัญญาณควบคุมเหล่านี้ จะออกมาในจังหวะต่างๆกัน เพื่อใช้ควบคุมระบบในการทำงานต่อไป

การจัดขาของ Z-80

Z-80 ซีพียูเป็นไอซีไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีขาเพียง 40 ขา โดยหลักการแล้ว Z-80 เป็นซีพียูได้โดยสมบูรณ์กล่าวคือ Z-80 ไม่ต้องประกอบกับอุปกรณ์ประกอบอื่นที่จะแยกการทำงานเพื่อรวมเป็นซีพียู ส่วนของสัญญาณจะประกอบด้วยบัสแอดเดรส บัสข้อมูล และสัญญาณควบคุม การจัดวางขาแสดงได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ลักษณะของขาไอซี Z-80 ซีพียู

A_0-A_{15} บัสแอดเดรส สัญญาณที่ออกมาจากขาไอซีเหล่านี้จะให้แอดดีฟ ขณะ HIGH โดยขาเหล่านี้เป็นเอาท์พุทแบบไตรสเตท บัสแอดเดรสมีด้วยกัน ทั้งหมด 16 สาย เพื่อให้ซีพียูติดต่อกับหน่วยความจำได้มากถึง 2^{16}=64K ไบท์ นอกจากนี้ส่วนของแอดเดรสยังเป็นตัวกำหนดเบอร์พอร์ทของอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท โดยขณะที่ซีพียูกระทำคำสั่งเกี่ยวกับอินพุทหรือเอาท์พุท ค่าของแอดเดรสบัสใน 8 บิทล่าง (A_0-A_7) จะแสดงค่าเบอร์พอร์ท ดังนั้นเราจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือหาผลประโยชน์การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอุปกรณ์อินพุทหรือเอาท์พุทได้ทั้งหมด 2^8=256 พอร์ท และในขณะช่วงเวลารีเฟทช์ โดยเมื่อสัญญาณรีเฟรชปรากฏขึ้นที่ขารีเฟรช (RFSH) ค่าในแอดเดรสบัส A_0-A_7 จะแสดงค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่จะได้รับการกระทำการรีเฟรช

D_0-D_7 บัสข้อมูล (DATA BUS) เป็นลักษระบัสแบบสองทิศทาง Z-80 ซีพียู มีบัสข้อมูล 8 เส้น บัสข้อมูลเป็นเส้นทางผ่านของข้อมูลระหว่างซีพียูกับหน่วยความจำ ซีพียูกับอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท หรือการติดต่อระหว่างอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุทกับหน่วยความจำ

M_1 (MACHINE CYCLE ONE) มีลักษณะเป็นแอคตีฟที่ลอจิก "0" M_1 เป็นส่วนที่จะบอกให้ทราบว่าขณะนี้ซีพียูกำลังอยู่ในสภาวะเฟทช์ ในขณะที่ซีพียูเฟทช์คำสั่งที่มีออพโค้ดสองไบท์ ส่วนของ M_1 จะสร้างขึ้นขณะเฟทช์ในแต่ละไบท์ ลักษณะของคำสั่งที่มีออพโค้ดสองไบท์จะขึ้นต้นด้วย CBH,DDH,EDH, FDH (H ต่อท้ายหมายถึงตัวเลขฐานสิบหก) นอกจากนี้ M_1 ยังสร้างสัญญาณร่วมกับ IORQ เพื่อบอกสถานะการตอบรับการอินเตอร์รัพท์

MREQ (MEMORY REQUEST) เป็นเอาท์พุทลักษณะไตรสเตทให้ลอจิกแอคตีฟที่ "0" เป็นสายสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าซีพียู ต้องการเขียนหรืออ่านหน่วยความจำตามแอดเดรสที่ปรากฏอยู่ในแอดเดรสบัส

IORQ (INPUT OUTPUT REQUEST) เป็นเอาท์พุทลักษณะไตรสเตทให้ลอจิกแอคตีฟที่ "0" เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าซีพียู ต้องการติดต่อกับอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท โดยแอดเดรสบัส 8 บิทล่าง จะให้แสดงค่าเบอร์พอร์ท ส่วนบัสข้อมูลจะแสดงข้อมูลที่จะมีการส่งถ่ายระหว่างซีพียูกับ I/O นอกจากนี้ IORQ ถ้าเกิดขึ้นพร้อมกับสัญญาณ M_1 เป็นตัวบอกถึงสถานะที่ซีพียูกำลังตอบสนองผลการอินเตอร์รัพท์ โดยขณะนี้ส่วนของบัสข้อมูลจะมีการส่งผ่านเข้ามาด้วยค่าของอินเตอร์รัพท์เวคเตอร์

RD (MEMORY READ) เป็นเอาท์พุทที่ไตรสเตทและแอคตีฟขณะลอจิก "0" RD เป็นตัวบอกว่าขณะนี้ซีพียูต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O

WR (MEMORY WRITE) เป็นขาเอาท์พุทแบบไตรสเตทและแอคตีฟขณะลอจิก "0" WR เป็นสัญญาณบอกว่าซีพียูต้องการเขียนข้อมูลโดยจะเขียนข้อมูลในตำแหน่งที่แอดเดรสบัสกำหนดขึ้น อาจเป็นหน่วยความจำหรืออุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O ก็ได้

RFSH (REFRESH) เป็นขาเอาท์พุทแอคตีฟขณะลอจิก "0" RFSH เป็นสัญญาณที่จะบอกให้ทราบว่าสัญญาณในแอดเดรสบัส ในส่วน A_0-A_6 เป็นแอดเดรส ที่จะใช้ในการรีเฟรชหน่วยความจำชนิดไดนามิกส์ ส่วนบิท A_7 จะเป็น "0" ส่วนบิท A_{15}-A_8 จะแสดงค่าของรีจิสเตอร์ I

HALT (HALT STATE) เป็นเอาท์พุทที่แอดคตีฟด้วยลอจิก "0" สัญญาณ HALT จะแสดงเมื่อซีพียูได้กระทำคำสั่ง HALT และจะหยุดรอจนกว่าจะมีการอินเตอร์รัพท์หรือรีเซท ขณะที่อยู่ในช่วง HALT ซีพียูจะเสมือนกำลังกระทำคำสั่ง NOP (NO OPERATION) เพื่อให้เกิดไซเคิลในการทำงาน เพื่อส่งสัญญาณไปกระทำการรีเฟรชหน่วยความจำชนิดไดนามิกส์

WAIT (WAIT) เป็นขาอินพุท จะแอคตีฟด้วยลอจิก "0" WAIT เป็นตัวกำหนดแสดง เพื่อบอกซีพียูให้ซีพียูหยุดรอ ในกรณีที่อุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุทหรือหน่วยความจำไม่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทัน WAIT จะเป็นตัวทำให้ซีพียูซิงค์ได้พอดีกับอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทพุทที่ทำงานด้วยความเร็วช้าๆ

INT (INTERRUPT REQUEST) เป็นขาอินพุท แอคตีฟด้วยลอจิก "0" INT เป็นสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจากอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท เพื่อต้องการที่จะอินเตอร์รัพท์ซีพียู ซีพียูจะทำการตรวจสอบสัญญาณนี้ทุกๆครั้งที่จบการกระทำแต่ละคำสั่ง การตอบสนองของตัวการอินเตอร์รัพท์สามารถควบคุมได้ด้วยซอฟท์แวร์ด้วยการเซทค่าอินเตอร์รัพท์ฟลิบฟลอบ (IFF) การตอบสนองอินเตอร์รัพท์จะเกิดได้ยังต้องให้ BUSRQ ไม่แอคตีฟ เมื่อซีพียูตอบสนองต่อการอินเตอร์รัพท์ซีพียูจะสร้างสัญญาณตอบด้วยการสร้างสัญญาณ IORQ ระหว่างช่วงเวลา M_1 การตอบสนองต่อการอินเตอร์รัพท์มีแยกแยะได้ 3 แบบ ซึ่งจะอธิบายในรายละเอียดต่อไป

NMI (NONMASKABLE INTERRUPT) เป็นขาอินพุท ที่จะทริกบอกซีพียูในขณะขอบพลซ์ขาลง การอินเตอร์รัพท์ด้วยวิธีนี้ ซีพียูจะให้ความสำคัญสูงกว่า INT กล่าวคือมันจะตอบสนองและกระทำทันทีด้วยการเริ่มเอ็กซีคิ้วคำสั่งในตำแหน่ง 0066H โดยอัตโนมัติ การกระโดดไปกระทำในกรณีนี้ ซีพียูจะเก็บค่าโปรแกรมเคาวน์เตอร์เดิมไว้ในสแตค เพื่อจะได้กลับไปทำงานเดิมเมื่อเสร็จสิ้นการอินเตอร์รัพท์ได้

RESET (RESET) เป็นขาอินพุทที่แอคตีฟด้วยลอจิก "0" การรีเซท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีนี้ จะมีผลดังนี้

1. ค่าของ PC มีค่าเป็น "0"
2. IFF จะได้รับการ DISABLE
3. รีจิสเตอร์ I จะมีค่า 00H
4. รีจิสเตอร์ R จะมีค่า 00H
5. จะมีการเซทอินเตอร์รัพท์โหมดมาอยู่ที่โหมด 0

ระหว่างการรีเซทสายแอดเดรสบัสและบัสข้อมูล จะได้รับการกระทำให้มีค่าอิมพีแดนซ์สูง เพื่อแยกออกจากซีพียู ส่วนสายสัญญาณควบคุมจะได้รับการทำให้เป็นสัญญาณที่ไม่แอคตีฟ การรีเฟรชจะไม่เกิดขึ้น

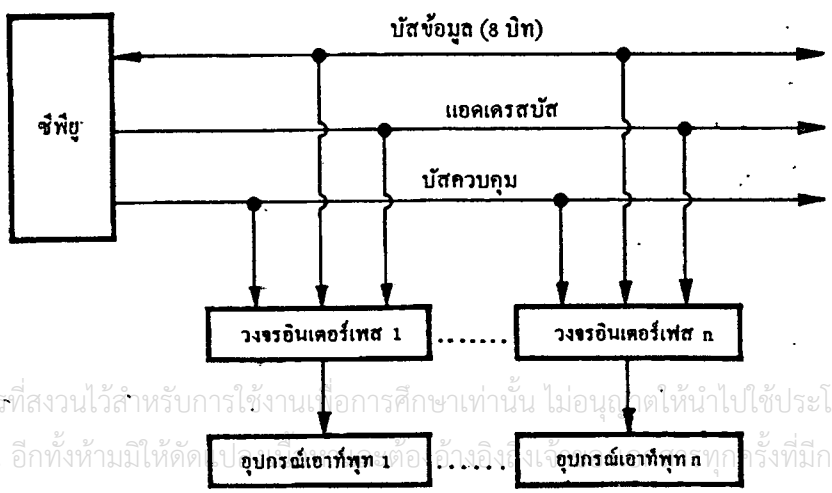
BUSRQ (BUS REQUEST) เป็นขาอินพุทที่แอคตีฟด้วยลอจิก "0" BUSRQ เป็นสัญญาณที่ส่งบอกกับซีพียู เพื่อต้องการให้ซีพียูควบคุมบัส กล่าวคือต้องการให้ซีพียู ทำให้บัสแอดเดรสและบัสข้อมูลอยู่ในสถานะอิมพีแดนซ์สูง คือต้องการแยกซีพียูออกจากบัสนั่นเอง

BUSAK (BUS ACKNOWLEDGE) เป็นขาเอาท์พุท แอคตีฟขณะลอจิก "0" BUSAK เป็นสัญญาณตอบจากซีพียูว่าซีพียูได้แยกตัวเอาออกจากแอดเดรสบัสและบัสข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

ϕ (CLOCK) สัญญาณนาฬิกาที่จะป้อนเข้าระบบ

ขบวนการเอาท์พุทและอุปกรณ์เอาท์พุท

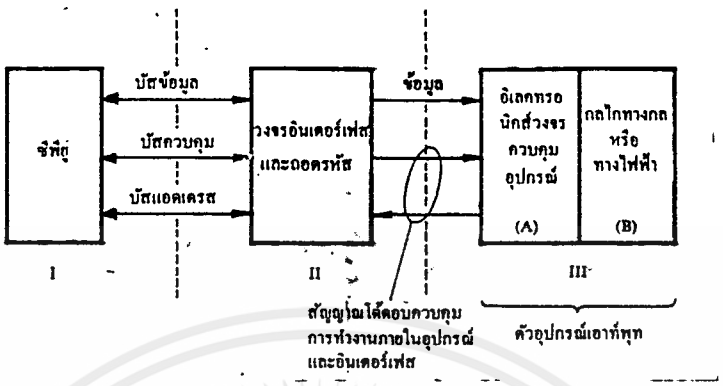
ขบวนการเอาท์พุท คือขบวนการส่งข้อมูลจากภายในตัวไมโครโปรเซสเซอร์ออกมาทางบัสข้อมูลไปยังอุปกรณ์ I/O ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลนั้น ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ซีพียูต้องส่งสัญญาณเลือกอุปกรณ์เอาท์พุทตัวใดตัวหนึ่งพร้อมๆกันกับข้อมูลออกมาทางบัสข้อมูล พร้อมกับสัญญาณควบคุมที่จำเป็นอีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9 แสดงซีพียูติดต่อกับอุปกรณ์เอาท์พุทตัวใดตัวหนึ่งใน N อุปกรณ์

ในการติดต่อแต่ละครั้ง จะมีอุปกรณ์และวงจรต่างๆเกี่ยวข้องกัน ดังต่อไปนี้

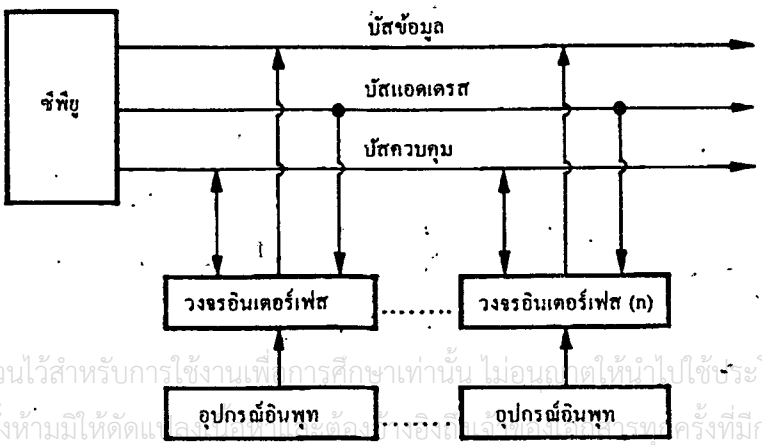


รูปที่ 10 เป็นวงจรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการเอาท์พุท

ส่วนที่ I คือตัวซีพียูเอง ส่วนที่ II คือวงจรอินเตอร์เฟสและถอดรหัส ส่วนที่ III คืออุปกรณ์เอาท์พุท ส่วนที่ III ซึ่งเป็นอุปกรณ์เอาท์พุท ทั้งหมดสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ A คือวงจรอิเลคทรอนิคส์สำหรับควบคุมการทำงานภายในอุปกรณ์ ทำหน้าที่รับข้อมูลส่งและส่งสัญญาณโต้ตอบกับวงจรอินเตอร์เฟส B คือกลไกทางกล (MACHANICS) หรือทางไฟฟ้า (ELECTRICAL) สำหรับแสดงผลในรูปแบบต่างๆ เช่นกรณีในเครื่องพิมพ์แสดงผลกลไกทางเชิงกลก็คือ ฟันเฟือง มอเตอร์ แป้นเคาะ หัวพิมพ์ เป็นต้น สำหรับในเครื่องทีวีแสดงผล กลไกทางไฟฟ้าคือ จอภาพและอุปกรณ์กำเนิดลำแสงอิเลคตรอนสำหรับให้เกิดภาพเช่น คอลย์ต่างๆ

ขบวนการอินพุทและอุปกรณ์อินพุท

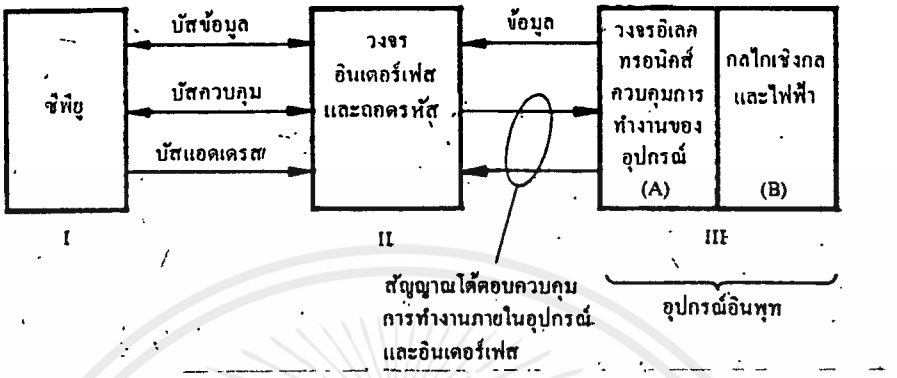
ขบวนการอินพุทคือ ขบวนการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ส่งผ่านทางบัสข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 11 แสดงซีพียูรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุทตัวใดตัวหนึ่งใน N ตัว

เช่นเดียวกันกับการเอาท์พุทในการติดต่อแต่ละครั้ง จะมีอุปกรณ์และวงจรต่างๆที่เกี่ยวข้องดังรูปที่ 12



รูปที่ 12

(A) คือวงจรอิเลคทรอนิคส์ สำหรับควบคุมการทำงานภายในอุปกรณ์อินพุท ทำหน้าที่ส่งข้อมูลและสัญญาณโต้ตอบกับวงจรอินเตอร์เฟส ตัวอย่างในเครื่องพิมพ์ดีดส่งข้อมูล วงจรพวกนี้คือวงจรกำหนดเวลา (TIMING CIRCUIT) ควบคุมการทำงานของฟันเฟืองและกระเดื่องต่างๆ ตัวอย่างในคีย์บอร์ดแบบอิเลคทรอนิคส์คือ วงจรเข้ารหัสจากการกดแป้นต่างๆแปลงเป็นรหัสที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ

(B) คือกลไกเชิงกลหรือทางไฟฟ้า สำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน กลไกได้แก่ ฟันเฟือง มอเตอร์ แป้นเคาะพิมพ์ เป็นต้น

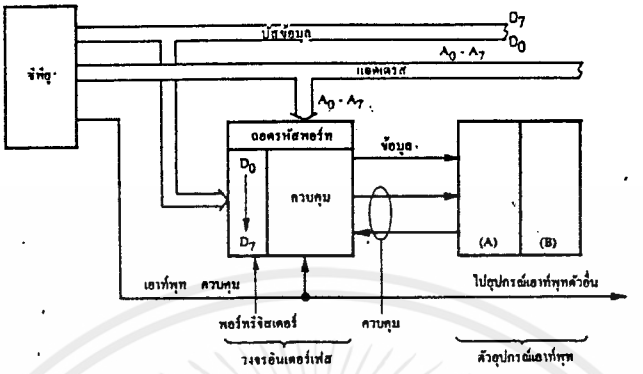
พอร์ทอินพุท-เอาท์พุท (I/O PORT)

โดยความนิยมทั่วๆไป ทิศทางของข้อมูลมักจะเรียกตามการเทียบจากตัวไมคครโปรเซสเซอร์เป็นหลัก เช่น การอินพุทคือการรับข้อมูลเข้ามายังไมโครโปรเซสเซอร์และการเอาท์พุทก็คือ การส่งข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์นั่นเอง ดังนั้น

อินพุทพอร์ท (INPUT PORTS) ก็คือ แหล่งที่มีข้อมูลให้แก่ไมโครโปรเซสเซอร์ เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำคำสั่งอินพุท ตัวอย่างแหล่งที่เก็บข้อมูลนี้คือ รีจิสเตอร์ซึ่งเป็นวงจรอิเลคทรอนิคส์เชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ในลักษณะที่ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ้างอิงตำแหน่งได้ ในทำนองเดียวกันเอาท์พุทพอร์ท (OUTPUT PORTS) ก็คือแหล่งที่รับข้อมูลจากไมโครโปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

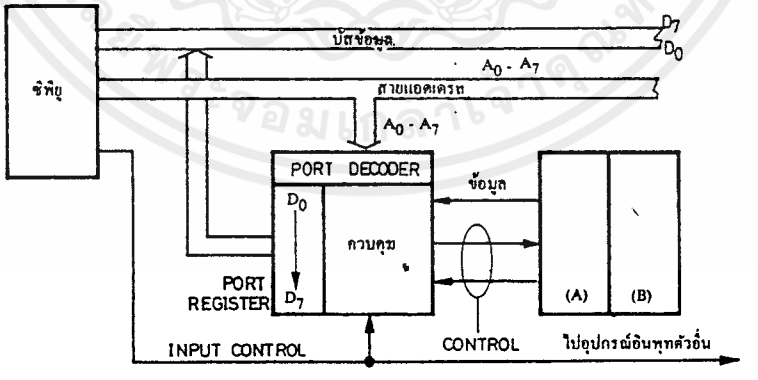
เซสเซอร์ เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำคำสั่งเอาท์พุท และไมโครโปรเซสเซอร์อ้างอิงตำแหน่งที่อยู่ได้เช่นกัน จากรูปที่ 12 จะเขียนใหม่ให้เห็นลักษณะของพอร์ท ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 แสดงการต่อเอาท์พุทพอร์ท

ตามรูปที่ 13 สายแอดเดรส A_0-A_7 จะต่อเข้าวงจรถอดรหัสของวงจรอินเตอร์เฟส สัญญาณควบคุม (CONTROL) จะต่อเลยไปยังอุปกรณ์เอาท์พุทตัวอื่นด้วย แต่จะมีผลต่อวงจรอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์เอาท์พุทนี้ต่อเมื่อซีพียูส่งสัญญาณแอดเดรสมาตรงกับหมายเลขพอร์ทนี้เท่านั้น และข้อมูลจากบัสข้อมูลจะต่อเข้ารีจิสเตอร์ประจำพอร์ทนี้

ในทำนองเดียวกันอินพุทพอร์ทจะเป็นดังรูปที่ 14



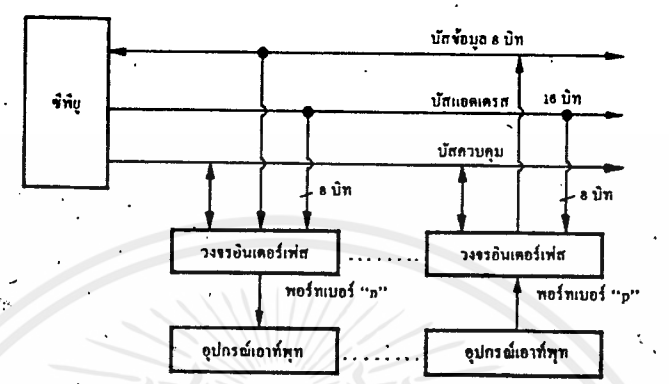
รูปที่ 14

การแอดเดรสพอร์ท I/O

ตำแหน่งของอินพุทพอร์ทหรือเอาท์พุทพอร์ท ที่ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้อ้างอิงจุดหมายปลายทางหรือต้นทางของข้อมูลคือ PORT ADDRESS

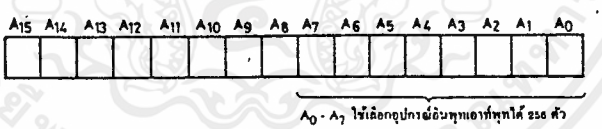
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูปที่ 9 และ 11 จะเห็นว่ามีอุปกรณ์เอาท์พุทและอินพุทหลายๆตัวต่ออยู่กับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งอ้างอิงถึง I/O พอร์ทใดๆทางบัสแอดเดรสและต่อกับวงจรอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์อินพุทแต่ละตัวนั้น รูปที่ 9 และ 11 จะเขียนรวมกันเป็นดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 แสดงเบอร์พอร์ทของอุปกรณ์ต่างๆ

โดยทั่วไปซีพียู 1 ตัว จะมีความสามารถต่ออุปกรณ์ได้จำนวนจำกัด เพราะเส้นแอดเดรส ซึ่งทั้งหมดมี 16 บิทจะถูกใช้ในการเลือกอุปกรณ์ I/O ต่างๆไม่ได้ใช้ทั้ง 16 บิท ส่วนมากจะใช้เพียง 8 บิทเท่านั้นตามรูปที่ 16



รูปที่ 16 เป็นจำนวนสายแอดเดรส 16 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การสร้างและทำงาน

สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ส่วนคือด้านวงจรอิเลกทรอนิคส์ที่ควบคุมการทำงานของเครื่องเล่นเทปและด้านโปรแกรมของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ โดยรายละเอียดมีดังนี้

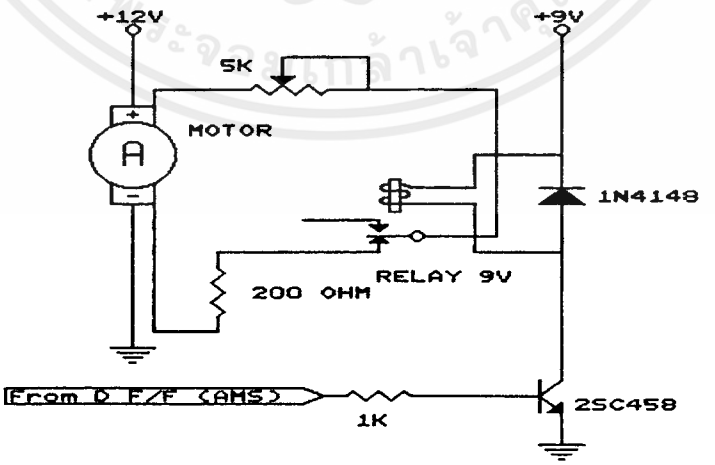
<u>ด้านวงจรควบคุมเครื่องเล่นเทป</u>

(CIRCUIT CONTROL TAPE PLAYER)

ตัวเทป (CHASSIS TAPE) ที่เรานำมาใช้ในการสร้างเครื่องเล่นเทปนี้ จะเป็นแบบที่ใช้ 2 มอเตอร์คือ มอเตอร์ตัวแรกจะเป็นเซอร์โวมอเตอร์ (SERVO MOTOR) ที่สามารถปรับรอบการหมุนของมอเตอร์ได้ด้วยการปรับแรงดันให้แก่มอเตอร์ เพื่อให้ได้ความเร็วเทปที่ได้มาตรฐานเท่ากันความเร็วเทปที่ได้บันทึก (38 ซ.ม.ต่อนาที) มาจากบริษัทที่ผลิตตลับเทปออกมาขายกันและมอเตอร์อีกตัว จะเป็นมอเตอร์กระแสตรง (D.C. MOTOR) ซึ่งใช้ในการรับเทปและปล่อยเทปจากตัวตลับเทป ทั้งยังสามารถที่จะเดินหน้าเร็ว (FAST FORWARD) และถอยหลังเร็ว (FAST REWIND) ทำให้สามารถหาตำแหน่งเริ่มต้นเทปและตำแหน่งสุดท้ายของเทปได้อย่างรวดเร็ว

วงจรควบคุมความเร็วรอบเซอร์โวมอเตอร์

(CONTROL SERVO MOTOR)



ดังวงจรข้างต้น แหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้กับเซอร์โวมอเตอร์จะถูกควบคุมให้มีแรงดันสม่ำเสมอ เพื่อลดภาระการควบคุมของมอเตอร์และ

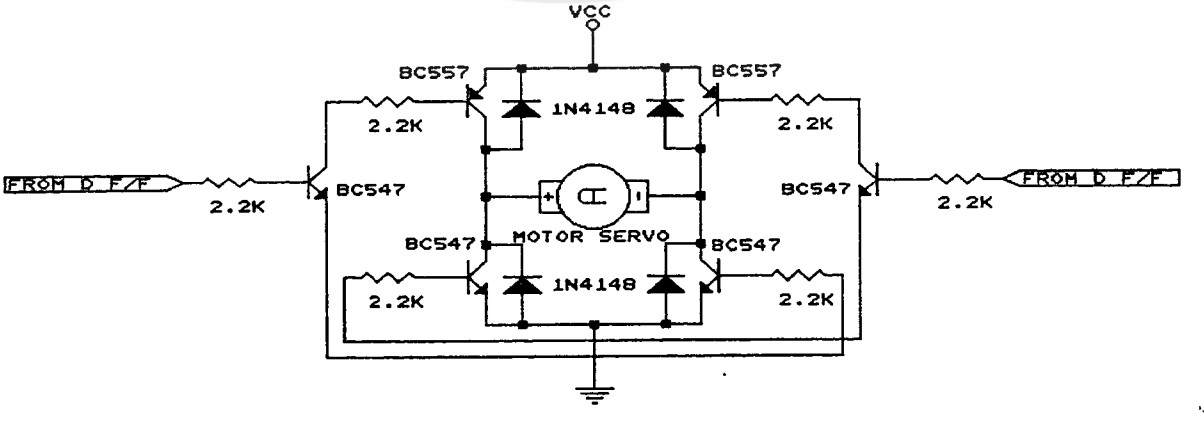
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถที่จะควบคุมได้อย่างสะดวกขึ้น ส่วนวงจรที่ควบคุมความเร็วรอบเซอร์โวมอเตอร์นั้นจะต้องมีความเร็วรอบ 2 ค่าด้วยกันคือ ค่าแรกจะเป็นความเร็วเทป (38 ซ.ม.ต่อนาที) ปกติเพื่อใช้ในการเล่นเทปให้ได้เสียงออกจากลำโพงได้ ส่วนอีกค่าจะเป็นความเร็วสูงสุดที่เซอร์โวมอเตอร์ จะหมุนได้เพื่อที่จะให้สามารถค้นหาเพลงได้เร็วที่สูงสุด ดังที่เห็นในวงจรเราจะใช้ RELEY ขนาด 9 V.(VOLT) เป็นตัวเลือกว่าจะเอาค่าความเร็วรอบใดในขนาดที่ทำงานในคำสั่งนี้อยู่ โดยมีทรานซิสเตอร์ (TRANSISTOR) 2SC458(NPN) เป็นตัวทำงานให้ RELEY ที่ขา BASE ทรานซิสเตอร์ต่อเข้ากับขาของคำสั่ง AMS เพราะฉะนั้นเมื่อเป็นคำสั่ง PLAY RELEY จะยังคงไม่ทำงานซึ่งจะทำให้ CONTACT อยู่ในสภาพปกติ (NC) ค่าความต้านทาน RESISTANCE จะต่อกันทำให้ความเร็วรอบเท่ากับค่าที่ปรับค่าเอาไว้ด้วยความต้านทานปรับค่า (VARIABLE RESISTANCE) ขนาด 5K (KILO OHM) และความเร็วรอบจะสูงสุดเมื่อเป็นคำสั่ง AMS เพราะ RELEY จะทำงาน ทำให้ความต้านทานที่ CONTACT อยู่ในสภาพทำงาน (NO) ค่าความต้านทานจะเป็นอนันท์ (∝) จึงทำให้แรงดันมอเตอร์สูงสุด ดังวงจรข้างต้น

เซอร์โวมอเตอร์ ยังคงมีหน้าที่อีกหน้าที่หนึ่งคือ เป็นตัวหมุนเฟือง เพราะนำเอาหัวเทปและลูกยางล้อกด ลงมาเข้าหาเนื้อเทปเพื่อที่จะทำการเล่นเทป โดยมีโซลินอยด์เป็นตัวทำงานร่วมอีกตัวหนึ่งด้วย จะกล่าวละเอียดในหัวข้อต่อไป

วงจรขับมอเตอร์ม้วนเทป

(DRIVE MOTOR)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

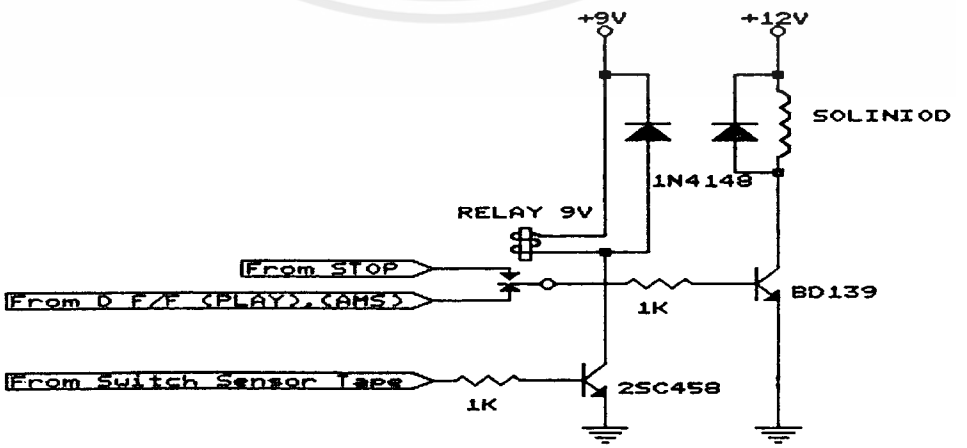
ดังวงจรข้างต้น แหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้ดันมอเตอร์เป็นแรงดันขนาด 12 V.D.C. เพราะมอเตอร์ที่ใช้มีขนาด 12 V.(VOLT) จึงต้องมีการควบคุมแรงดันให้สม่ำเสมอไว้ที่ 12 V. เพื่อที่ไม่ทำให้มอเตอร์เสียหายจากแรงดันเกินพิกัดที่กำหนด

มอเตอร์ตัวนี้เป็นมอเตอร์กระแสตรง ทำให้สามารถหมุนไปกลับได้ด้วยการกลับขั้วแหล่งจ่ายไฟที่ให้กับมอเตอร์ได้ ดังมีวงจรข้างต้น โดยมีทรานซิสเตอร์ 6 ตัวเป็นตัวทำงาน มีทรานซิสเตอร์ 2 ตัวเป็นตัวรับคำสั่ง ทรานซิสเตอร์ทางซ้าย BC547(NPN) เมื่อได้รับคำสั่ง PLAY,AMS และ FF จะทำให้มอเตอร์หมุนไป ทรานซิสเตอร์ตัวนี้ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ตัวบน BC557(PNP) ทำงานไฟบวกจะถูกป้อนให้กับมอเตอร์และทรานซิสเตอร์ตัวล่างด้านขวา BC547(NPN) ทำงาน ทำให้ต่อลง GROUND มอเตอร์จะทำงานหมุนไปในทางตรงกันข้าม ทรานซิสเตอร์ทางขวา BC547(NPN) เมื่อได้รับคำสั่ง REW จะทำให้มอเตอร์หมุนกลับทาง จะทำให้ทรานซิสเตอร์ตัวบน BC557(PNP) ทำงานไฟบวกป้อนให้กลับมอเตอร์และทรานซิสเตอร์ตัวล่างตรงกันข้าม BC547(NPN) ทำงานทำให้ต่อลง GROUND มอเตอร์ก็จะหมุนกลับทาง ด้วยวงจรข้างต้นนี้เองก็ทำให้สามารถควบคุมการหมุนไปกลับของมอเตอร์ได้ตามต้องการ

ที่มอเตอร์ตัวนี้ จะมี IC HALL ที่เป็น SENSOR ให้กับวงจร AUTO STOP ซึ่งจะกล่าวละเอียดในหัวข้อต่อไป

วงจรขับโซลินอยด์

(DRIVE SOLINIOD)



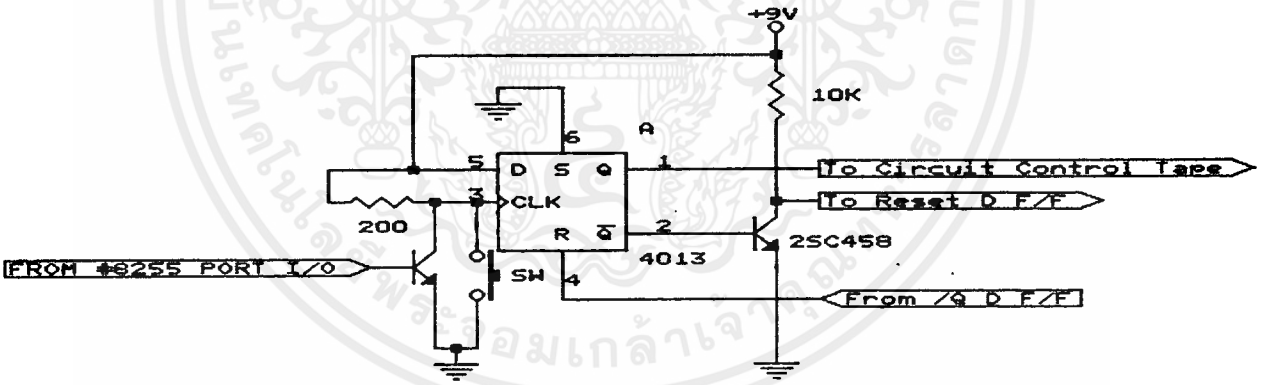
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังวงจรข้างต้น โซลินอยด์จะทำหน้าที่เป็นตัวผลักกระเดื่องที่ขวางเฟืองกดหัวเทป เพื่อให้เฟืองหมุนแล้วนำเอาหัวเทปกดลงมาที่เนื้อเทป รวมทั้งลูกยางล้อกดด้วย โดยเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นตัวขับให้เฟืองหมุนและจะทำงานอีกครั้งเพื่อเก็บหัวเทปเข้าที่เดิมเมื่อโซลินอยด์ทำงานอีกครั้ง

โซลินอยด์ จะทำงานครั้งแรกเมื่อมีคำสั่ง PLAY และ AMS จากนั้นเมื่อหัวเทปถูกกดลงมาแล้ว จะทำให้แกนโลหะไปสัมผัสกับสวิสท์ SEN SOR ทำให้ต่อกับไฟบวกไปที่ต่อนี้จะถูกป้อนให้กับขา BASE ของทรานซิสเตอร์ 2SC458 (NPN) ทำให้ RELEY 9 V. ทำงานเปลี่ยน CONTACT เป็น (NO) เพื่อที่จะให้โซลินอยด์ทำงานครั้งที่สองด้วยคำสั่ง STOP เพียงอย่างเดียว การทำงานแบบนี้ทำให้โซลินอยด์ทำงานเป็นระบบอย่างถูกต้อง โซลินอยด์ จะทำงานได้ด้วยทรานซิสเตอร์ BD 139 (NPN) เป็นตัวขับโซลินอยด์ ดังวงจรข้างต้น

วงจรคีย์บอร์ด

(KEY BOARD)



ดังวงจรข้างต้น วงจรคีย์บอร์ดจะเป็นวงจรเพื่อเลือกการทำงานของตัวเทป โดยมีคุณสมบัติคือคงสภาวะไว้จนกว่าจะมีการ STOP ป้องกันการกดคีย์ซ้ำหลายๆ ครั้งและป้องกันการกดคีย์อื่น จนกว่าจะมีการ STOP ก่อนจึงจะเลือกคีย์อื่นได้

การทำงานของตัวเทปที่ใช้วงจรคีย์บอร์ดได้แก่ PLAY,AMS(AUTOMATIC MUSIC SYSTEM),FF(FAST FORWARD) และ REW(FAST REWIND) ส่วนคีย์ STOP จะใช้เป็นเพียงการป้อนไฟบวกให้กับขา RESET ทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมดให้วงจรคีย์บอร์ดเท่านั้น ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวต่อไป

TRUTH TABLE

CL▲	D	R	S	Q	$\bar{Q}$	
⌐	0	0	0	0	1	
⌐	1	0	0	1	0	
⌐	x	0	0	Q	$\bar{Q}$	NO CHANGE
x	x	1	0	0	1	
x	x	0	1	1	0	
x	x	1	1	1	1	

▲ = Level Change
x = Don't Care

วงจรคีย์บอร์ดจะใช้ D FLIP FLOP เป็นตัวทำงานโดยจะเลือกจุดทำงานที่ทำให้ OUTPUT Q คงสภาวะเป็น '1' ตลอดจนกว่าจะมีการ RESET เพื่อให้วงจรที่คีย์นั้นสั่งอยู่ทำงานไปได้ตลอด จากตารางความจริงจะได้ขา D เป็น '1' ขา CLOCK ก็เป็น '1' ขา SET เป็น '0' และเมื่อต้องการ RESET ก็จะให้เป็น '1' เมื่อยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะได้ขา Q เป็น '0'และ Q เป็น '1'

ที่ขา $\bar{Q}$ จะถูกต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์ 2SC458 (NPN) เพื่อที่จะไป RESET D F/F ตัวอื่นไม่ให้สามารถทำงานได้เมื่อตัว D F/F นี้ทำงานอยู่ โดยเมื่อยังไม่มีการกดคีย์เพื่อให้ทำงาน ขา Q จะเป็น '1' ทรานซิสเตอร์ จะทำงานขาที่จะไป RESET ก็จะเป็น '0' เพราะฉะนั้นคีย์ทุกๆคีย์ก็สามารถที่จะกดให้ทำงานได้ ก็ต่อเมื่อมีการกดคีย์แล้วก็จะทำให้ขา Q เป็น '0' ทรานซิสเตอร์จะหยุดทำงาน ทำให้ขาที่จะไป RESET เป็น '1' คีย์ตัวอื่นก็จะทำงานไม่ได้จนกว่าจะ STOP เพื่อไป RESET คีย์ที่สั่งงานไปให้กลับสู่สภาพเดิม

D F/F จะทำงานที่คมลบ (⌐‾_) ด้วยการกดสวิสท์หรือทรานซิสเตอร์ 2SC458 (NPN) ให้ลง GROUND โดยขา BASE จะต่อเข้ากับ PORT I/O # 8255 ซึ่งจะทำงานได้ด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดต่อไป

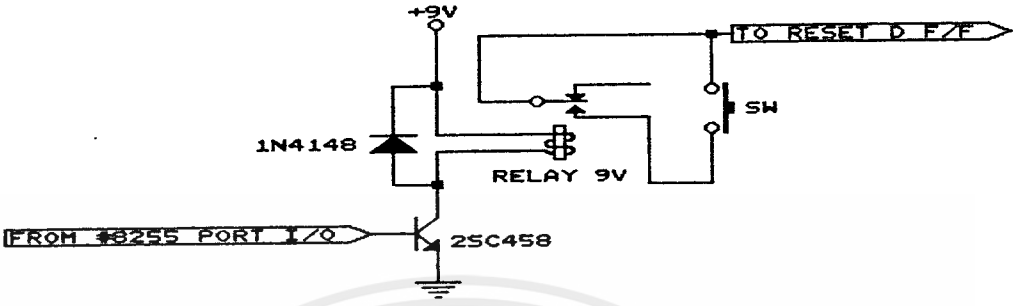
ส่วนขา Q จะถูกส่งไปสั่งการทำงานของวงจรควบคุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่วงจรต้องการ

วงจรคีย์ STOP

(RESET D F/F)

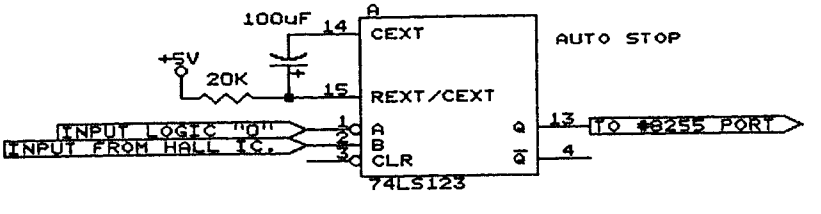


ดังวงจรข้างต้น วงจรคีย์ STOP นี้จะทำหน้าที่เพื่อ RESET ให้ D F/F หยุดทำงานทั้งหมด จะได้สั่งการทำงานแบบใหม่ได้ โดยการให้สวิสท์เป็นตัวป้อนไฟบวกให้เพื่อไป RESET และใช้ RELEY 9 V. เป็นตัวทำงานเช่นเดียวกับสวิสท์ จะทำงานโดยการต่อขา BASE ทรานซิสเตอร์ 2SC458 (NPN) เข้ากับ PORT I/O # 8255 แล้วทรานซิสเตอร์ตัวนี้จะเป็นตัวขับ RELEY RELEY ก็จะเป็นตัวทำให้ CONTACT (NO) ทำงานป้อนไฟบวกให้กับขา RESET

ขา RESET นี้ยังต่อเข้ากับ CONTACT (NO) ของ RELEY โซลินอยด์อีกด้วยเพื่อจะให้โซลินอยด์ทำงานครั้งที่สองเพื่อหยุดการทำงานและยกเก็บหัวเทปเข้าที่เดิม

วงจรหยุดอัตโนมัติ

(AUTO STOP และ IC HALL)



ดังวงจรข้างต้น วงจรหยุดอัตโนมัติจะทำหน้าที่เป็นตัว SENSOR การหมุนหรือหยุดหมุนของล้อม้วนรับและปล่อยเทป โดยอาศัยการทำงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

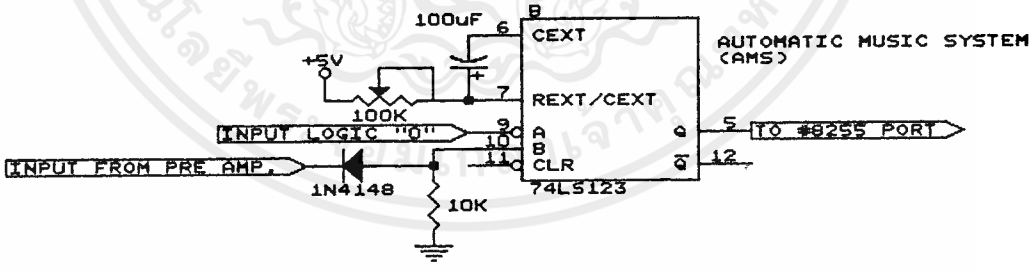
IC HALL

IC HALL # 6851 เป็น IC ที่มีผลต่อสนามแม่เหล็กที่เข้ามาใกล้ตัว ทำให้สัญญาณที่ขา OUTPUT เปลี่ยนแปลงไปได้ โดยการต่อดังวงจรข้างต้น เมื่อมีสนามแม่เหล็กเข้ามาตัดกับตัว IC แล้วจะทำให้แรงดันที่ขา OUTPUT ลดลง และเมื่อสนามแม่เหล็กถูกลดลง แรงดันที่ขา OUTPUT ก็จะเพิ่มขึ้นดังเดิม ซึ่งจะเป็นอย่างนี้สลับกันไป จนกว่าจะไม่มีการหมุนของล้อม้วนเทป เพราะแม่เหล็กนั้นจะถูกต่อไว้กับล้อม้วนเทปและมี IC HALL ติดไว้ข้างๆกันนั่นเอง แรงดันที่ขา OUTPUT นี่เองที่จะถูกนำมาใช้ในการ SENSOR

วงจรหยุดอัตโนมัติจะใช้ IC 74LS123 RETRIGGERABLE MONOSTABLE เป็นตัวรับสัญญาณขา OUTPUT ของ IC HALL มาใช้ โดย IC ตัวนี้จะให้ขา Q เป็น '1' ก็ต่อเมื่อไม่มีสัญญาณการเปลี่ยนแปลงที่ขา INPUT ไม่ว่าจะเป็นคมลบ (—┐└—) หรือคมบวก (—┘┌—) และมีค่า RC เป็นตัวหน่วงเวลา ในการเปลี่ยนสภาวะจาก '0' เป็น '1' ของขา Q ขา OUTPUT ที่ได้นี้ จะถูกส่งไปให้ PORT I/O #8255 เพื่อใช้ในโปรแกรมการทำงาน

วงจรเลือกเพลง AMS

(AUTOMATIC MUSIC SYSTEM)



ดังวงจรข้างต้น วงจรเลือกเพลงจะทำหน้าที่เป็นตัวบอกจุดที่เพลงจบลง โดยอาศัยช่องว่างที่ไม่มีสัญญาณระหว่างเพลงต่อเพลง ซึ่งมีระยะประมาณ 4 วินาที ซึ่งเป็นมาตรฐานในการผลิตของทุกๆบริษัท จะทำให้สามารถทราบถึงลำดับเพลงและทำให้เลือกเพลงที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

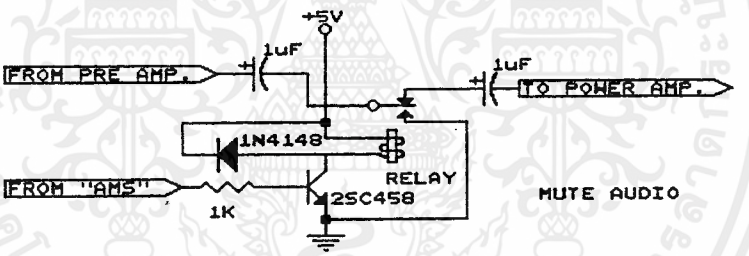
วงจรเลือกเพลงนั้นจะใช้ IC 74LS123 RETRIGGERABLE MONOSTABLE เช่นเดียวกันกับวงจรหยุดอัตโนมัติ เพียงแต่ค่า RC นั้นแตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกันโดยให้ค่าของ R เป็นแบบปรับค่าเพื่อให้สามารถปรับค่าให้ได้ดีตามต้องการ ส่วนขา INPUT ก็จะต้องใช้ DIDEO IN4148 เป็น DETECTOR เพื่อให้ได้เพียงสัญญาณเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เพราะสัญญาณที่ได้จาก PRE TAPE นั้น จะมี D.C. ปนออกมาด้วย จึงต้องมีการ DETECTOR สัญญาณออกด้วย ส่วนความต้านทาน 10 K ที่ต่อนั้นจะเป็นตัวจำกัดระดับของแรงดันที่จะ DETECTOR ให้สัญญาณออกมา ถ้าใส่ค่ามากเกินไปก็จะไม่สามารถ DETECTOR สัญญาณออกมาได้ แต่ถ้าใส่ค่าน้อยเกินไป จะทำให้ได้สัญญาณที่เป็นไป D.C. ออกมาด้วย ส่วนขา OUTPUT เมื่ออยู่ในช่วงไม่มีสัญญาณ INPUT (4 วินาที) แล้วจะได้เป็น '1' สัญญาณนี้จะถูกต่อเข้ากับ PORT I/O # 8255 เพื่อใช้ในโปรแกรมการทำงาน ซึ่งถ้าต้องการเลื่อนไปเพลงใดก็ใช้การนับเอาจำนวนครั้งของ OUTPUT Q ดู

วงจรดูดเสียง

(MUTE AUDIO)



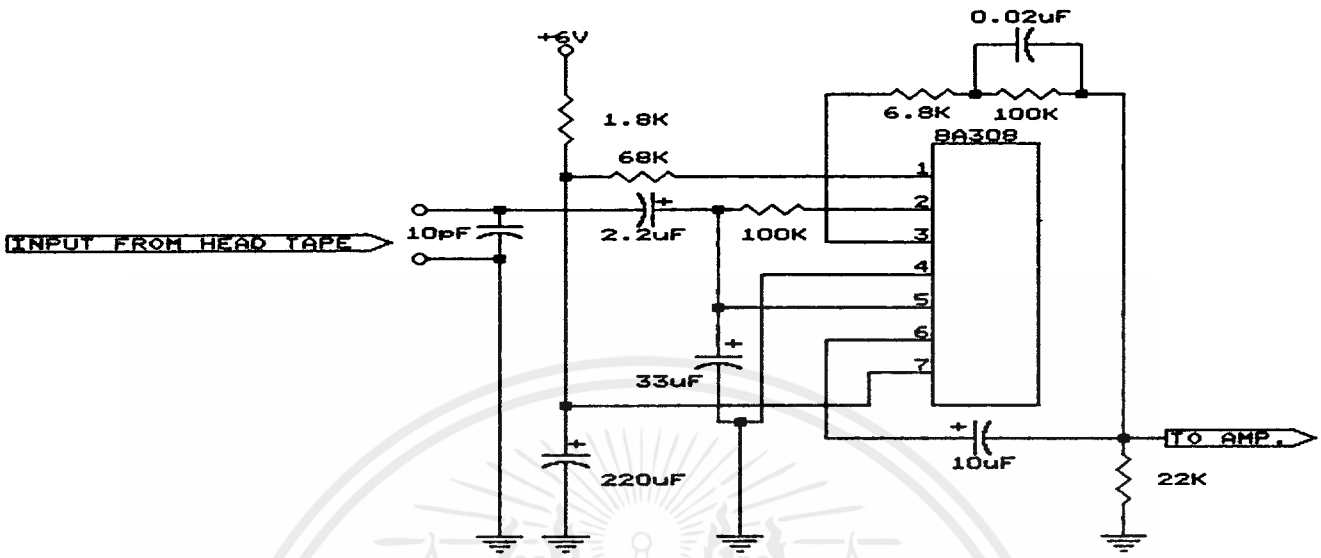
ดังวงจรข้างต้น เป็นวงจรที่ใช้ในการไม่ให้เสียงนั้นออกทางลำโพง เพราะวงจรนี้จะทำงานเมื่อมีคำสั่ง AMS เท่านั้น เพื่อที่จะได้ไม่มีเสียงที่เกิดจากการเดินของเนื้อเทปที่เร็วกว่าปกติออกไปทางลำโพง

ทำงานโดยใช้ RELEY 5V. เป็นตัวตัดต่อสัญญาณเมื่อเป็นคำสั่ง PLAY แล้ว สัญญาณจะถูกต่อให้ออกทาง CONTACT (NC) เข้าต่อกับ INPUT ของเครื่องขยายเสียง (POWER AMP) ได้เลย ก็ต่อเมื่อมีคำสั่ง AMS แล้ว RELEY จะทำงาน CONTACT (NO) จะต่อลง GROUND ทำให้ไม่มีสัญญาณออกไปสู่เครื่อขยายเสียง แต่การต่อลง GROUND ก็จะไม่มีผลต่อวงจร PRE AMP หรือวงจร AMS แต่อย่างใดเพราะมี C คัปปิ้งป้องกันการลง GROUND อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขยายเสียงของหัวเทป

(PRE AMP)



วงจรข้างต้น เป็นวงจรขยายสัญญาณสำหรับขยายสัญญาณของหัวเทป ซึ่งมีขนาดของสัญญาณที่เล็กมากโดยเฉพาะ โดยใช้ OP-AMP แบบ P SIP 7 PIN เป็นตัวขยายสัญญาณและมีอุปกรณ์ช่วยปรับแต่งต่างๆดังในวงจรข้างต้น

OP-AMP ตัวนี้ เป็น OP-AMP ที่ใช้สำหรับขยายสัญญาณของหัวเทป(PRE AMP) โดยเฉพาะซึ่งวงจรปรับแต่งต่างๆก็ถูกกำหนดให้ OP-AMP มีอัตราการขยายสัญญาณ (GAIN) ที่สูงมาก ถึงกระนั้นก็ยังคงต้องมีการขยายสัญญาณให้สูงขึ้นอีก เพื่อที่จะได้สัญญาณเสียงออกที่ลำโพง โดยจะใช้วงจรขยายสัญญาณเสียง (POWER AMP) เป็นตัวขยายเสียงอีกที

สัญญาณที่ได้จาก PRE AMP ชุดนี้จะถูกไปใช้กับวงจรเลือกเพลง AMS และวงจรขยายเสียง POWER AMP

<u>ด้านระบบไมโครโปรเซสเซอร์</u>

(MICROPROCESSOR SYSTEM)

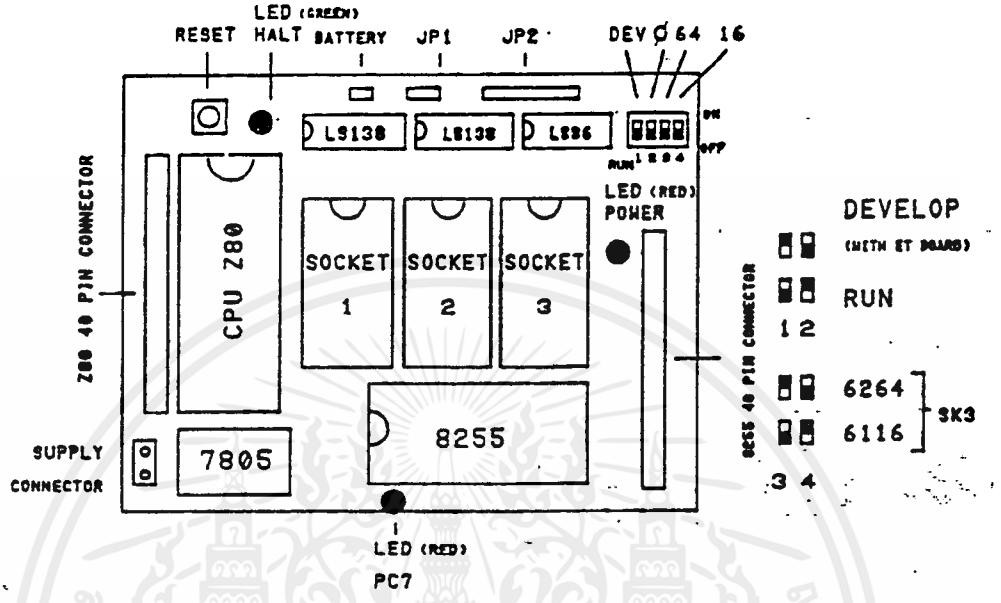
สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ด้านฮาร์ดแวร์ (HARD WARE) และด้านซอร์ฟแวร์ (SOFTWARE) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านฮาร์ดแวร์ (HARDWARE)

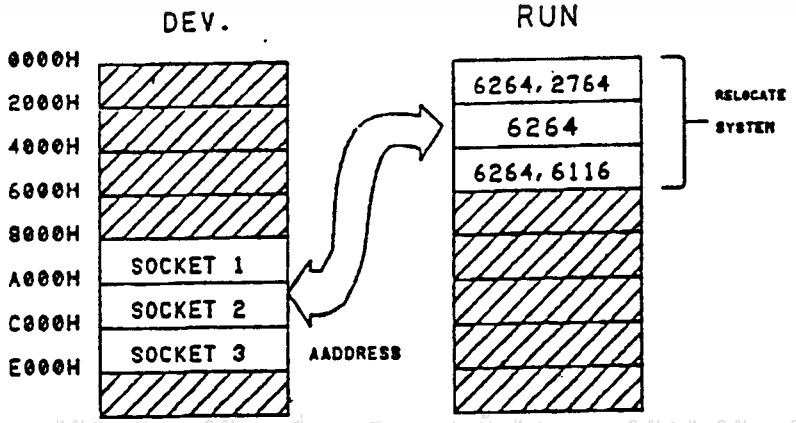
จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆที่จะทำให้สามารถทำงานได้สมบูรณ์ ดังนี้

1. Z-80 CP-A (CONTROL PACK ADVANCE)



เป็นบอร์ดไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดเล็ก ที่ประกอบด้วยระบบพื้นฐานในการทำงาน เช่น CPU หน่วยความจำ รวมทั้งการจัด DECODE ไว้อย่างเรียบร้อย และยังมี I/O PORT สำหรับการต่อกับอุปกรณ์ INPUT OUTPUT ภายนอกให้อีก

Z80 CP-A มีโครงสร้างทาง HARDWARE อย่างเดียว ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาโปรแกรม เพื่อให้มันทำงานตามที่ต้องการ โปรแกรมนี่เองที่จะเป็นตัวกำหนดความสามารถของ Z80 CP-A



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดหน่วยความจำของ CP-A นี้จะอ้าง ADDRESS เริ่มต้นที่ 8000H เพื่อให้ทำโปรแกรมได้สะดวกจากเครื่องอีทีบอร์ด และเมื่อจะนำโปรแกรมไปใช้งาน CP-A มีระบบ RELOCATE เพื่อให้หน่วยความจำไปเริ่มต้นที่ 0000H ได้ (ในโหมด RUN) เพื่อให้เป็น ADDRESS ที่ทำงานเมื่อเริ่มเปิดเครื่องหรือกด RESET

ระบบ PORT จะทำการ DECODE ไว้ทั้งหมด 8 ช่วงและจะสามารถเลือกเบอร์ได้ 7 ตำแหน่ง โดยการ JUMP สายบนแผ่นปริ้น ซึ่งมีเบอร์ PORT ดังนี้

ตำแหน่ง	เบอร์ PORT
1	00 - 1F (จริงๆใช้เพียง 00-03)
2	20 - 3F
3	60 - 7F
4	80 - 9F
5	A0 - BF
6	C0 - DF
7	E0 - FF

ส่วนเบอร์ PORT 40 - 5F นั้นไว้ สำหรับการขยายได้อีกทางด้าน 8255 CONNECTOR ในโหมด DEV นี้ ผู้ใช้จะเห็น ADDRESS ในตำแหน่ง 8000H A000H C000H ตามลำดับ และถ้านำ RAM 6264 มาเสียบที่ SOCKET 1 ก็จะสามารถทำโปรแกรมได้เลย โดยใช้การทำงานต่างๆทั้งหมดของอีทีบอร์ด การนำ RAM 6264 มาเสียบจะต้องเปลี่ยน JP1 ให้อยู่ในตำแหน่ง 62 ด้วย ซึ่งจะต้องตัดลายปริ้นที่ DEFAULT ไว้ที่ตำแหน่ง 27 ก่อนแล้วจิงต่อสายใหม่

การใช้งาน

1. ทำการปรับ DIP SWITCH ตัวที่ 1 ให้อยู่ในตำแหน่ง RUN และตัวที่ 2 ให้อยู่ในตำแหน่ง ON

2. ใส่ตัว CPU Z80 ลงใน SOCKET ให้เรียบร้อย

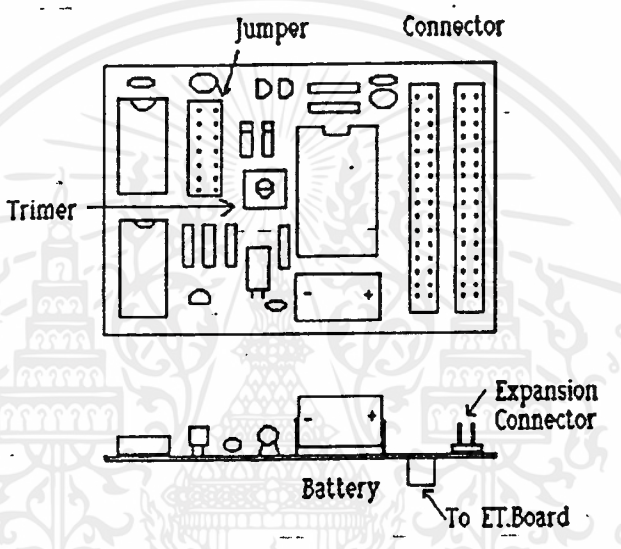
3. นำโปรแกรมที่พัฒนาเรียบร้อยแล้วอัดลงในตัว EPROM โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เครื่อง ET BURNER หรือจะใช้เครื่องอื่นๆก็ได้ โดยโปรแกรมนี้จะต้องแปลงให้ทำงานที่ ADDRESS OOOOH จากนั้นก็นำมาใส่ลงบนบอร์ดที่ SOCKET 1

4. ถ้ามีการแก้ไขที่ JP1 ในขณะที่พัฒนาก็ต้องเปลี่ยนกลับเป็นตำแหน่ง 27 เหมือนเดิม

2. RTC (REAL TIME CLOCK)

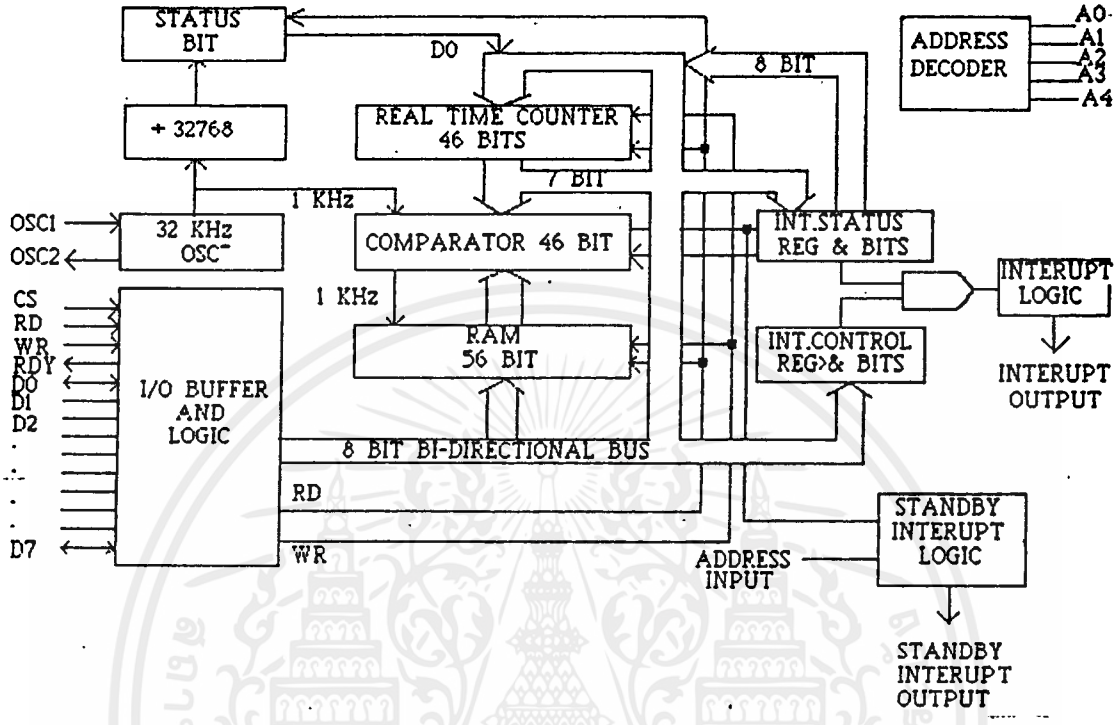


ลักษณะของ RTC CARD

RTC V.3.0 เป็น CARD ขนาด 2.7 x 2.2 นิ้ว มี CONNECTOR สำหรับเสียบลงบน ET.BOARD ทางด้าน 40 PIN CONNECTOR ของ Z-80 และบน BOARD ของ RTC ยังมี CONNECTOR อีกชุด เพื่อขยายระบบออกไปใช้งานร่วมกับระบบอื่นต่อไปได้อีก บนบอร์ดมี BATTERY ขนาด 3.6 VDC ทำการ BACK UP ข้อมูลของนาฬิกาในกรณีที่ไฟดับ และยังทำให้นาฬิกาเดินตามปกติไม่มีผลกระทบเมื่อไฟดับ

บน RTC BOARD ใช้ 74LS 138 DECODE PORT โดยอิสระ และยังมี JUMPER ให้เลือกเบอร์ของ PORT ได้ถึง 8 เบอร์คือ OOH,20H, 40H,60H,80H,AOH,COH,EOH ผู้ใช้สามารถย้าย JUMPER เพื่อเลือกเบอร์ PORT โดยอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1

รายละเอียดการทำงานของ MM58167

จาก BLOCK DIAGRAM ในรูปที่ 1 มีส่วนประกอบที่สำคัญๆที่จะกล่าวถึงก็คือ REAL TIME COUNTER และ RAM

REAL TIME COUNTER

REAL TIME COUNTER เป็นตัวนับและจัดการเกี่ยวกับเวลา ถูกแบ่งเป็น DIGIT ละ 4 บิท ซึ่งการเข้าถึง REAL TIME COUNTER จะกระทำครั้งละ 2 DIGIT (ในขณะ READ และ WRITE) ซึ่งแต่ละ DIGIT จะให้ค่า BCD ดังแสดงในตารางที่ 1 บิทที่ไม่ใช้จะถูก HOLD ด้วย LOGIC 0 ซึ่งเราไม่ต้องสนใจในขณะที่ทำการเขียนข้อมูลลงบน DATA BUS เหตุที่บางบิทไม่ใช้ก็เนื่องจากว่า ไม่จำเป็นต้องใช้ในการให้ข้อมูลแบบ BCD ของบางหลัก ตัวอย่างเช่นในหลักสิบของชั่วโมงจะไม่เกินเลข 2 ฉะนั้นเราจะใช้เพียง 2 บิทเท่านั้น ไม่ต้องใช้ในบิทที่ 6 และบิท 7 (ดูตารางที่1))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COUNTER ADDRESS		UNIT D0	D1	D2	D3	MAX BCD CODE	TENS D4	D5	D6	D7	MAX BCD CODE
1/10,000 OF SEC.	(00h)	-	-	-	-		D4	D5	D6	D7	9
HUNDREDTHS & TENS SEC	(01h)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	D6	D7	9
SECOND	(02h)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	D6	-	5
MINUTE	(03h)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	D6	-	5
HOURS	(04h)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	-	-	2
DAY OF THE WEEK	(05h)	D0	D1	D2	-	7	-	-	-	-	0
DAY OF THE MONTH	(06h)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	-	-	3
MONTH	(07h)	D0	D1	D2	D3	9	D4	-	-	-	1

ตารางที่ 1

RAM

MM58167 มี RAM ขนาด 56 บิท ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูลเมื่อไฟตก หรือใช้เก็บข้อมูลการตั้งปลุก เพื่อที่จะเปรียบเทียบ (COMPARE) กับ REAL TIME COUNTER ข้อมูลใน RAM จะสามารถเปรียบเทียบกับ REAL TIME COUNTER และมี DIGIT ที่ไม่ใช้คือ หลักหน่วยของ 1/10,000 ของ SEC., และหลักสิบของวันในสัปดาห์ (เพราะไม่ใช้ใน REAL TIME COUNTER ดูตาราง 1 ประกอบ)

RAM จะถูกกำหนดให้มีรูปแบบเหมือนกับ REAL TIME COUNTER อย่างไรก็ตามยังมีบิทที่ยังไม่ใช้อยู่ ซึ่งบิทที่ไม่ใช้ใน REAL TIME COUNTER นี้จะ COMPARE กับ 0 ใน RAM

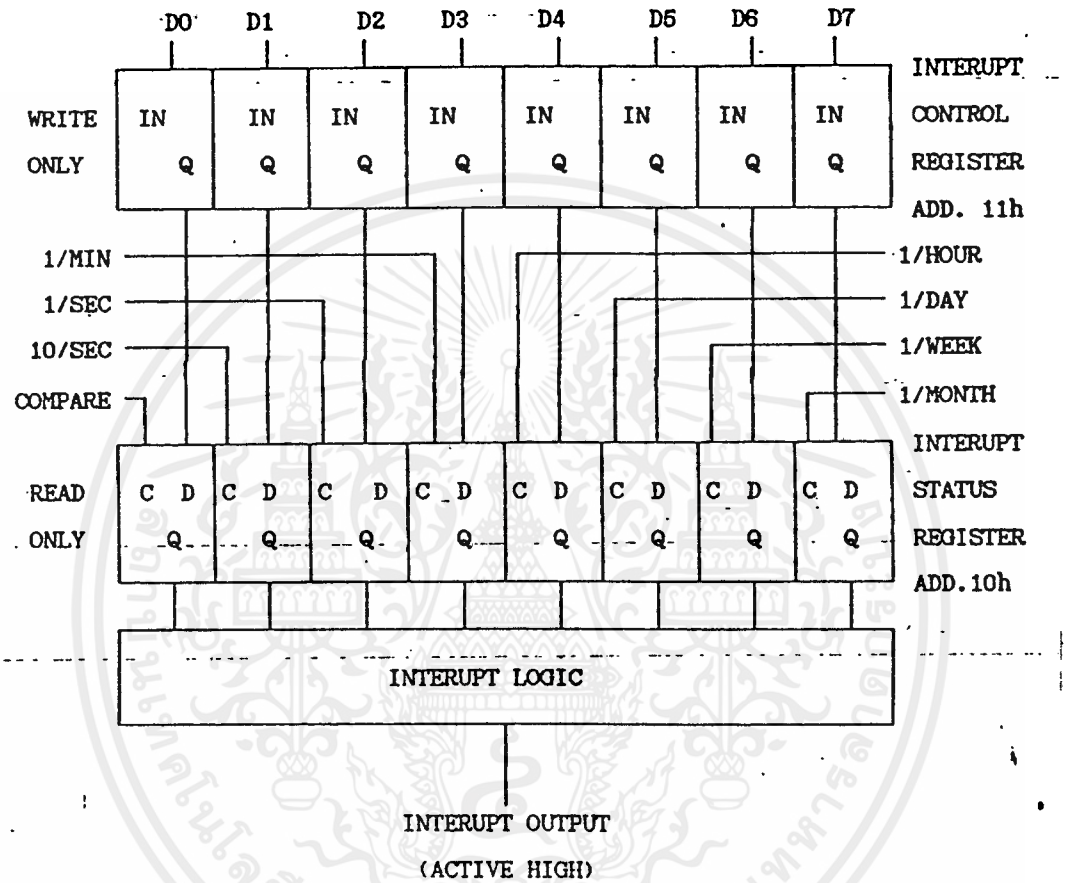
INTERUPT และ COMPARATOR

มีสัญญาณอินเตอร์รัพท์อยู่ 2 อย่าง อย่างแรกคือ INTERUPT OUTPUT (ACTIVE HI) OUTPUT นี้สามารถจะโปรแกรมให้เกิดสัญญาณทางออกได้ถึง 8 อย่างคือ 10 Hz, 1 Hz, 1 นาที/ครั้ง, 1 ชม./ครั้ง, 1 วัน/ครั้ง, 1 สัปดาห์/ครั้ง, 1 เดือน/ครั้ง และเมื่อ RAM กับ REAL TIME COUNTER เกิดการเปรียบเทียบขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการที่จะ ENABLE สัญญาณ INTERUPT คือ ให้ LOGIC 1

แก่ INTERUPT CONTROL REGISTER. ในบิทที่ตรงกับความถี่ที่เราต้องการจะให้เกิดสัญญาณ INTERUPT ดูรูปที่ 2 ประกอบเช่น ต้องการให้สัญญาณ INTERUPT ทุกๆ 1 นาทีก็ให้ D2 เป็น 1 เขียนไปที่ INTERUPT CONTROL REGISTER ดูตาราง ADDRESS ได้จากตารางที่ 2



รูปที่ 2

เราสามารถเซท INTERUPT CONTROL REGISTER ครั้งละ 1 บิทหรือมากกว่าก็ได้ ตัวอย่างเช่นต้องการให้มีสัญญาณ INTERUPT ทุกวินาทีและทุกๆชั่วโมง ก็เซทบิทที่ 3 (D3) กับบิทที่ 2 (D2) ในที่นี้คือ 0Ch โดยเขียนไปที่ ADDRESS ของ INTERUPT CONTROL REGISTER (ดูตาราง 2)

เมื่อเวลานับมาถึงค่าสูงสุดของแต่ละภาคจะทำให้เกิด CLOCK ให้กับ INTERUPT CONTROL REGISTER ซึ่งจะทำให้ INTERUPT OUTPUT เป็น HIGH (บิทใดบิทหนึ่งต้องถูก ENABLE ด้วย) การอ่าน INTERUPT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATUS REGISTER ทำให้เราทราบว่าสัญญาณ INTERUPT เป็นสัญญาณของบิทใดอีกทั้งยังเป็นการรีเซท INTERUPT STATUS REGISTER อีกด้วย การอ่าน INTERUPT STATUS REGISTER นี้ จะได้ข้อมูลบน DATA BUS ซึ่งประกอบด้วยบิทที่ทำให้เกิดการอินเตอร์รัพท์ โดยจะให้ค่าเป็น 1 ที่บิทนั้น (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) หลังจาก CYCLE ของการอ่านจะทำให้ INTERUPT STATUS REGISTER ถูกรีเซท

อินเตอร์รัพท์อีกอย่างหนึ่งคือ STANDBY INTERUPT (OPEN DRAIN OUTPUT , ACTIVE LOW) อินเตอร์รัพท์ตัวนี้ จะเกิดขึ้นเมื่อเราได้ทำการ ENABLE ไว้ และเกิดการเปรียบเทียบ (COMPARE) ใน RAM กับ REAL TIME COUNTER การ ENABLE ทำได้โดยเขียน 01h ไปที่ ADDRESS 16h และในทางตรงกันข้ามถ้าให้ 00 ที่ ADDRESS 16h จะเป็นการ DISABLE

POWER DOWN MODE

ขา POWER DOWN เป็น CHIP SELECT ที่สำคัญตัวที่สองมันจะ DISABLE สัญญาณออกทั้งหมด ยกเว้นสัญญาณ STANDBY INTERUPT เมื่อขา POWER DOWN ได้รับ LOGIC LOW MM58167 จะไม่ตอบสนองแก่สัญญาณจากภายนอกแต่นาฬิกาจะยังคงเดินตามปกติ และจะยังให้สัญญาณ STANBY IN TERUPT (ขา 14) ถ้าได้มีการโปรแกรมให้ขานี้ทำงานไว้ก่อนแล้ว

เมื่อต้องการเปลี่ยนจากโหมดการทำงานปกติมาเป็น STANDBY MODE ควรจะให้ขา POWER DOWN เป็น LOGIC 0 อย่างน้อยที่สุด 1 US ก่อนที่จะทำการลดระดับลงมาเป็น STANDBY MODE

เมื่อต้องการเปลี่ยนกลับมาสู่การทำงานปกติผู้ใช้ต้องมั่นใจว่าขาอินพุทอื่นๆ ต้องเป็นสัญญาณที่ถูกต้องก่อนที่จะกลับมาสู่โหมดการทำงานปกติ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันข้อมูลของนาฬิกาเสียไป จะทำให้นาฬิกาเดินผิด ตัวอย่างนี้ได้แก่ การที่ขา CS,RD,WR ของ MM58167 มีสัญญาณเปลี่ยนแปลงในขณะที่กลับสู่โหมดปกติ จะทำให้มีการเขียนข้อมูลไปที่ REAL TIME COUNTER หรือใน RAM

COUNTER AND RAM RESET; GO COMMAND

ตัวนับเวลา (COUNTER) และ RAM สามารถรีเซทได้โดยเขียน FFh ที่ ADDRESS 12h,13h ตามลำดับ การให้ PULSE ของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียนไปที่ ADDRESS 15h (GO COMMAND) จะรีเซทตัวนับของวินาที ขณะทำการเขียนไปที่ ADDRESS 15h นี้ MM58167 จะไม่สนใจข้อมูลบน DATA BUS แต่ผลของคำสั่ง GO มีดังนี้

ถ้าตัวนับของวินาทีนับได้มากกว่า 39 เมื่อเราใช้คำสั่ง GO (ADD 15h) จะทำให้หลักของนาทีเพิ่มขึ้น ในกรณีอื่นๆจะไม่มีผลต่อหลักนาที

STATUS BIT

STATUS BIT จะบอกผู้ใช้ว่า ขณะที่ทำการอ่านตัวนับ(COUNTER)นั้น ตัวนับกำลังอยู่ในช่วงของการ UPDATE เวลาข้อมูลที่อ่านได้อาจมีการผิดพลาดเกิดขึ้น STATUS BIT นี้ จะอ่านได้จาก ADDRESS 14h ของ RTC โดยจะให้ LOGIC 1 ที่บิท 0 ของ DATA BUS ในขณะที่บิทอื่นๆเป็น 0 หมด ถ้าสัญญาณนี้ปรากฏขึ้นภายหลังการอ่านตัวนับควรมีการอ่านตัวนับใหม่ ที่ขอบขาลงของสัญญาณ READ ที่ ADDRESS 14h จะรีเซท STATUS BIT ด้วย

OSCILLATOR

OSCILLATOR เป็นออสซิลเลเตอร์แบบเรโซแนนท์ขนาน โดยใช้อุปกรณ์ภายนอกเพียง คอนเดนเซอร์ 1 ตัว,ความต้านทาน 1M 1 ตัว,แร่กำเนิดความถี่ 1 ตัว โดยความต้านทานจะต่ออยู่ระหว่างขั้ว OSC IN (ขา 10) และ OSC OUT (ขา 11) เพื่อที่จะ BIAS ตัวอินเวิทเตอร์ ที่อยู่ภายในให้ทำงานอยู่ในช่วงที่เป็นเชิงเส้น สำหรับแร่แบบ MICRO POWER CRYSTAL จะใช้ความต้านทานต่ออนุกรมกับขา OSC OUT โดยใช้ความต้านทานมีค่าโดยประมาณ 200 K ส่วนคอนเดนเซอร์โดยปกติจะมีค่าอยู่ในช่วง 20 PF - 25 PF แร่ที่ใช้มีความถี่ 32768 Hz

CONTROL LINE

สัญญาณ READ,WRITE,CHIP SELECT, เป็นสัญญาณอินพุทLOGIC 0 และสัญญาณ READY เป็นสัญญาณออก (OPEN DRAIN OUTPUT) ที่จุดเริ่มต้นของการอ่านหรือการเขียนขา READY จะให้สัญญาณ OUTPUT เป็น 0 อยู่จนกระทั่งข้อมูลปรากฏบน DATA BUS เรียบร้อยหรือข้อมูลได้ถูกLATCH ไว้แล้วในขณะช่วงของการเขียน

TEST MODE

ในโหมดนี้ใช้เป็นเพียงการทดสอบ RTC.CHIP ให้ทำงานที่ความถี่สูงกว่าการทำงานปกติ ในโหมดนี้ความถี่ 32 KHz จะถูกต่อตรงเข้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1/1000 SEC. ขา CS และ WR ต้องเป็น LOW และให้ ADDRESS เป็น 1Fh

A4	A3	A2	A1	A0	FUNCTION
0	0	0	0	0	COUNTER THOUSANDTHS OF SECONDS
0	0	0	0	1	COUNTER HUNDREDTHS AND TENTHS OF SECOND
0	0	0	1	0	COUNTER SECONDS
0	0	0	1	1	COUNTER MINUTES
0	0	1	0	0	COUNTER HOURS
0	0	1	0	1	COUNTER DAY OF WEEK
0	0	1	1	0	COUNTER DAY OF MONTH
0	0	1	1	1	COUNTER MONTH
0	1	0	0	0	RAM THOUSANDTHS OF SECONDS
0	1	0	0	1	RAM HUNDREDTHS AND TENTHS OF SECONDS
0	1	0	1	0	RAM SECONDS
0	1	0	1	1	RAM MINUTES
0	1	1	0	0	RAM HOURS
0	1	1	0	1	RAM DAY OF WEEK
0	1	1	1	0	RAM DAY OF MONTH
0	1	1	1	1	RAM MONTH
1	0	0	0	0	INTERUPT STATUS REGISTER
1	0	0	0	1	INTERUPT CONTROL REGISTER
1	0	0	1	0	COUNTER RESET
1	0	0	1	1	RAM RESET
1	0	1	0	0	STATUS BIT
1	0	1	0	1	"GO" COMMAND
1	0	1	1	0	STANDBY INTERUPT
1	1	1	1	1	TEST MODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

3. จอภาพ LCD (DOT MATRIX LCD MODULE)

เราพอจะแบ่ง DOT MATRIX LCD MODULE นี้ ออกได้เป็นพวกๆ ดังนี้

1. CHARACTER LCD MODULE

2. GRAPHIC LCD MODULE

3. SEGMENT DISPLAY TYPE LCD MODULE

โดยในแต่ละแบบนี้ก็จะมีส่วนประกอบใหญ่ๆแบ่งได้เป็น

1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเองกับแสงก็คือ ส่วนของที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลัก

2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับผลัก LCD อีกทีหนึ่ง โดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ใน LCD MODULE เช่น HD44100H,MSM5259

3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจัดการควบคุม LCD MODULE ให้ทำงานแสดงผลต่างๆเช่น การลบจอภาพ, การเกิดตัวอักษร เป็นต้น โดยมีเบอร์ IC ที่นิยมใช้กันคือ HD44780 ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MOUDLE เป็นส่วนใหญ่เบอร์ IC HD61830 จะใช้ในแบบ GRAPHIC LCD MODULE

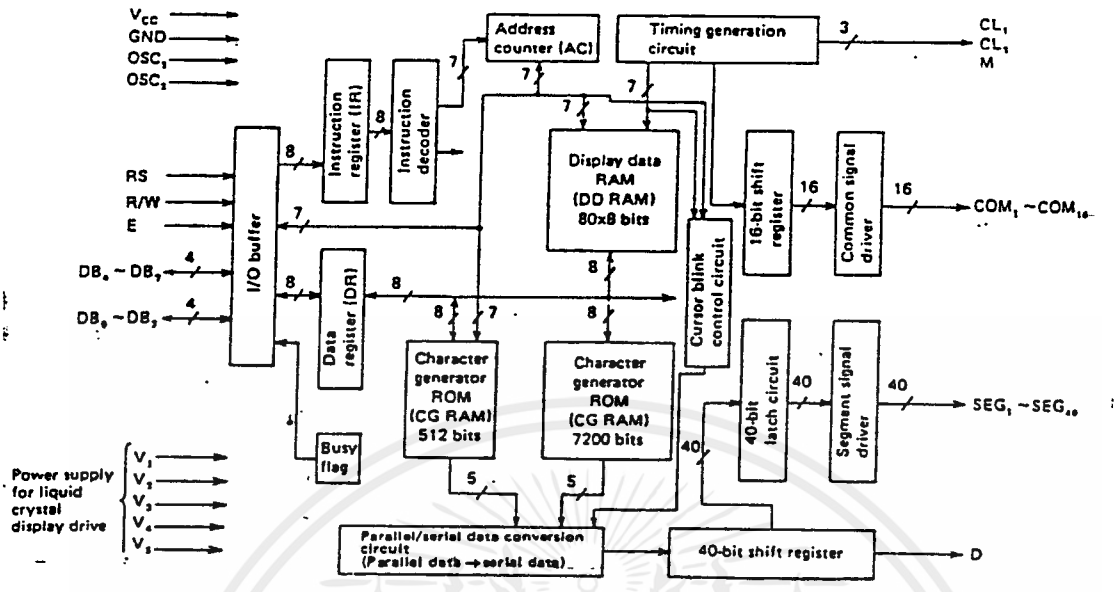
โดยมาก LCD MODULE ในแต่ละบริษัทแล้วจะใช้ตัว CONTROLLER ที่มีหลักการทำงานเหมือนๆกันเป็นส่วนใหญ่และใน LCD MODULE แต่ละขนาดจำนวนตัวอักษรหรือจำนวนบรรทัด ก็มีหลักการทำงานแบบเดียวกันทั้งหมด IC ที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งที่เป็น CONTROLLER LCD ก็คือ เบอร์ HD44780 โดยรูปแบบการทำงานของมันได้เป็นมาตรฐานให้กับ CONTROLLER LCD ตัวอื่นๆด้วย

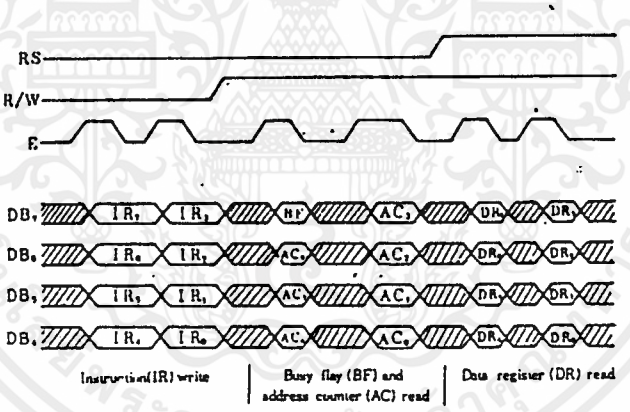
HD44780 เป็นไอซี LSI ตัวหนึ่งใช้ควบคุม LCD โดยแสดงผลในรูปตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ตัวมันเองสามารถต่อใช้งานแบบ 4 BIT หรือ 8 BIT ก็ได้ โดยถ้าเราต่อแบบ 4 BIT จะต่อใช้งานที่ DB7-DB4 เท่านั้น โดยข้อมูลครั้งแรกที่ส่งนั้น HD44780 จะถือเป็นข้อมูล 4 BIT บน และข้อมูลที่ส่งต่อมานั้นเป็นข้อมูล 4 BIT ล่าง

เราสามารถต่อ LCD MOUDLE(HD44780 เป็น CONTROLLER) เข้ากับระบบไมโครได้หลายรูปแบบดังรูป

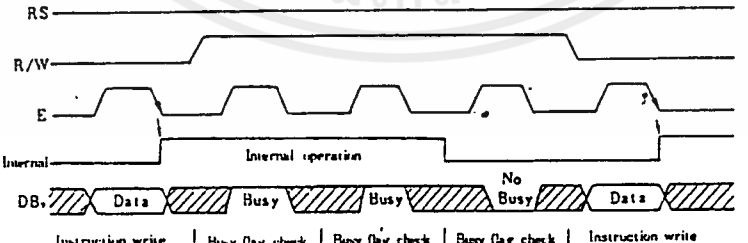
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block diagram of HD44780 interior





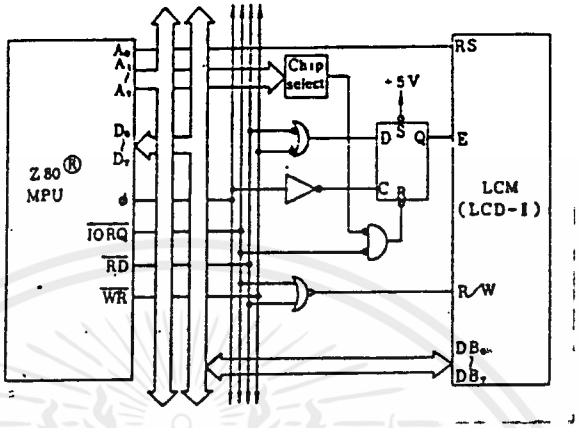
4-bit data transfer example

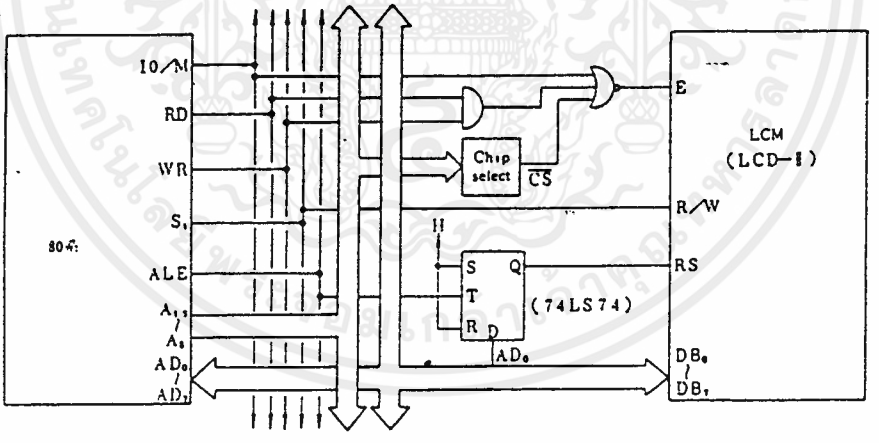


Example of busy flag check timing sequence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Example of interfacing to Z80 MPU





Example of connection with LCM being used as a part of memories on the determined address.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

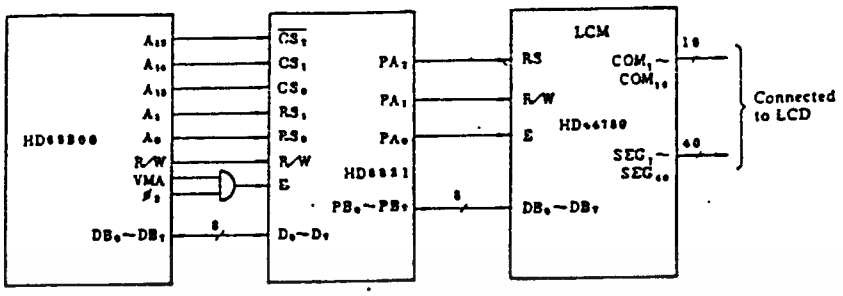
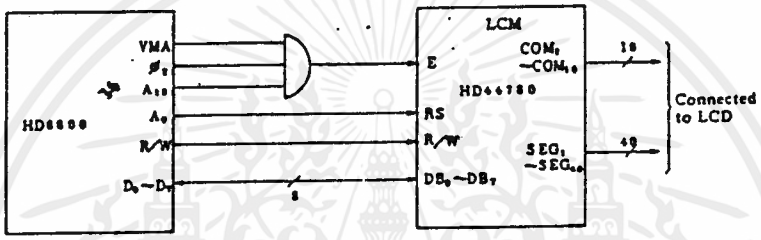
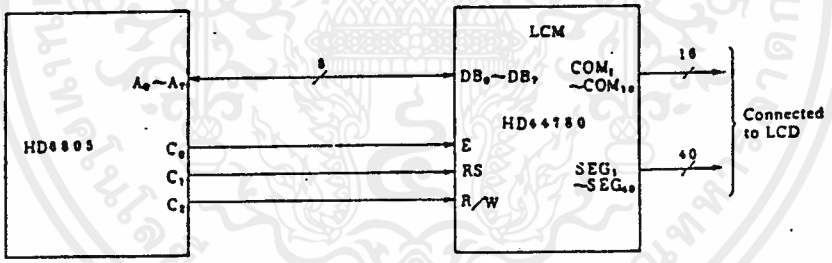


Fig. 4 Example of interface to HD68B00 using PIA (HD68B21)

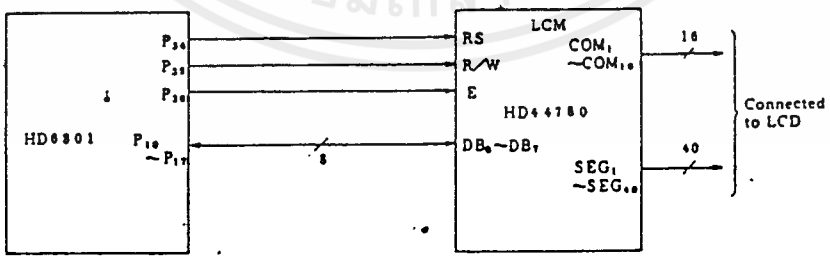
Connecting directly to the 8 bit MPU bus line



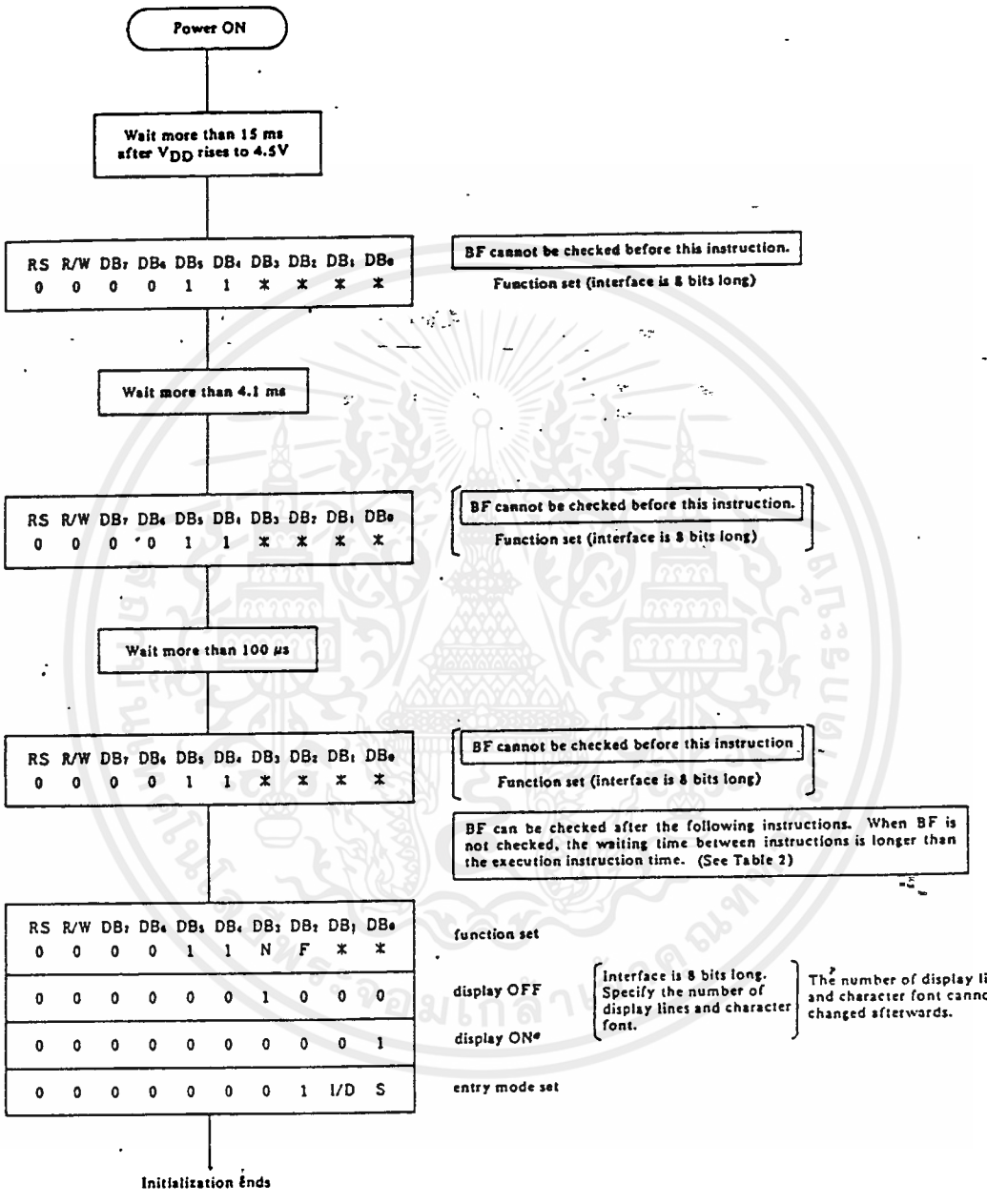
Example of interfacing to the HD6805



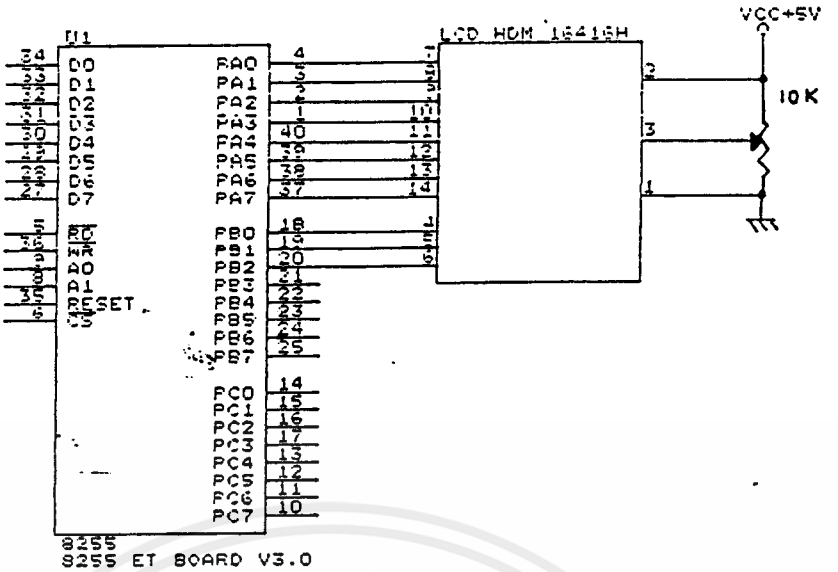
Example of interfacing to the HD6301



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากวงจรเป็นการต่อ 8255 ให้เข้าใช้กับ LCD โดยเราจะจำลองสัญญาณต่างๆขึ้นมา โดยการใช้ PORT A และPORT B โดย PORT A นั้น เราให้เป็น DATA PORT และPORT B นั้น เราให้เป็นสัญญาณควบคุมไปใช้

เมื่อเราเริ่มเปิดไฟป้อนให้ HD44780 นั้น ก็จะทำการ RESET ตัวมันเองโดยจะใช้เวลาประมาณ 10 MS หลังจากไฟ VDD ถึง 4.5 VOLT แล้ว โดยจะ SET ตัวเองดังนี้

1. DISPLAY CLEAR จะทำการลบข้อมูลจอภาพ LCD
2. FUNCTION SET โดยจะ SET ค่าภายใน

   DL = 1 : เป็นการ SET ให้การติดต่อแบบ 8 BIT

   N = 0 : SET เป็น 1 บรรทัดการแสดงผล

   F = 0 : 5X7 DOT ต่อหนึ่งต่ออักษร
3. DISPLAY ON/OFF D = 0: DISPLAY OFF

   C = 0: CURSOR OFF

   B = 0: BLINK OFF
4. ENTRY MODE SET I/D = 1: +1(เพิ่มค่า COUNTER ขึ้น 1)

   S = 0: NO SHIFT

เมื่อเราเริ่มเปิดเครื่องทำงานแล้ว ก็จะต้องส่งคำสั่งควบคุมให้มันเริ่มทำงานดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction	Code										Description	Execution time (when fosc is 250 kHz) Note 1	Execution time (when fosc is 160 kHz) Note 2
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	82 μs ~ 1.64 ms	120 μs ~ 4.9 ms
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 μs ~ 1.6 ms	120 μs ~ 4.8 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40 μs	120 μs
Display ON/ OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40 μs	120 μs
Cursor and display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents	40 μs	120 μs
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40 μs	120 μs
Set CG RAM address.	0	0	0	1	ACG						Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Set DD RAM address	0	0	1	ADD							Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Read busy flag & address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1μs	1 μs
Write data to CG or DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs
Read data to CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs
	I/D = 1: Increment (+1) I/D = 0: Decrement (−1) S = 1: Accompanies display shift. S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move R/L = 1: Shift to the right. R/L = 0: Shift to the left. DL = 1: 8 bits DL = 0: 4 bits N = 1: 2 lines N = 0: 1 line F = 1: 5 x 10 dots F = 0: 5 x 7 dots BF = 1: Internally operating BF = 0: Can accept instruction										DD RAM: Display data RAM CG RAM: Character generator RAM ACG: CG RAM address ADD: DD RAM address Corresponds to cursor address. AC: Address counter used for both of DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes. (Example) When fosc is 270 kHz: $40\ \mu s \times \frac{250}{270} = 37\ \mu s$	

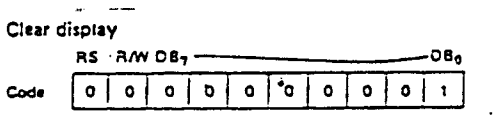
*No effect

Notes 1. Applied to models driven by 1/8 duty or 1/11 duty.
2. Applied to models driven by 1/16 duty.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

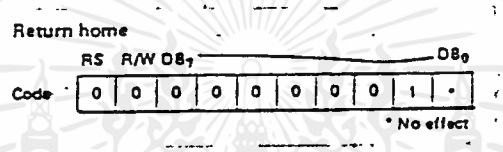
รายละเอียดของคำสั่ง HD44780

1. CLEAR DISPLAY



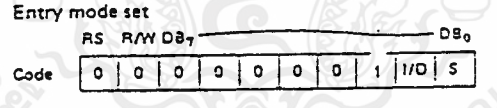
คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมดและทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ SET I/D = 1, S ไม่มีการเปลี่ยน

2. RETURN HOME



คำสั่งนี้จะทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ ข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยน

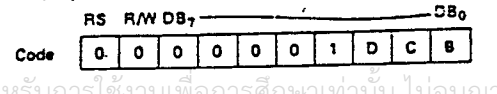
3. ENTRY MODE SET



BIT I/D : โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่งโดย 1=เพิ่ม 0=ลดลงหนึ่ง

BIT S : เป็นตัวกำหนดแสดงผลโดยถ้า S = 1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัว CURSOR อยู่กับที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S = 0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัว CURSOR จะถูกดันไปทางขวามือ

4. DISPLAY ON/OFF CONTROL

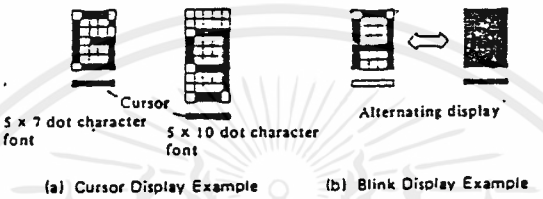


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

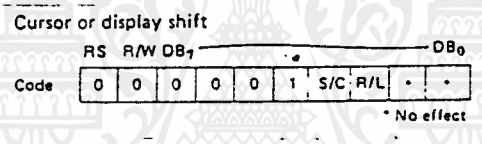
BIT D : เป็น BIT ให้เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า D = 1 จะ ON และ D = 0 จะ OFF

BIT C : จะให้แสดง CURSOR ให้ BIT C = 1 และ ถ้าไม่ต้องการแสดง CURSOR BIT C = 0 โดยตัว CURSOR จะอยู่ที่ LINE ที่ 8 ในแบบ 5X7 DOT และจะอยู่ LINE ที่ 11 ในแบบ 5X10 DOT

BIT B : เป็น BIT SET การกระพริบของ CURSOR โดย B = 1 มีการกระพริบ B = 0 ไม่มีการกระพริบ โดยมีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 MS



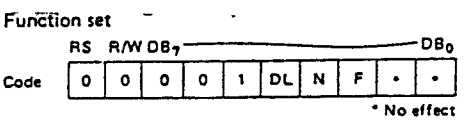
5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT



เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง CURSOR หรือข้มูลไปเกิดทางซ้ายหรือขวาโดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่าน โดย

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดินไปซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง
0	1	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดินไปขวามือ 1 ตำแหน่ง
1	0	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางซ้าย
1	1	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางขวามือ

6. FUNCTION SET



BIT DL : เป็นการ SET การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 BIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ 4 BIT โดยถ้าต้องการติดต่อ 4 BIT DL = 0 และ 8 BIT DL = 1

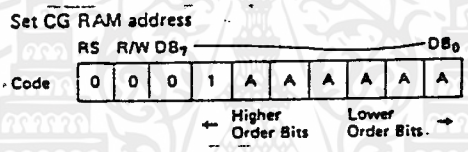
N : เป็นการ SET บรรทัดการแสดงผล N = 0 แสดง 1 บรรทัด N = 1 แสดง 2 บรรทัด ในกรณีมากกว่า 2 บรรทัดก็ให้ SET N = 1

F : เป็นการ SET ขนาด DOT การแสดงผล 5X7 หรือ 5X10 โดย F = 0 เป็นแบบ 5X7 และ F = 1 เป็นแบบ 5X10

N	F	No. of display lines	Character font	Duty factor	Remarks
0	0	1	5 x 7 dots	1/8	
0	1	1	5 x 10 dots	1/11	
1	*	2	5 x 7 dots	1/16	Cannot display 2 lines with 5 x 10 dot character font.

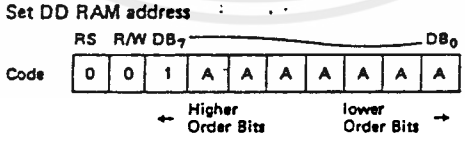
* No effect

7. SET CG RAM ADDRESS



ใน HD44780 นั้นจะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุดคือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 80X8 BIT และ CHARACTER GENERATOR ROM CG RAM จำนวน 512 BIT และ 7200 BIT คำสั่งนี้จะเป็นการ SET ADDRESS ใน CG RAM โดยต้องทำการ SET ADDRESS ก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM ด้วย

8. SET DD RAM ADDRESS



เป็นคำสั่ง SET ค่า ADDRESS ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM คือส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน ADDRESS ที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD จะอยู่กับ SET ค่า N ด้วย

ถ้า N = 0 (1 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-4FH

ถ้า N = 1 (2 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการจัด ADDRESS ของ DD RAM หน้าจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด และ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด HDM-16416H, HDM -20216H

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	← display position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	← DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	
3-line	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	
4-line	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	

HDM-16416H

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	← display position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	← DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53	
3-line	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27	
4-line	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67	

(Note) Shift display is as same as 2-line type.

HDM-20216H

9. READ BUSY FLAG AND ADDRESS

Read busy flag & address

	RS	R/W	DB_7							DB_0
Code	0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A

← Higher Order Bits Lower Order Bits →

เป็นคำสั่งอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD 44780 นี้ อยู่ในขบวนการทำงานภายในอยู่หรืออยู่ในสภาพพร้อมจะรับข้อมูล โดย

BF = 1 อยู่ในขบวนการทำงานภายในไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง

BF = 0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้

และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูล ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ด้วย

10. WRITE DATA TO CG หรือ DD RAM

Write data to CG or DD RAM

	RS	R/W	DB_7							DB_0
Code	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D

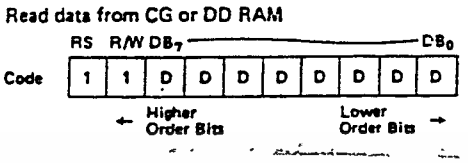
← Higher Order Bits Lower Order Bits →

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

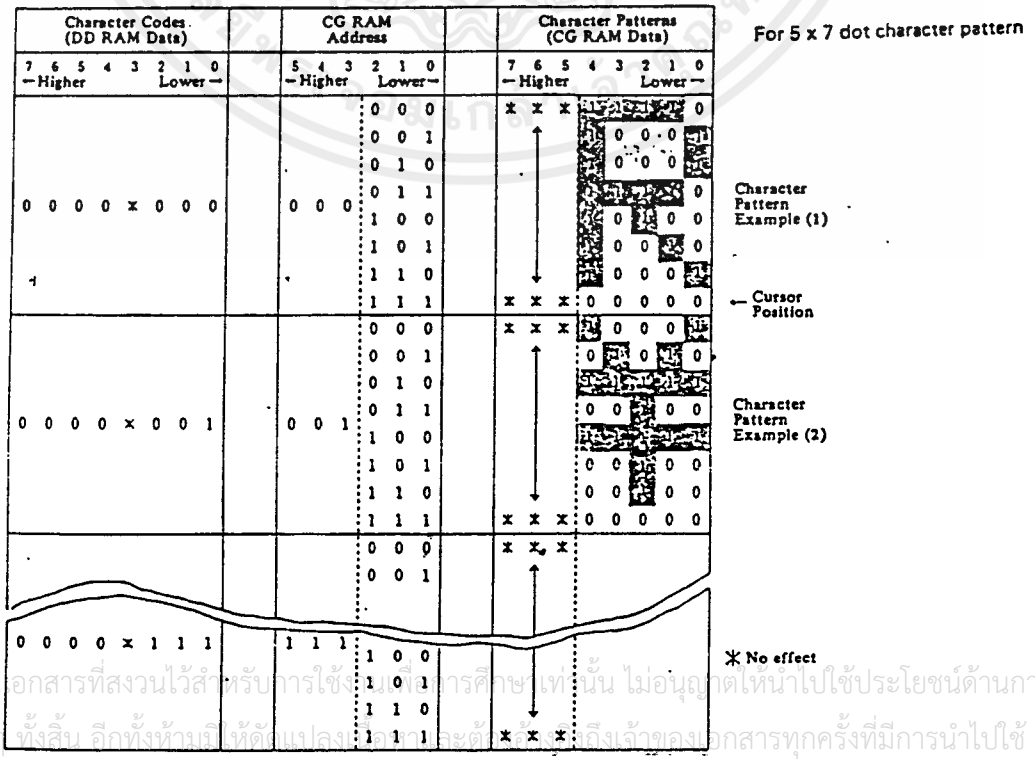
เขียนข้อมูลและ ADDRESS จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ SET ใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ทำได้โดยการ SET ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

11. READ DATA FROM CG OR DD RAM



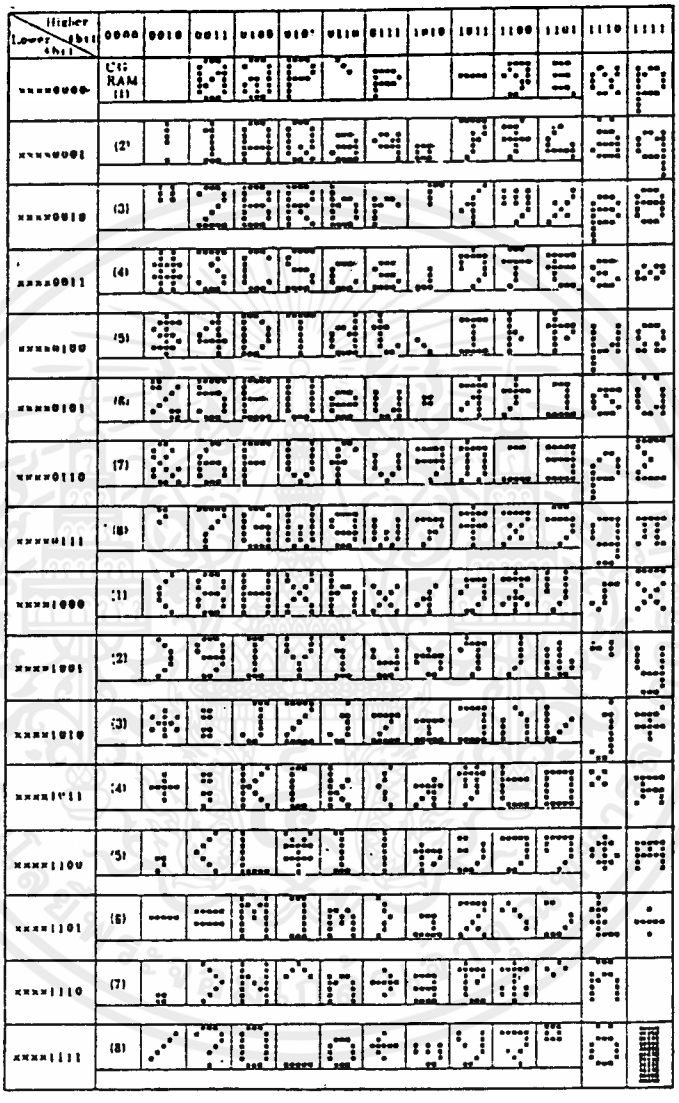
เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าจาก DD RAM หรือ CG RAM นี้ควรจะใช้คำสั่ง SET ADDRESS ก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM

จากตารางการทำงานจะเห็นว่าการใช้งาน LCD MODULE นั้นง่ายเพียงแต่เราส่งคำสั่งเริ่มแรกและ SET ความต้องการในขนาดตัวอักษร, CURSOR หลังจากนั้นเราก็สามารถเขียนตัวอักษรเข้าไปใน DD RAM ตามตารางตัวอักษรที่ให้มานั้นก็จะเกิดอักษรในจอภาพ LCD เรายังสามารถกำหนดตำแหน่งตัวอักษรที่จะให้เกิดบนจอได้โดยการ SET DD RAM ADDRESS ตามตารางที่ให้มาในหัวข้อ SET DD RAM ADDRESS ขอให้ทดสอบทำความเข้าใจกับตัวโปรแกรมที่ใช้กับ ET-BOARD V3.0 นี้ ที่ให้มาจะเห็นว่าจะมีส่วนเริ่มต้นก็คือ ส่วนการ INITIAL LCD เพื่อกำหนดหน้าที่การทำงานต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHARACTER FONT TABLE



NOTE: CGRAM is a CHARACTER GENERATOR RAM having a storage function of character pattern which enable to change freely by user's program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของโปรแกรม

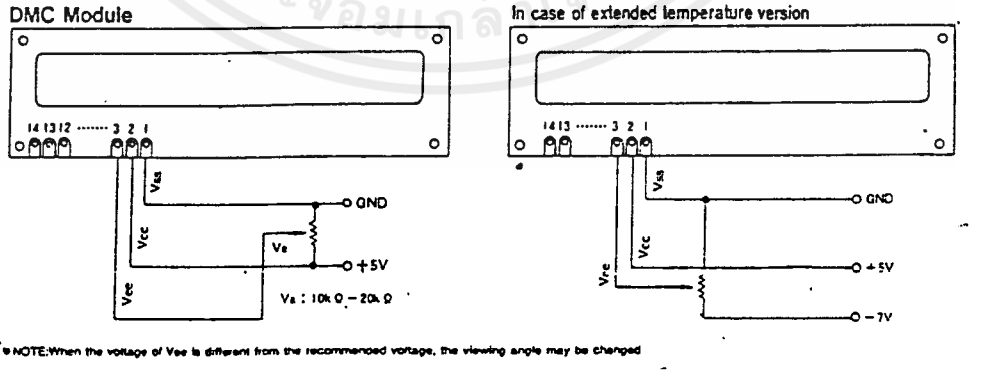
EPLUSE จะเป็นส่วนกำเนิดสัญญาณ ENABLE SIGNAL โดยการใช้ PORT B BIT ที่ 2 กำเนิด PLUSE สัญญาณ ENABLE ขึ้น

GOTO จะเป็นส่วนกำหนดตำแหน่งของส่วน DD RAM ADDRESS ที่จะเขียนข้อมูล โดยจากโปรแกรม INITIAL ที่เรา SET ไว้ เมื่อเขียนข้อมูลเข้าไปใน DD RAM แล้ว ADDRESS ของ DD RAM จะเพิ่มขึ้น 1 โดยทันที

WRBYTE เป็นส่วนเขียนข้อมูล 1 BYTE เข้าไปในตำแหน่ง ADDRESS ของ DD RAM ขณะนั้นๆ

WRLINE เป็นส่วนในการเขียนข้อมูลทีละ 1 LINE เพราะตำแหน่ง DD RAM ที่เกิดบนจอภาพ LCD นั้น แต่ละตำแหน่งจะไม่ต่อกันไปในแต่ละบรรทัด

นอกจากนี้ LCD MODULE (HD44780) นี้ จะยังมีส่วนหนึ่งของ CHARACTER GENERATOR ที่เราสามารถเขียนข้อมูลในการเกิดตัวอักษรขึ้นได้เอง จากตารางตัวอักษร 5X7 DOT นั้นจะเห็นว่าคือ ตำแหน่งในตาราง 00H ถึง 07H ส่วนตำแหน่ง 08H-0FH จะเป็นตำแหน่งเดียวกับ 00H-07H จะเห็นว่าจะมี CHARACTER GENERATOR 8 ตัว ที่เราสามารถเขียนข้อมูลกำหนดเองได้และถ้าเป็นแบบ 5X10 DOT จะเขียนได้ 4 ตัวอักษร ซึ่งจากข้อพิเศษนี้ทำให้เราสามารถเขียนตัวอักษรสัญลักษณ์หรืออักษรภาษาไทยได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนข้อมูล CHARACTER GENERATOR

เราสามารถเขียนข้อมูลได้โดยกำหนด ADDRESS ของ CG RAM ก่อน โดยเขียนได้ 64 ตำแหน่ง BIT 5-BIT 0 และเมื่อกำหนด ADDRESS แล้ว ก็จะทำการเขียนข้อมูลลงใน CG RAM โดยเป็นลักษณะ BIT ต่อ BIT บนจอ 1 ตัวอักษรคือ 5X7 DOT นั้น จะใช้ข้อมูล BIT 4 ถึง BIT 0 ต่อ 1 BYTE เท่านั้น 1 ตัวอักษรจะใช้ข้อมูล 8 BYTE ด้วยกัน ให้ดูจากตารางประกอบไปด้วยและเมื่อเขียนข้อมูลลงใน CG RAM แล้ว เวลาเราจะใช้งานก็ให้เขียนข้อมูลใน DD RAM คือข้อมูลตำแหน่งในตาราง CHARACTER ที่ตำแหน่ง 00H-07H

The relation between the operation and the combination of RS, R/W

RS	RW	E	OPERATION
0	0		Write instruction code
0	1		Read busy flag and address counter
1	0		Write data
1	1		Read data

When performing data and instruction code by 4 bit, transfer RS, R/W every time.

ขาต่างๆในการต่อใช้งาน HD44780

RS (REGISTOR SELECTION) จะเป็นขาเลือก REGISTOR ภายในซึ่งมีอยู่ 2 ตัวคือ INSTRUCTION REGISTOR (IR) และ DATA REGISTOR (DR) โดยถ้าเป็น 1 จะเป็นการเลือก DATA และถ้าเป็น 0 จะเป็นการเลือก INSTRUCTION

R/W (READ/WRITE) เป็นตัวเลือกว่าจะเขียนหรือจะอ่านข้อมูลจากตัว IC โดยอ่านข้อมูล = 1, เขียนข้อมูล = 0

E (ENABLE SIGNAL) เป็นขากำหนดสภาพการรับเขียนอ่านข้อมูล

DB0-DB7 เป็นขารับส่งข้อมูลจากตัว IC

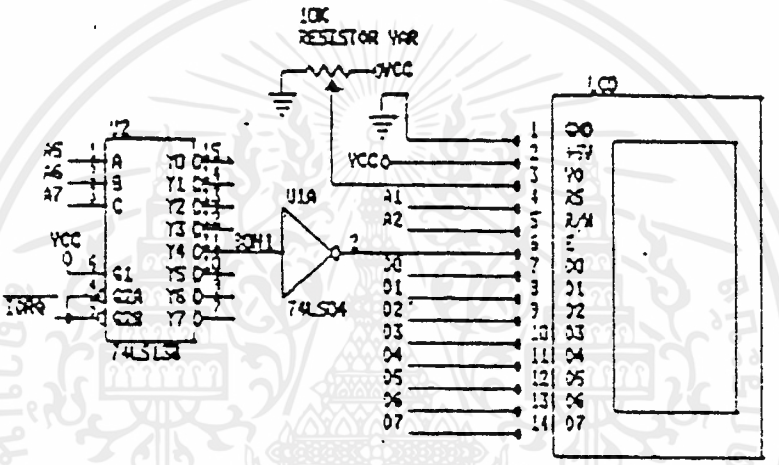
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VDD ไฟเลี้ยงตัววงจร

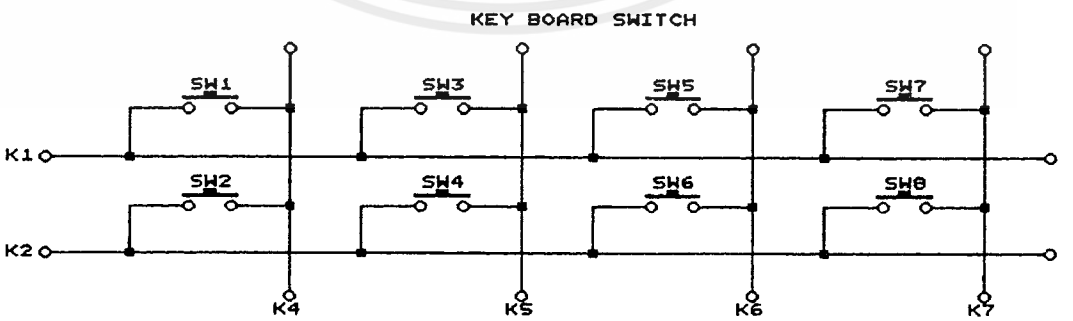
VSS เป็นขา GND

VO เป็นขารับ VOLTAGE ในการขับ LCD ให้สว่างหรือมืด

เราสามารถต่อ LCD MODULE เข้ากับ BUS ของ Z80 CPU ได้โดยตรงตามวงจรดังรูป โดยเราจะให้ LCD MODULE นั้นๆเป็น PORT ของระบบ และใช้ CS จาก 74LS138 ผ่าน 74LS04 เป็นสัญญาณขา E ใช้ A1 เป็นสัญญาณ RS และ A2 เป็นขาสัญญาณ R/W



4. SWITCH KEY BOARD

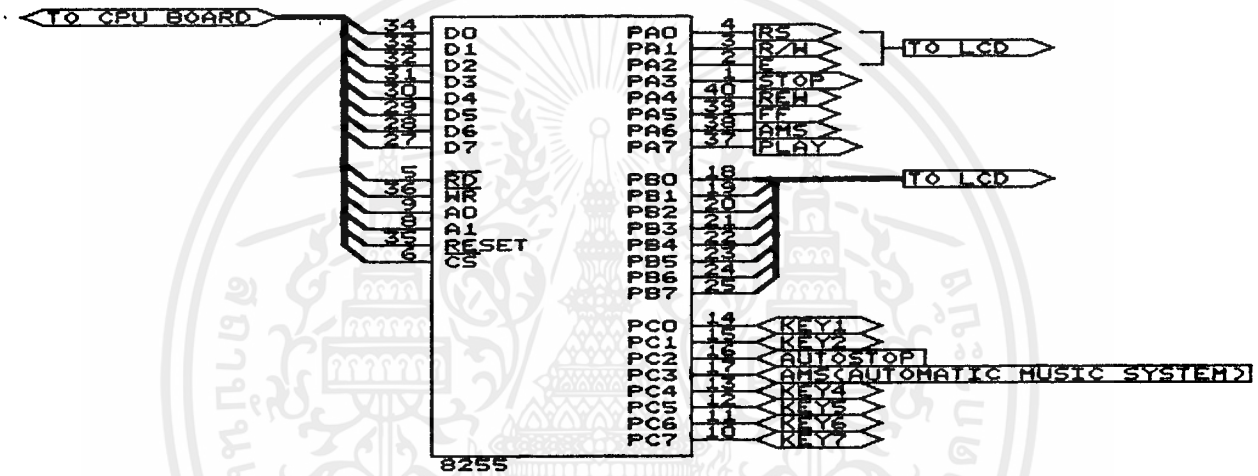


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเลือกการทำงานของ ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ โดยใช้สวิสท์ขนาด 8 ตัวเป็นอุปกรณ์ทำงาน

โดยการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 LOW กับ 4 COLUME ดังที่เห็นในวงจรและจะถูกต่อเข้ากับ PORT I/O #8255 จำนวน 6 BIT ด้วยกัน ซึ่งการใช้งานจะกล่าวในคู่การใช้งาน

5. แผ่นวงจรแยก PORT I/O # 8255



เป็นแผ่นวงจรที่จะแยก PORT I/O #8255 จาก CONTROL PACK ออกเป็นส่วนย่อยๆเพื่อใช้งาน โดยมีจำนวน PORT ทั้งสิ้น 3 PORT แต่ละ PORT มี 8 BIT รวมทั้งสิ้นแล้วมีจุดต่อถึง 24 จุดด้วยกัน ซึ่งจะแยกใช้งานดังนี้

1. เพื่อเป็นตัวสั่งการทำงานของเทป จะใช้ PORT PA3-PA7 เป็นตัวสั่งการทำงาน โดยรายละเอียดว่า PORT ใดสั่งให้ทำงานอย่างไรก็ดูได้จากวงจรข้างต้น PORT ชุดนี้ จะเป็นส่งข้อมูล (OUT DATA) ออกจากไมโครโปรเซสเซอร์ และจะถูกส่งไปยังวงจรควบคุมการทำงานของตัวเทป เพื่อให้ตัวเทปทำงาน แรงดันที่ได้มีขนาด 5 V. ถูกป้อนให้กับ TRANSISTOR (2SC458) ที่เตรียมไว้แล้วในวงจร สัญญาณที่ส่งมาจะเป็นแบบพลัส(PLUSE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่านั้น เพื่อเป็นเพียงการทริกส์ (TRIG) ให้ทำงาน

2. เพื่อแสดงผลบนจอภาพจุดผลึก LCD จะใช้PORT PA0-PA3 เป็นตัวควบคุมการทำงานของจอภาพ ดังรายละเอียดอยู่ในวงจรข้างต้นและ PORT PB0-PB7 เป็นข้อมูล (DATA) ของจอภาพที่จะต้องแสดง โดย PORT ชุดนี้ก็เป็นการส่งข้อมูลเช่นกัน รายละเอียดการต่อใช้งานแสดงไว้ในข้างต้นแล้ว

3. เพื่อใช้เป็น KEY BOARD SWITCH ใช้การสั่งการทำงาน จะใช้ PORT PC0-PC1 เป็นการทำงานทางด้าน LOW และPORT PC4-PC7 เป็นการทำงานทางด้าน COLUME ซึ่งเราจะใช้สวิสท์ทั้งหมด 8 ตัวด้วยกัน ในการสั่งการทำงาน PORT ชุดนี้เป็นการรับข้อมูล (INPUT DATA) ของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อสั่งให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานในโปรแกรมต่างๆที่ต้องการ ซึ่งรายละเอียดของสวิสท์ต่างๆดูได้จากคู่มือการใช้งาน

4. เพื่อใช้เป็น SENSOR ประกอบด้วย AUTO STOP จะใช้ PORT PC2 และ AUTOMATIC MUSIC SYSTEM จะใช้ PORT PC3 ซึ่งทั้งสอง PORT เป็นการรับข้อมูล เพื่อที่จะเป็นตัวบอกจุดการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ โดย AUTO STOP จะเป็นตัวบอกว่าเทปนั้นหยุดหมุน เมื่อใดเพื่อที่จะให้ไมโครโปรเซสเซอร์สั่งให้ตัวเทปหยุดการทำงานและAUTOMATIC MUSIC SYSTEM ก็จะเป็นตัวบอกว่าเพลงนั้นจบที่ใดหรือเป็นเพลงลำดับที่เท่าใด โดยอาศัยการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิส์ข้างต้น ซึ่งการต่อใช้งานมีดังแสดงไว้ในวงจร

<u>ด้านซอร์ฟแวร์</u> (SOFTWARE)

ได้แก่ โปรแกรมซึ่งโปรแกรมนี้จะถูกใส่ลงในบน EPROM # 27 C64 ขนาด 8 KBYTE แต่โปรแกรมที่เขียนขึ้นนั้นมีขนาดประมาณ KBYTE ดังมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000001 0021                     .EQU   PORTB,      021H
000002 0020                     .EQU   PORTA,      020H
000003 0022                     .EQU   PORTC,      022H
000004 0023                     .EQU   CTRL,       023H
000005 2000                     .EQU   COUNTER,    2000H
000006 0000                     .EQU   STARTADD,   0000H  ;ROMADD
000007 3E00                     .EQU   STACKPO,    03E00H
000008 2000                     .EQU   RAMADD,     02000H
000009 0000                     ;-----------------------
000010 0080                     .EQU  RTC,         080H ;
000011 0000                     ;-----------------------
000012 0082                     .EQU  SEC,         RTC+02H
000013 0083                     .EQU  MIN,         RTC+03H
000014 0084                     .EQU  HOUR,        RTC+04H
000015 0086                     .EQU  DATE,        RTC+06H
000016 0087                     .EQU  MONTH,       RTC+07H
000017 0091                     .EQU  CTRL_REG,    RTC+011H
000018 0090                     .EQU  STATUS_REG,  RTC+010H
000019 0096                     .EQU  STANBY,      RTC+016H
000020 0000                     ;---------------------------------------
000021 2200                     .EQU  STBUFF,      02200H   ;ADDRESS BUFFER
000022 0000                     ;---------------------------------------
000023 2260                     .EQU  BHOUR,       STBUFF+060H  ;1 BYTE
000024 2261                     .EQU  BMIN,        STBUFF+061H  ;1 BYTE
000025 2262                     .EQU  BSEC,        STBUFF+062H  ;1 BYTE
000026 2263                     .EQU  BDATE,       STBUFF+063H  ;1 BYTE
000027 2264                     .EQU  BMONTH,      STBUFF+064H  ;1 BYTE
000028 2265                     .EQU  BYEAR,       STBUFF+065H  ;1 BYTE
000029 0000                     ;---
000030 2266                     .EQU  FHOUR,       STBUFF+066H  ;2 BYTE
000031 2268                     .EQU  FMIN,        STBUFF+068H  ;2 BYTE
000032 226A                     .EQU  FSEC,        STBUFF+06AH  ;2 BYTE
000033 226C                     .EQU  FDATE,       STBUFF+06CH  ;2 BYTE
000034 226E                     .EQU  FMONTH,      STBUFF+06EH  ;2 BYTE
000035 2270                     .EQU  FYEAR,       STBUFF+070H  ;2 BYTE
000036 0000                     ;---
000037 2272                     .EQU  COLONE,      STBUFF+072H  ;1 BYTE
000038 2273                     .EQU  DOT,         STBUFF+073H  ;1 BYTE
000039 2274                     .EQU  SLATE,       STBUFF+074H  ;1 BYTE
000040 2275                     .EQU  SIGNB,       STBUFF+075H  ;1 BYTE
000041 0000                     ;---
000042 2276                     .EQU  FDOCO,       STBUFF+076H  ;1 BYTE
000043 2277                     .EQU  TITELL,      STBUFF+077H  ;1 BYTE
000044 0000                     ;---
000045 2278                     .EQU  SHOUR,       STBUFF+078H  ;2 BYTE
000046 227A                     .EQU  SMIN,        STBUFF+07AH  ;2 BYTE
000047 227C                     .EQU  SSEC,        STBUFF+07CH  ;2 BYTE
000048 227E                     .EQU  SDATE,       STBUFF+07EH  ;2 BYTE
000049 2280                     .EQU  SMONTH,      STBUFF+080H  ;2 BYTE
000050 2282                     .EQU  SYEAR,       STBUFF+082H  ;2 BYTE
000051 2284                     .EQU  STOHH,       STBUFF+084H  ;2 BYTE
000052 2286                     .EQU  STOMM,       STBUFF+086H  ;2 BYTE
000053 2288                     .EQU  STOSS,       STBUFF+088H  ;2 BYTE
000054 0000                     ;---
000055 228A                     .EQU  THOUR,       STBUFF+08AH  ;1 BYTE
000056 228B                     .EQU  TMIN,        STBUFF+08BH  ;1 BYTE
000057 228C                     .EQU  TSEC,        STBUFF+08CH  ;1 BYTE
000058 228D                     .EQU  TDATE,       STBUFF+08DH  ;1 BYTE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000059 228E                             .EQU  TMONTH,     STBUFF+08EH  ;1 BYTE
000060 228F                             .EQU  TYEAR,      STBUFF+08FH  ;1 BYTE
000061 2290                             .EQU  TOPHH,      STBUFF+090H  ;1 BYTE
000062 2291                             .EQU  TOPMM,      STBUFF+091H  ;1 BYTE
000063 2292                             .EQU  TOPSS,      STBUFF+092H  ;1 BYTE
000064 2293                             .EQU  TBUFF,      STBUFF+093H  ;1 BYTE
000065 0000                             ;------
000066 2300                             .EQU  BUFF_KEY,   STBUFF+100H; 1 BYTE  SCANKEY
000067 2301                             .EQU  BUFFSWAP,   STBUFF+101H; USES IN SUB ISWAP
000068 2302                             .EQU  MEDIT,      STBUFF+102H; USES IN MODE SETTIME
000069 2303                             .EQU  FLAGTI,     STBUFF+103H; STOR DEMO COUNTER
000070 2304                             .EQU  CTI,        STBUFF+104H;
000071 2305                             .EQU  BUFAMS,     STBUFF+105H;
000072 2306                             .EQU  OLDADD,     STBUFF+106H;
000073 2307                             .EQU  OLDDATA,    STBUFF+107H;
000074 2308                             .EQU  BUFPORT ,   STBUFF+108H; 3 BYTE
000075 230C                             .EQU  NUMAMS,     STBUFF+10CH;
000076 230D                             .EQU  NUMUSE,     STBUFF+10DH;
000077 230E                             .EQU  NUMDECINC,  STBUFF+10EH;
000078 230F                             .EQU  PRODATA,    STBUFF+10FH; 3 BYTE   DATA TIME
000079 2312                             .EQU  STANBYFL,   STBUFF+112H;
000080 2313                             .EQU  ASMTEM,     STBUFF+113H;       DATA AMS
000081 2314                             .EQU  PSTAN,      STBUFF+114H; 3 BYTE   DATA-10MIN
000082 2320                             .EQU  STTT,       STBUFF+120H;
000083 2340                             .EQU  SDTT,       STBUFF+140H;
000084 2360                             .EQU  PRTT,       STBUFF+160H;
000085 0000
000086 0000                               .ORG      STARTADD
000087 0000 C30001                        JP        HOURT
000088 0003                           ;-----------------------
000089 0038                               .ORG+38H
000090 0038 C34E0E                        JP        INTRTC
000091 003B                           ;-----------------------
000092 0100                               .ORG+100H
000093 0100 31003E                HOURT:  LD      SP,STACKPO
000094 0103                       ;############## initial 8255,RTC,LCD ############
000095 0103                       INISYS:
000096 0103                               ;-------------
000097 0103 F3                            DI
000098 0104 ED56                          IM        1
000099 0106 3E81                          LD        A,081H
000100 0108 D323                          OUT       (CTRL),A
000101 010A CD7C0C                        CALL      INITLCD
000102 010D 3E04                          LD        A,04H ;1 SEC
000103 010F D391                          OUT       (CTRL_REG),A  ;##########RTC
000104 0111 D31F                          OUT       (01FH),A
000105 0113 CD7C0C                        CALL      INITLCD
000106 0116                               ;-------------
000107 0116 210020                        LD        HL,COUNTER        ;CLEAR RAM BUFFER
000108 0119 DD216622                      LD        IX,STBUFF+66H     ;RAMADD
000109 011D DD360000              DCEAR:  LD        (IX+00),00
000110 0121 DD23                          INC       IX
000111 0123 2D                            DEC       L
000112 0124 20F7                          JR        NZ,DCEAR
000113 0126 25                            DEC       H
000114 0127 20F4                          JR        NZ,DCEAR
000115 0129                               ;-------------
000116 0129 21CF10                        LD         HL,SETTT   ;SET PAGE TO FROM RIGHT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000117 012C 112023                      LD      DE,STTT
000118 012F 011400                      LD      BC,20
000119 0132 EDB0                        LDIR
000120 0134                              ;----------------------
000121 0134 211F11                      LD      HL,PROTT    ;SET PAGE TO FROM RIGHT
000122 0137 116023                      LD      DE,PRTT
000123 013A 011400                      LD      BC,20
000124 013D EDB0                        LDIR
000125 013F                              ;----------------------
000126 013F 214711                      LD      HL,SETDD    ;SET PAGE TO FROM RIGHT
000127 0142 114023                      LD      DE,SDTT
000128 0145 011400                      LD      BC,20
000129 0148 EDB0                        LDIR
000130 014A                              ;----------
000131 014A
000132 014A
000133 014A
000134 014A
000135 014A
000136 014A
000137 014A
000138 014A 210C23                      LD      HL,NUMAMS       ;SET NUM AMS = 9
000139 014D 3E09                        LD      A,9
000140 014F 77                          LD      (HL),A
000141 0150                             ;-------------
000142 0150 FB                          EI
000143 0151                             ;--
000144 0151 C37C01                      JP    DEMO
000145 0154                 ;#########################################################
000146 0154                 ;
000147 0154                 ;    ##     MODE select function  ##
000148 0154                 ;
000149 0154                 ;
000150 0154                 ;
000151 0154 217A0F              FUNCT: LD       HL,MENU
000152 0157 CD110D                     CALL     SHOW
000153 015A CDEB0D                     CALL     SCAN
000154 015D FE00                       CP       0
000155 015F CA0E02                     JP       Z,TIMERS
000156 0162 FE01                       CP       01H
000157 0164 CAC906                     JP       Z,SETTIME
000158 0167 FE02                       CP       02H
000159 0169 CA7C01                     JP       Z,DEMO
000160 016C FE03                       CP       03H
000161 016E CA7301                     JP       Z,STAOP          ;CONTROL
000162 0171 18E1                       JR       FUNCT
000163 0173 21A20F              STAOP: LD       HL,TCON
000164 0176 CD110D                     CALL     SHOW
000165 0179 C30A05                     JP       STOP
000166 017C
000167 017C                 ;#########################################
000168 017C                 ;
000169 017C                 ;
000170 017C                 ;    ##   MODE DEMO     ##
000171 017C                 ;
000172 017C                 ;
000173 017C 3E03                DEMO:  LD       A,3
000174 017E 210323                     LD       HL,FLAGTI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000175 0181 77                          LD      (HL),A
000176 0182                             ;-
000177 0182 21D311              SHONEW: LD      HL,TITEL1
000178 0185 CD110D                      CALL    SHOW
000179 0188 0601                        LD      B,1H
000180 018A CD330D                      CALL    DELAY8
000181 018D CDB30D                      CALL    SCANK
000182 0190 FE17                        CP      17H
000183 0192 CA5401                      JP      Z,FUNCT
000184 0195 21FB11                      LD      HL,TITEL2
000185 0198 CD110D                      CALL    SHOW
000186 019B 0601                        LD      B,1H
000187 019D CD330D                      CALL    DELAY8
000188 01A0 CDB30D                      CALL    SCANK
000189 01A3 FE17                        CP      17H
000190 01A5 CA5401                      JP      Z,FUNCT
000191 01A8 210323                      LD      HL,FLAGTI
000192 01AB 7E                          LD      A,(HL)
000193 01AC 3D                          DEC     A
000194 01AD 77                          LD      (HL),A
000195 01AE 20D2                        JR      NZ,SHONEW
000196 01B0
000197 01B0 212312              NEWDE:  LD      HL,T1
000198 01B3 CD110D                      CALL    SHOW
000199 01B6 CDFB01                      CALL    SAN
000200 01B9 213712                      LD      HL,T2
000201 01BC CD110D                      CALL    SHOW
000202 01BF CDFB01                      CALL    SAN
000203 01C2 214B12                      LD      HL,T3
000204 01C5 CD110D                      CALL    SHOW
000205 01C8 CDFB01                      CALL    SAN
000206 01CB 215F12                      LD      HL,T4
000207 01CE CD110D                      CALL    SHOW
000208 01D1 CDFB01                      CALL    SAN
000209 01D4 217312                      LD      HL,T5
000210 01D7 CD110D                      CALL    SHOW
000211 01DA CDFB01                      CALL    SAN
000212 01DD 218712                      LD      HL,T6
000213 01E0 CD110D                      CALL    SHOW
000214 01E3 CDFB01                      CALL    SAN
000215 01E6 219B12                      LD      HL,T7
000216 01E9 CD110D                      CALL    SHOW
000217 01EC CDFB01                      CALL    SAN
000218 01EF 21AF12                      LD      HL,T8
000219 01F2 CD110D                      CALL    SHOW
000220 01F5 CDFB01                      CALL    SAN
000221 01F8 C37C01                      JP      DEMO
000222 01FB                             ;---
000223 01FB 0601                  SAN:  LD      B,1
000224 01FD CD330D                      CALL    DELAY8
000225 0200                             ;----
000226 0200 CDB30D                      CALL    SCANK
000227 0203 FE17                        CP      17H
000228 0205 CA5401                      JP      Z,FUNCT
000229 0208                             ;----
000230 0208 0604                        LD      B,4
000231 020A CD1C0D                      CALL    DELAY16
000232 020D C9                          RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
020E
020E                   ;*********************************************************
020E                   ;
020E                   ;
020E                   ;     **   MODE SHOW TIME AND DATE    **
020E                   ;
020E                   ;
020E                        TIMERS:
020E                              ;----------------------
020E 21520F                        LD       HL,TTIME    ;SET PAGE TO FROM RIGHT
0211 110022                        LD       DE,STBUFF
0214 012800                        LD       BC,40
0217 EDB0                          LDIR
0219 210022                        LD       HL,STBUFF
021C CD110D                        CALL     SHOW
021F
021F                               ;-----------------------
021F                        TRM:
021F 0603                          LD       B,3    ;MOV DATA  TO DISPLAY FORMAT
0221 216622                        LD       HL,FHOUR     ;HH:MM:SS
0224 DD210622                      LD       IX,STBUFF+6
0228 7E                     UFF:   LD       A,(HL)
0229 DD7700                        LD       (IX+0),A
022C 23                            INC      HL
022D DD23                          INC      IX
022F 7E                            LD       A,(HL)
0230 DD7700                        LD       (IX+0),A
0233 23                            INC      HL
0234 DD23                          INC      IX
0236 DD23                          INC      IX
0238 10EE                          DJNZ     UFF
023A                               ;-----------
023A 0603                          LD       B,3    ;MOV DATA  TO DISPLAY FORMAT
023C 216C22                        LD       HL,FDATE        ;DD:MM:YY
023F DD211A22                      LD       IX,STBUFF+26
0243 7E                     UFF2:  LD       A,(HL)
0244 DD7700                        LD       (IX+0),A
0247 23                            INC      HL
0248 DD23                          INC      IX
024A 7E                            LD       A,(HL)
024B DD7700                        LD       (IX+0),A
024E 23                            INC      HL
024F DD23                          INC      IX
0251 DD23                          INC      IX
0253 10EE                          DJNZ     UFF2
0255                               ;--------------
0255 0602                          LD       B,2
0257 DD210822                      LD       IX,STBUFF+8
025B 217222                        LD       HL,COLONE
025E 7E                     JJLLK: LD       A,(HL)
025F DD7700                        LD       (IX+00),A
0262 23                            INC      HL
0263 DD23                          INC      IX
0265 DD23                          INC      IX
0267 DD23                          INC      IX
0269 7E                            LD       A,(HL)
026A DD7700                        LD       (IX+00),A
026D DD211C22                      LD       IX,STBUFF+28
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000291 0271 23                          INC       HL
000292 0272 10EA                        DJNZ      JJLLK
000293 0274                         ;---------------
000294 0274 210522                      LD        HL,STBUFF+5
000295 0277 3E05                        LD        A,5
000296 0279 CDD50C                      CALL      GOTO
000297 027C CDB80C                      CALL      WRLM
000298 027F 211922                      LD        HL,STBUFF+25
000299 0282 3E45                        LD        A,45H
000300 0284 CDD50C                      CALL      GOTO
000301 0287 CDB80C                      CALL      WRLM
000302 028A                          ;--------------------
000303 028A CDB30D                      CALL      SCANK
000304 028D FE17                        CP        17H
000305 028F CA5401                      JP        Z,FUNCT
000306 0292                         ;--------------------
000307 0292 211223                      LD        HL,STANBYFL
000308 0295 7E                          LD        A,(HL)
000309 0296 FE03                        CP        3
000310 0298 2808                        JR        Z,TREAM
000311 029A FE05                        CP        5
000312 029C CA5A03                      JP        Z,RUNPRO
000313 029F C31F02                      JP        TRM
000314 02A2                     ;---------------------------
000315 02A2 215B11              TREAM:  LD        HL,TINONE
000316 02A5 CD110D                      CALL      SHOW
000317 02A8                             ;---
000318 02A8 3E08                            LD        A,08H    ;STOP
000319 02AA D320                            OUT       (PORTA),A
000320 02AC 0601                            LD        B,1
000321 02AE CD330D                          CALL      DELAY8
000322 02B1 AF                              XOR       A
000323 02B2 D320                            OUT       (PORTA),A
000324 02B4 CDFE0C                          CALL      DELAY
000325 02B7 CDFE0C                          CALL      DELAY
000326 02BA                                 ;---------
000327 02BA 3E80                            LD        A,80H          ;REW
000328 02BC D320                            OUT       (PORTA),A
000329 02BE CDFE0C                          CALL      DELAY
000330 02C1 CDFE0C                          CALL      DELAY
000331 02C4 AF                              XOR       A
000332 02C5 D320                            OUT       (PORTA),A
000333 02C7 0603                            LD        B,3
000334 02C9 CD330D                          CALL      DELAY8
000335 02CC                                 ;----
000336 02CC DB22                    WWERT:  IN        A,(PORTC)
000337 02CE CB5F                            BIT       3,A   ;   08= AUTO 04=AMS
000338 02D0 C2CC02                          JP        NZ,WWERT
000339 02D3                                ;-------------
000340 02D3 CDFE0C                          CALL      DELAY
000341 02D6                                ;-------------
000342 02D6 DB22                            IN        A,(PORTC)
000343 02D8 CB5F                            BIT       3,A
000344 02DA C2CC02                          JP        NZ,WWERT
000345 02DD                                 ;---
000346 02DD 3E08                            LD        A,08H       ;STOP
000347 02DF D320                            OUT       (PORTA),A
000348 02E1                                ; LD        B,1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000349 02E1                             ;  CALL     DELAY4
000350 02E1 AF                           XOR      A
000351 02E2 D320                         OUT      (PORTA),A
000352 02E4 CDFE0C                       CALL     DELAY
000353 02E7 CDFE0C                       CALL     DELAY
000354 02EA                              ;----
000355 02EA 211223                       LD       HL,STANBYFL
000356 02ED 3E04                         LD       A,4
000357 02EF 77                           LD       (HL),A
000358 02F0                              ;-----
000359 02F0 3E10                         LD       A,10H          ;FF 3 SEC COMPENSED
000360 02F2 D320                         OUT      (PORTA),A      ;START AMS
000361 02F4 CDFE0C                       CALL     DELAY
000362 02F7 CDFE0C                       CALL     DELAY
000363 02FA AF                           XOR      A
000364 02FB D320                         OUT      (PORTA),A
000365 02FD 0601                         LD       B,1
000366 02FF CD330D                       CALL     DELAY8
000367 0302 3E08                         LD       A,08H
000368 0304 D320                         OUT      (PORTA),A
000369 0306 CD330D                       CALL     DELAY8
000370 0309 AF                           XOR      A
000371 030A D320                         OUT      (PORTA),A
000372 030C CDFE0C                       CALL     DELAY
000373 030F                              ;------
000374 030F 211323                       LD       HL,ASMTEM
000375 0312 7E                           LD       A,(HL)
000376 0313 FE09                         CP       9
000377 0315 2800                         JR       Z,HAHAHA
000378 0317 210D23           HAHAHA:     LD       HL,NUMUSE
000379 031A 77                           LD       (HL),A
000380 031B                              ;-----
000381 031B 21CA0F                       LD       HL,HAMS   ;MODE AMS
000382 031E CD110D                       CALL     SHOW
000383 0321 210D23                       LD       HL,NUMUSE
000384 0324 7E                           LD       A,(HL)
000385 0325                              ;********************
000386 0325 3E40                         LD       A,40H       ; AMS START
000387 0327 D320                         OUT      (PORTA),A
000388 0329 CDFE0C                       CALL     DELAY
000389 032C 3E40                         LD       A,40H
000390 032E D320                         OUT      (PORTA),A
000391 0330 CDFE0C                       CALL     DELAY
000392 0333 3E40                         LD       A,40H
000393 0335 D320                         OUT      (PORTA),A
000394 0337 CDFE0C                       CALL     DELAY
000395 033A CDFE0C                       CALL     DELAY
000396 033D CDFE0C                       CALL     DELAY
000397 0340 AF                           XOR      A
000398 0341 D320                         OUT      (PORTA),A
000399 0343                              ;-----
000400 0343                    EEAAB:
000401 0343 CDFE0C                       CALL     DELAY
000402 0346 DB22                         IN       A,(PORTC)
000403 0348 CB57                         BIT      2,A
000404 034A 28F7                         JR       Z,EEAAB
000405 034C                              ;--
000406 034C 0603                         LD       B,3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000407 034E CD330D                          CALL      DELAY8
000408 0351                                 ;--
000409 0351 DB22                  EEAAC:    IN        A,(PORTC)
000410 0353 CB57                            BIT       2,A
000411 0355 28FA                            JR        Z,EEAAC
000412 0357                                 ;####################
000413 0357                                 ;----
000414 0357 C3C505                          JP         SEDR
000415 035A                               ;------------------------------
000416 035A 21A20F                  RUNPRO: LD        HL,TCON
000417 035D CD110D                          CALL      SHOW
000418 0360 C3A703                          JP        PLAY
000419 0363                             ;--------------------
000420 0363                       ;#################################################
000421 0363                       ;
000422 0363                       ;
000423 0363                       ;       ** MODE control **
000424 0363                       ;
000425 0363                       ;
000426 0363                     CONTROL:
000427 0363 21A20F                          LD        HL,TCON
000428 0366 CD110D                          CALL      SHOW
000429 0369 CDEB0D                          CALL      SCAN
000430 036C FE00                  HARAE:    CP        00H    ;STOP
000431 036E CA0A05                          JP        Z,STOP
000432 0371 FE01                            CP        01H    ;AAMS
000433 0373 CA5D05                          JP        Z,AMS
000434 0376 FE02                            CP        02H    ;PROGRAM
000435 0378 CAEF09                          JP        Z,PROGRAM
000436 037B FE04                            CP        04H
000437 037D CAA703                          JP        Z,PLAY  ;PLAY
000438 0380 FE05                            CP        05H
000439 0382 CA1D04                          JP        Z,REW   ;REW
000440 0385 FE06                            CP        06H
000441 0387 CA9404                          JP        Z,FF    ;FF
000442 038A FE07                            CP        7H
000443 038C CA9203                          JP        Z,FUNT
000444 038F C36303                          JP        CONTROL
000445 0392                                 ;------
000446 0392 3E08                    FUNT:   LD        A,08H
000447 0394 D320                            OUT       (PORTA),A
000448 0396 0601                            LD        B,1
000449 0398 CD330D                          CALL      DELAY8
000450 039B AF                              XOR       A
000451 039C D320                            OUT       (PORTA),A
000452 039E CDFE0C                          CALL      DELAY
000453 03A1 CDFE0C                          CALL      DELAY
000454 03A4 C35401                          JP        FUNCT
000455 03A7                                 ;-----
000456 03A7 3E20                  PLAY:     LD        A,20H
000457 03A9 D320                            OUT       (PORTA),A
000458 03AB CDFE0C                          CALL      DELAY
000459 03AE CDFE0C                          CALL      DELAY
000460 03B1 AF                              XOR       A
000461 03B2 D320                            OUT       (PORTA),A
000462 03B4                                 ;------------------------------
000463 03B4                       PLAY2:
000464 03B4 21E712                          LD        HL,TP4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000465 03B7 1E02                        LD      E,2
000466 03B9 0604                        LD      B,4
000467 03BB CD410E                      CALL    WRNBYTE
000468 03BE 0601                        LD      B,1
000469 03C0 CD1C0D                      CALL    DELAY16
000470 03C3                             ;----
000471 03C3 CDB30D                      CALL    SCANK
000472 03C6 FE03                        CP      03H
000473 03C8 2803                        JR      Z,COON
000474 03CA C30804                      JP      CWT
000475 03CD                             ;-----
000476 03CD 21D712                COON: LD      HL,TPLAY
000477 03D0 1E02                        LD      E,2
000478 03D2 0604                        LD      B,4
000479 03D4 CD410E                      CALL    WRNBYTE
000480 03D7 0602                        LD      B,2
000481 03D9 CD1C0D                      CALL    DELAY16
000482 03DC                             ;-----
000483 03DC CDB30D                      CALL    SCANK
000484 03DF FE03                        CP      03H
000485 03E1 C2B006                      JP      NZ,CNT
000486 03E4                             ;-------
000487 03E4 DB22                        IN      A,(PORTC)
000488 03E6 CB5F                        BIT     3,A   ;   08= AUTO 04=AMS
000489 03E8 C2B403                      JP      NZ,PLAY2
000490 03EB                            ;-------------
000491 03EB CDFE0C                      CALL    DELAY
000492 03EE                            ;-------------
000493 03EE DB22                        IN      A,(PORTC)
000494 03F0 CB5F                        BIT     3,A
000495 03F2 C2B403                      JP      NZ,PLAY2  ;STOP
000496 03F5 211223                      LD      HL,STANBYFL
000497 03F8 7E                          LD      A,(HL)
000498 03F9 FE06                        CP      6
000499 03FB C20A05                      JP      NZ,STOP   ;STOP NORMAL
000500 03FE 3E01                        LD      A,1
000501 0400 77                          LD      (HL),A    ;RESET FLAG = 1 = NORMAL
000502 0401 3E08                        LD      A,08H     ;STOP  AT PROGRAM SET
000503 0403 D320                        OUT     (PORTA),A
000504 0405 C30E02                      JP      TIMERS
000505 0408                            ;=========
000506 0408 210423                 CWT: LD      HL,CTI
000507 040B 77                          LD      (HL),A
000508 040C 21D712                      LD      HL,TPLAY
000509 040F 1E02                        LD      E,2
000510 0411 0604                        LD      B,4
000511 0413 CD410E                      CALL    WRNBYTE
000512 0416 210423                      LD      HL,CTI
000513 0419 7E                          LD      A,(HL)
000514 041A C3B006                      JP      CNT
000515 041D                   ;#############################
000516 041D 3E08                REW:    LD      A,08H
000517 041F D320                        OUT     (PORTA),A
000518 0421 0601                        LD      B,1
000519 0423 CD330D                      CALL    DELAY8
000520 0426 AF                          XOR     A
000521 0427 D320                        OUT     (PORTA),A
000522 0429 CDFE0C                      CALL    DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000523 042C CDFE0C                      CALL    DELAY
000524 042F                              ;---------
000525 042F 3E80                        LD      A,80H
000526 0431 D320                        OUT     (PORTA),A
000527 0433 CDFE0C                      CALL    DELAY
000528 0436 CDFE0C                      CALL    DELAY
000529 0439 AF                          XOR     A
000530 043A D320                        OUT     (PORTA),A
000531 043C
000532 043C 21EB12              REW2:   LD      HL,TP3
000533 043F 1E09                        LD      E,9
000534 0441 0603                        LD      B,3
000535 0443 CD410E                      CALL    WRNBYTE
000536 0446 0601                        LD      B,1
000537 0448 CD1C0D                      CALL    DELAY16
000538 044B                              ;----
000539 044B CDB30D                      CALL    SCANK
000540 044E FE03                        CP      03H
000541 0450 2803                        JR      Z,CWON
000542 0452 C37F04                      JP      CQWT
000543 0455                              ;-----
000544 0455 21DB12              CWON:   LD      HL,TREW
000545 0458 1E09                        LD      E,9
000546 045A 0603                        LD      B,3
000547 045C CD410E                      CALL    WRNBYTE
000548 045F 0602                        LD      B,2
000549 0461 CD1C0D                      CALL    DELAY16
000550 0464                              ;-----
000551 0464 CDB30D                      CALL    SCANK
000552 0467 FE03                        CP      03H
000553 0469 C2B006                      JP      NZ,CNT
000554 046C DB22                        IN      A,(PORTC)
000555 046E CB5F                        BIT     3,A   ;   08= AUTO 04=AMS
000556 0470 20CA                        JR      NZ,REW2
000557 0472                             ;-------------
000558 0472 CDFE0C                      CALL    DELAY
000559 0475                             ;-------------
000560 0475 DB22                        IN      A,(PORTC)
000561 0477 CB5F                        BIT     3,A
000562 0479 CA0A05                      JP      Z,STOP
000563 047C                             ;-----------
000564 047C C33C04                      JP      REW2
000565 047F                             ;---
000566 047F 210423              CQWT:   LD      HL,CTI
000567 0482 77                          LD      (HL),A
000568 0483 21DB12                      LD      HL,TREW
000569 0486 1E09                        LD      E,9
000570 0488 0603                        LD      B,3
000571 048A CD410E                      CALL    WRNBYTE
000572 048D 210423                      LD      HL,CTI
000573 0490 7E                          LD      A,(HL)
000574 0491 C3B006                      JP      CNT
000575 0494                     ;********************************
000576 0494 3E08                FF:     LD      A,08H
000577 0496 D320                        OUT     (PORTA),A
000578 0498 0601                        LD      B,1
000579 049A CD330D                      CALL    DELAY8
000580 049D AF                          XOR     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000581 049E D320                        OUT     (PORTA),A
000582 04A0 CDFE0C                      CALL    DELAY
000583 04A3 CDFE0C                      CALL    DELAY
000584 04A6                             ;------
000585 04A6 3E10                        LD      A,10H
000586 04A8 D320                        OUT     (PORTA),A
000587 04AA CDFE0C                      CALL    DELAY
000588 04AD CDFE0C                      CALL    DELAY
000589 04B0 AF                          XOR     A
000590 04B1 D320                        OUT     (PORTA),A
000591 04B3                     FF2:
000592 04B3 21EE12                      LD      HL,TP2
000593 04B6 1E0F                        LD      E,0FH
000594 04B8 0602                        LD      B,2
000595 04BA CD410E                      CALL    WRNBYTE
000596 04BD 0601                        LD      B,1
000597 04BF CD1C0D                      CALL    DELAY16
000598 04C2                             ;----
000599 04C2 CDB30D                      CALL    SCANK
000600 04C5 FE03                        CP      03H
000601 04C7 2803                        JR      Z,CQON
000602 04C9 C3F504                      JP      CSNT
000603 04CC                             ;-----
000604 04CC 21E212              CQON:   LD      HL,TFF
000605 04CF 1E0F                        LD      E,0FH
000606 04D1 0602                        LD      B,2
000607 04D3 CD410E                      CALL    WRNBYTE
000608 04D6 0602                        LD      B,2
000609 04D8 CD1C0D                      CALL    DELAY16
000610 04DB                             ;-----
000611 04DB CDB30D                      CALL    SCANK
000612 04DE FE03                        CP      03H
000613 04E0 C2B006                      JP      NZ,CNT
000614 04E3                             ;--
000615 04E3 DB22                        IN      A,(PORTC)
000616 04E5 CB5F                        BIT     3,A   ;   08= AUTO 04=AMS
000617 04E7 20CA                        JR      NZ,FF2
000618 04E9                            ;-------------
000619 04E9 CDFE0C                      CALL    DELAY
000620 04EC                            ;-------------
000621 04EC DB22                        IN      A,(PORTC)
000622 04EE CB5F                        BIT     3,A
000623 04F0 CA0A05                      JP      Z,STOP
000624 04F3                             ;----
000625 04F3 18BE                        JR      FF2
000626 04F5                             ;----
000627 04F5 210423              CSNT:   LD      HL,CTI
000628 04F8 77                          LD      (HL),A
000629 04F9 21E212                      LD      HL,TFF
000630 04FC 1E0F                        LD      E,0FH
000631 04FE 0602                        LD      B,2
000632 0500 CD410E                      CALL    WRNBYTE
000633 0503 210423                      LD      HL,CTI
000634 0506 7E                          LD      A,(HL)
000635 0507 C3B006                      JP      CNT
000636 050A                     ;#####################################
000637 050A 3E08                STOP:   LD      A,08H
000638 050C D320                        OUT     (PORTA),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000639 050E 0601                        LD      B,1
000640 0510 CD330D                      CALL    DELAY8
000641 0513 AF                          XOR     A
000642 0514 D320                        OUT     (PORTA),A
000643 0516 21E712              STOP2:  LD      HL,TP4
000644 0519 1E42                        LD      E,42H
000645 051B 0604                        LD      B,4
000646 051D CD410E                      CALL    WRNBYTE
000647 0520 0601                        LD      B,1
000648 0522 CD1C0D                      CALL    DELAY16
000649 0525                             ;----
000650 0525 CDB30D                      CALL    SCANK
000651 0528 FE03                        CP      03H
000652 052A 2803                        JR      Z,CSON
000653 052C C34805                      JP      CXNT
000654 052F                             ;-----
000655 052F 21DE12                CSON: LD      HL,TSTOP
000656 0532 1E42                        LD      E,42H
000657 0534 0604                        LD      B,4
000658 0536 CD410E                      CALL    WRNBYTE
000659 0539 0602                        LD      B,2
000660 053B CD1C0D                      CALL    DELAY16
000661 053E                             ;-----
000662 053E CDB30D                      CALL    SCANK
000663 0541 FE03                        CP      03H
000664 0543 C2B006                      JP      NZ,CNT
000665 0546 18CE                        JR      STOP2
000666 0548                             ;-----
000667 0548 210423                CXNT: LD      HL,CTI
000668 054B 77                          LD      (HL),A
000669 054C 21DE12                      LD      HL,TSTOP
000670 054F 1E42                        LD      E,42H
000671 0551 0604                        LD      B,4
000672 0553 CD410E                      CALL    WRNBYTE
000673 0556 210423                      LD      HL,CTI
000674 0559 7E                          LD      A,(HL)
000675 055A C3B006                      JP      CNT
000676 055D                     ;*********************************
000677 055D 3E08                AMS:    LD      A,08H
000678 055F D320                        OUT     (PORTA),A
000679 0561 0601                        LD      B,1
000680 0563 CD330D                      CALL    DELAY8
000681 0566 AF                          XOR     A
000682 0567 D320                        OUT     (PORTA),A
000683 0569 CDFE0C                      CALL    DELAY
000684 056C CDFE0C                      CALL    DELAY
000685 056F                            ;-----
000686 056F 210C23                      LD      HL,NUMAMS
000687 0572 7E                          LD      A,(HL)
000688 0573 210D23                      LD      HL,NUMUSE
000689 0576 77                          LD      (HL),A
000690 0577                             ;----------
000691 0577 21CA0F                      LD      HL,HAMS   ;MODE AMS
000692 057A CD110D                      CALL    SHOW
000693 057D 210D23                      LD      HL,NUMUSE
000694 0580 7E                          LD      A,(HL)
000695 0581 CD070D                      CALL    COMP_ASCCI
000696 0584 57                          LD      D,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000697 0585 3E4C                        LD      A,4CH
000698 0587 CDD50C                      CALL    GOTO
000699 058A CDEE0C                      CALL    WRBYTE
000700 058D                     ;-----------------------------------------
000701 058D 0601                DTER:   LD      B,1
000702 058F CD430D                      CALL    DELAY4
000703 0592 CDB30D              READNUM:CALL    SCANK
000704 0595 FE15                        CP      15H
000705 0597 CAA605                      JP      Z,READINC
000706 059A FE17                        CP      17H
000707 059C CA6303                      JP      Z,CONTROL       ;EXIT
000708 059F FE13                        CP      13H
000709 05A1 CAC505                      JP      Z,SEDR
000710 05A4 18E7                        JR      DTER
000711 05A6                             ;------------
000712 05A6 E60F                READINC:AND     0FH
000713 05A8 210D23                      LD      HL,NUMUSE
000714 05AB 7E                          LD      A,(HL)
000715 05AC 3C                          INC     A
000716 05AD FE0A                        CP      10
000717 05AF 3804                        JR      C,CONH2
000718 05B1 3E01                        LD      A,1
000719 05B3 1800                        JR      CONH2
000720 05B5                             ;---------
000721 05B5 77                  CONH2:  LD      (HL),A
000722 05B6 CD070D              DWER:   CALL    COMP_ASCCI
000723 05B9 57                          LD      D,A
000724 05BA 3E4C                        LD      A,4CH
000725 05BC CDD50C                      CALL    GOTO
000726 05BF CDEE0C                      CALL    WRBYTE
000727 05C2 C38D05                      JP      DTER
000728 05C5                             ;------------------------
000729 05C5                     SEDR:   ;LD     HL,NUMUSE
000730 05C5                             ;LD     A,(HL)
000731 05C5                             ;CALL   COMP_ASCCI
000732 05C5                             ;LD     D,A
000733 05C5                             ;LD     A,4CH
000734 05C5                             ;CALL   GOTO
000735 05C5                             ;CALL   WRBYTE
000736 05C5                             ;------         ;DELAY NEW START!!!!!!!!
000737 05C5 0602                        LD      B,2
000738 05C7 CD330D                      CALL    DELAY8
000739 05CA                             ;------
000740 05CA 3E40                        LD      A,40H   ; AMS START
000741 05CC D320                        OUT     (PORTA),A
000742 05CE CDFE0C                      CALL    DELAY
000743 05D1 3E40                        LD      A,40H   ; AMS START
000744 05D3 D320                        OUT     (PORTA),A
000745 05D5 CDFE0C                      CALL    DELAY
000746 05D8 3E40                        LD      A,40H   ; AMS START
000747 05DA D320                        OUT     (PORTA),A
000748 05DC CDFE0C                      CALL    DELAY
000749 05DF CDFE0C                      CALL    DELAY
000750 05E2 CDFE0C                      CALL    DELAY
000751 05E5 AF                          XOR     A
000752 05E6 D320                        OUT     (PORTA),A
000753 05E8 0601                        LD      B,1
000754 05EA CD330D                      CALL    DELAY8
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000755 05ED                     ;-------------------------------------
000756 05ED                     ; AUTOSTOP
000757 05ED                     ;-------------------------------------
000758 05ED                          AUTOSTOP:
000759 05ED 214310                            LD        HL,HOAMS
000760 05F0 CD110D                            CALL      SHOW
000761 05F3                                   ;----
000762 05F3 210D23                            LD        HL,NUMUSE
000763 05F6 7E                                LD        A,(HL)
000764 05F7 CD070D                            CALL      COMP_ASCCI
000765 05FA 57                                LD        D,A
000766 05FB 3E4C                              LD        A,4CH
000767 05FD CDD50C                            CALL      GOTO
000768 0600 CDEE0C                            CALL      WRBYTE
000769 0603                                   ;----------
000770 0603 DB22                              IN        A,(PORTC)
000771 0605 CB5F                              BIT       3,A   ;   08= AUTO 04=AMS
000772 0607 C21D06                            JP        NZ,CHECKNEW      ;CHECKNEW
000773 060A                                   ;-------------
000774 060A CDFE0C                            CALL      DELAY
000775 060D                                   ;-------------
000776 060D DB22                              IN        A,(PORTC)
000777 060F CB5F                              BIT       3,A
000778 0611 C21D06                            JP        NZ,CHECKNEW
000779 0614 21A20F                            LD        HL,TCON
000780 0617 CD110D                            CALL      SHOW
000781 061A C30A05                            JP        STOP
000782 061D                     ;-------------------------------------
000783 061D                     ; AMS
000784 061D                     ;-------------------------------------
000785 061D CDB30D                  CHECKNEW: CALL      SCANK            ;EXIT PRESS
000786 0620 FE17                              CP        17H
000787 0622 C22E06                            JP        NZ,FDER
000788 0625 21A20F                            LD        HL,TCON
000789 0628 CD110D                            CALL      SHOW
000790 062B C30A05                            JP        STOP
000791 062E                                   ;-------
000792 062E DB22                        FDER: IN        A,(PORTC)
000793 0630 CB57                              BIT       2,A
000794 0632 20B9                              JR        NZ,AUTOSTOP
000795 0634                                   ;----------
000796 0634 0601                              LD        B,1       ; USES DELAY AFTER CHANG 1 TO 0
000797 0636 CD530D                            CALL      DELAY32   ;           "
000798 0639 CDFE0C                            CALL      DELAY     ;           "
000799 063C DB22                              IN        A,(PORTC) ;           "
000800 063E CB57                              BIT       2,A       ;           "
000801 0640 C2ED05                            JP        NZ,AUTOSTOP ;         "
000802 0643                                   ;---------------
000803 0643 210D23                            LD        HL,NUMUSE
000804 0646 7E                                LD        A,(HL)
000805 0647 3D                                DEC       A
000806 0648 FE00                              CP        0
000807 064A CA6606                            JP        Z,STOPLAY
000808 064D 77                                LD        (HL),A
000809 064E                                   ;----------
000810 064E 210D23                            LD        HL,NUMUSE        ; SHOW NUM AMS
000811 0651 7E                                LD        A,(HL)
000812 0652 CD070D                            CALL      COMP_ASCCI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000813 0655 57                          LD      D,A
000814 0656 3E4C                        LD      A,4CH
000815 0658 CDD50C                      CALL    GOTO
000816 065B CDEE0C                      CALL    WRBYTE
000817 065E 060C                        LD      B,12
000818 0660 CD1C0D                      CALL    DELAY16
000819 0663                             ;----------
000820 0663 C3ED05                      JP      AUTOSTOP
000821 0666                             ;------------------------------
000822 0666 211223              STOPLAY:LD      HL,STANBYFL     ;CHECK READY ASM PROGRAM
000823 0669 7E                          LD      A,(HL)
000824 066A FE04                        CP      4
000825 066C 2012                        JR      NZ,WIME
000826 066E 3E08                        LD      A,08H  ;STOP
000827 0670 D320                        OUT     (PORTA),A
000828 0672 0601                        LD      B,1
000829 0674 CD330D                      CALL    DELAY8
000830 0677 AF                          XOR     A
000831 0678 D320                        OUT     (PORTA),A
000832 067A CDFE0C                      CALL    DELAY
000833 067D C30E02                      JP      TIMERS
000834 0680                             ;--------------------
000835 0680 210C23              WIME:   LD      HL,NUMAMS
000836 0683 7E                          LD      A,(HL)
000837 0684 210D23                      LD      HL,NUMUSE
000838 0687 77                          LD      (HL),A
000839 0688                             ;--------
000840 0688 21A20F                      LD      HL,TCON
000841 068B CD110D                      CALL    SHOW
000842 068E 3E08                        LD      A,08H  ;STOP
000843 0690 D320                        OUT     (PORTA),A
000844 0692 0601                        LD      B,1
000845 0694 CD330D                      CALL    DELAY8
000846 0697 AF                          XOR     A
000847 0698 D320                        OUT     (PORTA),A
000848 069A CDFE0C                      CALL    DELAY
000849 069D                             ;------------
000850 069D 3E20                        LD      A,20H           ;PLAY
000851 069F D320                        OUT     (PORTA),A
000852 06A1 CDFE0C                      CALL    DELAY
000853 06A4 CDFE0C                      CALL    DELAY
000854 06A7 AF                          XOR     A
000855 06A8 D320                        OUT     (PORTA),A
000856 06AA CDFE0C                      CALL     DELAY
000857 06AD                             ;--------
000858 06AD C3A703                      JP       PLAY
000859 06B0                             ;---------
000860 06B0                     CNT:
000861 06B0 E60F                        AND     0FH
000862 06B2 5F                          LD      E,A
000863 06B3 3E08                        LD      A,08H  ;STOP
000864 06B5 D320                        OUT     (PORTA),A
000865 06B7 0601                        LD      B,1
000866 06B9 CD330D                      CALL    DELAY8
000867 06BC AF                          XOR     A
000868 06BD D320                        OUT     (PORTA),A
000869 06BF CDFE0C                      CALL    DELAY
000870 06C2 CDFE0C                      CALL    DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
06C5 7B                          LD      A,E
06C6 C36C03                      JP      HARAE ;CONTROL
06C9                             ;----------
06C9            ;**********************************************************
06C9            ;
06C9            ;
06C9            ;       **   MODE SET TIME AND DATE    **
06C9            ;
06C9            ;
06C9                    SETTIME:
06C9 21F20F                   LD       HL,SETDT
06CC CD110D                   CALL     SHOW
06CF 0604                     LD       B,4
06D1 CD330D                   CALL     DELAY8
06D4                  SETYY:  ;----------------------
06D4 21BB10                   LD       HL,SETTI ;TTIME    SET PAGE TO FROM RIGHT
06D7 110022                   LD       DE,STBUFF
06DA 012800                   LD       BC,40
06DD EDB0                     LDIR
06DF 210022                   LD       HL,STBUFF
06E2 CD110D                   CALL     SHOW
06E5                          ;----------------------
06E5 212023                   LD      HL,STTT
06E8 3E40                     LD      A,40H
06EA CDD50C                   CALL    GOTO
06ED CDB80C                   CALL    WRLM
06F0                          ;-----------------------
06F0                    WRM:
06F0 0603                     LD       B,3    ;MOV DATA  TO DISPLAY FORMAT
06F2 216622                   LD       HL,FHOUR      ;HH:MM:SS
06F5 DD210922                 LD       IX,STBUFF+9
06F9 7E                 QFF:  LD       A,(HL)
06FA DD7700                   LD       (IX+0),A
06FD 23                       INC      HL
06FE DD23                     INC      IX
0700 7E                       LD       A,(HL)
0701 DD7700                   LD       (IX+0),A
0704 23                       INC      HL
0705 DD23                     INC      IX
0707 DD23                     INC      IX
0709 10EE                     DJNZ     QFF
070B                          ;-----------
070B DD210B22                 LD       IX,STBUFF+11
070F 217222                   LD       HL,COLONE
0712 7E                       LD       A,(HL)
0713 DD7700                   LD       (IX+00),A
0716 23                       INC      HL
0717 7E                       LD       A,(HL)
0718 DD7703                   LD       (IX+03),A
071B                    ;----------------
071B 210922                   LD      HL,STBUFF+9
071E 3E0A                     LD      A,10
0720 CDD50C                   CALL    GOTO
0723 CDB80C                   CALL    WRLM
0726                     ;---------------------
0726 3E80                     LD      A,80H        ;SET INI NUM INC-DEC
0728 210E23                   LD      HL,NUMDECINC ; 40=INC
072B 77                       LD      (HL),A       ; 80=DEC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000929 072C C3D807                      JP      DECINC
000930 072F                          ;----------------------
000931 072F                  NEWSCAN:
000932 072F 212023                      LD      HL,STTT
000933 0732 3E40                        LD      A,40H
000934 0734 CDD50C                      CALL    GOTO
000935 0737 CD880C                      CALL    WRLM
000936 073A 0601                        LD      B,1
000937 073C CD430D                      CALL    DELAY4
000938 073F                             ;---------
000939 073F CDB30D                NERT: CALL    SCANK
000940 0742 FE03                        CP      03H
000941 0744 28F9                        JR      Z,NERT
000942 0746 FE10                        CP      10H
000943 0748 CA6607                      JP      Z,NUMHH
000944 074B FE11                        CP      11H
000945 074D CA6C07                      JP      Z,NUMMM
000946 0750 FE12                        CP      12H
000947 0752 CA7207                      JP      Z,NUMSS
000948 0755 FE15                        CP      15H
000949 0757 CAD807                      JP      Z,DECINC    ; 4        4
000950 075A FE17                        CP      17H         ; 12345678901234567890
000951 075C CA5401                      JP      Z,FUNCT     ; New Time  HH:MM:SS
000952 075F FE13                        CP      13H
000953 0761 CA0208                      JP      Z,SETTDATE   ;SETDATE
000954 0764 18C9                        JR      NEWSCAN
000955 0766                          ;----------------
000956 0766 DD212A23             NUMHH: LD      IX,STTT+10
000957 076A 180C                        JR      CHECKDN
000958 076C                          ;-----
000959 076C DD212D23             NUMMM: LD      IX,STTT+13
000960 0770 1806                        JR      CHECKDN
000961 0772                          ;-----
000962 0772 DD213023             NUMSS: LD      IX,STTT+16
000963 0776 1800                        JR      CHECKDN
000964 0778                          ;----------------
000965 0778                  CHECKDN:
000966 0778 DD5600                      LD      D,(IX+00)
000967 077B DD5E01                      LD      E,(IX+1)
000968 077E 210E23                      LD      HL,NUMDECINC  ; 40=INC
000969 0781 7E                          LD      A,(HL)        ; 80=DEC
000970 0782 FE80                        CP      80H
000971 0784 2808                        JR      Z,DECSA
000972 0786 FE40                        CP      40H
000973 0788 CAB007                      JP      Z,INCSA
000974 078B C32F07                      JP      NEWSCAN
000975 078E                          ;---------------------
000976 078E                  DECSA:
000977 078E 7B                          LD      A,E         ;DE=NUM TIME HH,MM,SS
000978 078F FE3A                        CP      3AH
000979 0791 3806                        JR      C,TRUE
000980 0793 113030                      LD      DE,3030H
000981 0796 C3CF07                      JP      SAVINDEX
000982 0799                           ;-----------------
000983 0799 FE30                 TRUE:  CP      30H
000984 079B 200F                        JR      NZ,DLOW
000985 079D 1E39                        LD      E,39H
000986 079F 7A                          LD      A,D     ; X0 TO X
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
000987 07A0 FE30                        CP      30H
000988 07A2 2004                        JR      NZ,DHIGH
000989 07A4 1635                        LD      D,35H  ;CHANG DE`WHEN = 00 TO 59
000990 07A6 1827                        JR      SAVINDEX
000991 07A8 15                  DHIGH:  DEC     D
000992 07A9 C3CF07                      JP      SAVINDEX
000993 07AC 1D                   DLOW:  DEC     E
000994 07AD C3CF07                      JP      SAVINDEX
000995 07B0                             ;--------------------
000996 07B0                     INCSA:
000997 07B0 7B                          LD      A,E        ;DE=NUM TIME HH,MM,SS
000998 07B1 FE3A                        CP      3AH
000999 07B3 3806                        JR      C,TREET
001000 07B5 113030                      LD      DE,3030H
001001 07B8 C3CF07                      JP      SAVINDEX
001002 07BB                             ;--------------------
001003 07BB FE39                TREET:  CP      39H
001004 07BD 200F                        JR      NZ,DLLOW
001005 07BF 1E30                        LD      E,30H
001006 07C1 7A                          LD      A,D    ; X0 TO X
001007 07C2 FE35                        CP      35H
001008 07C4 2004                        JR      NZ,DHHIGH
001009 07C6 1630                        LD      D,30H  ;CHANG DE WHEN = 00 TO 59
001010 07C8 1805                        JR      SAVINDEX
001011 07CA 14                  DHHIGH: INC     D
001012 07CB C3CF07                      JP      SAVINDEX
001013 07CE 1C                   DLLOW: INC     E
001014 07CF DD7200              SAVINDEX: LD    (IX+0),D
001015 07D2 DD7301                      LD      (IX+1),E
001016 07D5 C32F07                      JP      NEWSCAN
001017 07D8                      ;--------------------
001018 07D8 0601                 DECINC: LD     B,1
001019 07DA CD430D                      CALL    DELAY4
001020 07DD                             ;----
001021 07DD 210E23                      LD      HL,NUMDECINC  ; 40=INC
001022 07E0 7E                          LD      A,(HL)        ; 80=DEC
001023 07E1 FE80                        CP      80H
001024 07E3 280E                        JR      Z,CHAN40
001025 07E5 3E80                        LD      A,80H
001026 07E7 77                          LD      (HL),A
001027 07E8 DD213323                    LD      IX,STTT+19
001028 07EC 3EC6                        LD      A,0C6H  ;DEC
001029 07EE DD7700                      LD      (IX+00),A
001030 07F1 180C                        JR      READY
001031 07F3                             ;--------
001032 07F3 3E40                 CHAN40:  LD     A,40H
001033 07F5 77                          LD      (HL),A
001034 07F6 DD213323                    LD      IX,STTT+19
001035 07FA 3EC5                        LD      A,0C5H   ;INC
001036 07FC DD7700                      LD      (IX+00),A
001037 07FF C32F07               READY: JP      NEWSCAN
001038 0802                     ;##################################################
001039 0802                     ;SET DATE
001040 0802                     ;##################################################
001041 0802                        SETTDATE:
001042 0802 213311                      LD      HL,SETDA ;DATE    SET PAGE TO FROM RIGHT
001043 0805 110022                      LD      DE,STBUFF
001044 0808 012800                      LD      BC,40
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001045 080B EDB0                        LDIR
001046 080D 210022                      LD      HL,STBUFF
001047 0810 CD110D                      CALL    SHOW
001048 0813                             ;-------
001049 0813 214023                      LD      HL,SDTT
001050 0816 3E40                        LD      A,40H
001051 0818 CDD50C                      CALL    GOTO
001052 081B CDB80C                      CALL    WRLM
001053 081E                             ;----------------------
001054 081E 0603                        LD      B,3    ;MOV DATA  TO DISPLAY FORMAT
001055 0820 216C22                      LD      HL,FDATE       ;DD:MM:YY
001056 0823 DD210922                    LD      IX,STBUFF+9
001057 0827 7E                  XFF2:   LD      A,(HL)
001058 0828 DD7700                      LD      (IX+0),A
001059 082B 23                          INC     HL
001060 082C DD23                        INC     IX
001061 082E 7E                          LD      A,(HL)
001062 082F DD7700                      LD      (IX+0),A
001063 0832 23                          INC     HL
001064 0833 DD23                        INC     IX
001065 0835 DD23                        INC     IX
001066 0837 10EE                        DJNZ    XFF2
001067 0839                            ;--------------
001068 0839 DD210B22                    LD      IX,STBUFF+11
001069 083D 217422                      LD      HL,SLATE
001070 0840 7E                          LD      A,(HL)
001071 0841 DD7700                      LD      (IX+00),A
001072 0844 DD7703                      LD      (IX+03),A
001073 0847                             ;----------------
001074 0847 210922                      LD      HL,STBUFF+9
001075 084A 3E0A                        LD      A,10
001076 084C CDD50C                      CALL    GOTO
001077 084F CDB80C                      CALL    WRLM
001078 0852                             ;----------
001079 0852 3E80                        LD      A,80H       ;SET INI NUM INC-DEC
001080 0854 210E23                      LD      HL,NUMDECINC ; 40=INC
001081 0857 77                          LD      (HL),A       ; 80=DEC
001082 0858 C30409                      JP      DCINC
001083 085B                         ;--------------------
001084 085B                     NEWCAN:
001085 085B 214023                      LD      HL,SDTT
001086 085E 3E40                        LD      A,40H
001087 0860 CDD50C                      CALL    GOTO
001088 0863 CDB80C                      CALL    WRLM
001089 0866 0601                        LD      B,1
001090 0868 CD430D                      CALL    DELAY4
001091 086B                             ;---------
001092 086B CDB30D                  NSRT:   CALL    SCANK
001093 086E FE03                        CP      03H
001094 0870 28F9                        JR      Z,NSRT
001095 0872 FE10                        CP      10H
001096 0874 CA9208                      JP      Z,NMHH
001097 0877 FE11                        CP      11H
001098 0879 CA9808                      JP      Z,NMMM
001099 087C FE12                        CP      12H
001100 087E CA9E08                      JP      Z,NMSS
001101 0881 FE15                        CP      15H
001102 0883 CA0409                      JP      Z,DCINC     ; 4         5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001103 0886 FE17                        CP      17H         ; 12345678901234567890
001104 0888 CA5401                      JP      Z,FUNCT     ; New Time  HH:MM:SS
001105 088B FE13                        CP      13H
001106 088D CA2E09                      JP      Z,SETIMDTE   ;SETCLOCK
001107 0890 18C9                        JR      NEWCAN
001108 0892                           ;----------------
001109 0892 DD214A23            NMHH:   LD      IX,SDTT+10
001110 0896 180C                        JR      CHECKD
001111 0898                           ;-----
001112 0898 DD214D23            NMMM:   LD      IX,SDTT+13
001113 089C 1806                        JR      CHECKD
001114 089E                           ;-----
001115 089E DD215023            NMSS:   LD      IX,SDTT+16
001116 08A2 1800                        JR      CHECKD
001117 08A4                           ;----------------
001118 08A4                     CHECKD:
001119 08A4 DD5600                      LD      D,(IX+00)
001120 08A7 DD5E01                      LD      E,(IX+1)
001121 08AA 210E23                      LD      HL,NUMDECINC  ; 40=INC
001122 08AD 7E                          LD      A,(HL)        ; 80=DEC
001123 08AE FE80                        CP      80H
001124 08B0 2808                        JR      Z,DECS
001125 08B2 FE40                        CP      40H
001126 08B4 CADC08                      JP      Z,INCS
001127 08B7 C35B08                      JP      NEWCAN
001128 08BA                           ;--------------------
001129 08BA                     DECS:
001130 08BA 7B                          LD      A,E         ;DE=NUM TIME HH,MM,SS
001131 08BB FE3A                        CP      3AH
001132 08BD 3806                        JR      C,TRUES
001133 08BF 113030                      LD      DE,3030H
001134 08C2 C3FB08                      JP      SAVINDE
001135 08C5                           ;-------------------
001136 08C5 FE30                TRUES:  CP      30H
001137 08C7 200F                        JR      NZ,DOW
001138 08C9 1E39                        LD      E,39H
001139 08CB 7A                          LD      A,D     ; X0 TO X
001140 08CC FE30                        CP      30H
001141 08CE 2004                        JR      NZ,DIGH
001142 08D0 1639                        LD      D,39H  ;CHANG DE WHEN = 00 TO 59
001143 08D2 1827                        JR      SAVINDE
001144 08D4 15                  DIGH:   DEC     D
001145 08D5 C3FB08                      JP      SAVINDE
001146 08D8 1D                   DOW:   DEC     E
001147 08D9 C3FB08                      JP      SAVINDE
001148 08DC                           ;--------------------
001149 08DC                      INCS:
001150 08DC 7B                          LD      A,E         ;DE=NUM TIME HH,MM,SS
001151 08DD FE3A                        CP      3AH
001152 08DF 3806                        JR      C,TRAET
001153 08E1 113030                      LD      DE,3030H
001154 08E4 C3FB08                      JP      SAVINDE
001155 08E7                           ;--------------------
001156 08E7 FE39                TRAET:  CP      39H
001157 08E9 200F                        JR      NZ,DSLOW
001158 08EB 1E30                        LD      E,30H
001159 08ED 7A                          LD      A,D     ; X0 TO X
001160 08EE FE39                        CP      39H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001161 08F0 2004                        JR      NZ,DSHIGH
001162 08F2 1630                        LD      D,30H  ;CHANG DE WHEN = 00 TO 59
001163 08F4 1805                        JR      SAVINDE
001164 08F6 14                  DSHIGH: INC     D
001165 08F7 C3FB08                      JP      SAVINDE
001166 08FA 1C                  DSLOW:  INC     E
001167 08FB DD7200              SAVINDE:LD      (IX+0),D
001168 08FE DD7301                      LD      (IX+1),E
001169 0901 C35B08                      JP      NEWCAN
001170 0904                      ;--------------------
001171 0904 0601                DCINC:  LD      B,1
001172 0906 CD430D                      CALL    DELAY4
001173 0909                             ;----
001174 0909 210E23                      LD      HL,NUMDECINC  ; 40=INC
001175 090C 7E                          LD      A,(HL)        ; 80=DEC
001176 090D FE80                        CP      80H
001177 090F 280E                        JR      Z,CHA40
001178 0911 3E80                        LD      A,80H
001179 0913 77                          LD      (HL),A
001180 0914 DD215323                    LD      IX,SDTT+19
001181 0918 3EC6                        LD      A,0C6H   ;DEC
001182 091A DD7700                      LD      (IX+00),A
001183 091D 180C                        JR      READAY
001184 091F                             ;--------
001185 091F 3E40                CHA40:  LD      A,40H    ;
001186 0921 77                          LD      (HL),A
001187 0922 DD215323                    LD      IX,SDTT+19
001188 0926 3EC5                        LD      A,0C5H     ;INC
001189 0928 DD7700                      LD      (IX+00),A
001190 092B C35B08              READAY: JP      NEWCAN
001191 092E                      ;--------------------
001192 092E DD212023            SETIMDTE: LD    IX,STTT
001193 0932 3A2B23                      LD      A,(STTT+11)  ; HH HIGH
001194 0935 E60F                        AND     0FH
001195 0937 47                          LD      B,A
001196 0938 3A2A23                      LD      A,(STTT+10)  ; HH LOW
001197 093B E60F                        AND     0FH
001198 093D 07                          RLCA
001199 093E 07                          RLCA
001200 093F 07                          RLCA
001201 0940 07                          RLCA
001202 0941 B0                          OR      B
001203 0942 4F                          LD      C,A ;HOUR READY
001204 0943                             ;-------
001205 0943 3A2E23                      LD      A,(STTT+14)  ; MM HIGH
001206 0946 E60F                        AND     0FH
001207 0948 47                          LD      B,A
001208 0949 3A2D23                      LD      A,(STTT+13)  ; MM LOW
001209 094C E60F                        AND     0FH
001210 094E 07                          RLCA
001211 094F 07                          RLCA
001212 0950 07                          RLCA
001213 0951 07                          RLCA
001214 0952 B0                          OR      B
001215 0953 67                          LD      H,A ;MIM READY
001216 0954                             ;---------
001217 0954 3A3123                      LD      A,(STTT+17)  ; SS HIGH
001218 0957 E60F                        AND     0FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001219 0959 47                          LD      B,A
001220 095A 3A3023                      LD      A,(STTT+16)  ; SS LOW
001221 095D E60F                        AND     0FH
001222 095F 07                          RLCA
001223 0960 07                          RLCA
001224 0961 07                          RLCA
001225 0962 07                          RLCA
001226 0963 B0                          OR      B
001227 0964 6F                          LD      L,A     ;SEC READY
001228 0965
001229 0965                 ;!!!!!!!!!!!!!!DATE!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
001230 0965                             ;---------
001231 0965 DD214023                    LD      IX,SDTT
001232 0969 DD7E0B                      LD      A,(IX+11)  ; DD HIGH
001233 096C E60F                        AND     0FH
001234 096E 47                          LD      B,A
001235 096F DD7E0A                      LD      A,(IX+10)  ; DD LOW
001236 0972 E60F                        AND     0FH
001237 0974 07                          RLCA
001238 0975 07                          RLCA
001239 0976 07                          RLCA
001240 0977 07                          RLCA
001241 0978 B0                          OR      B
001242 0979 57                          LD      D,A ;DATE READY
001243 097A                             ;-------
001244 097A DD7E0E                      LD      A,(IX+14)  ; MM HIGH
001245 097D E60F                        AND     0FH
001246 097F 47                          LD      B,A
001247 0980 DD7E0D                      LD      A,(IX+13)  ; MM LOW
001248 0983 E60F                        AND     0FH
001249 0985 07                          RLCA
001250 0986 07                          RLCA
001251 0987 07                          RLCA
001252 0988 07                          RLCA
001253 0989 B0                          OR      B
001254 098A 5F                          LD      E,A ;MONTH READY
001255 098B                             ;---------
001256 098B DD7E11                      LD      A,(IX+17)  ; YY HIGH
001257 098E E60F                        AND     0FH
001258 0990 47                          LD      B,A
001259 0991 DD7E10                      LD      A,(IX+16)  ; YY LOW
001260 0994 E60F                        AND     0FH
001261 0996 07                          RLCA
001262 0997 07                          RLCA
001263 0998 07                          RLCA
001264 0999 07                          RLCA
001265 099A B0                          OR      B
001266 099B 47                          LD      B,A     ;YEAR READY
001267 099C                             ;---------
001268 099C 79                          LD      A,C     ;HOUR
001269 099D FE24                        CP      24H
001270 099F 3027                        JR      NC,EEROR  ;MIN
001271 09A1 7C                          LD      A,H
001272 09A2 FE60                        CP      60H
001273 09A4 3022                        JR      NC,EEROR  ;SEC
001274 09A6 7D                          LD      A,L
001275 09A7 FE60                        CP      60H
001276 09A9 301D                        JR      NC,EEROR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
09AB 7A                     LD      A,D      ;DATE
09AC FE32                   CP      32H
09AE 3018                   JR      NC,EEROR
09B0 FE00                   CP      0
09B2 2814                   JR      Z,EEROR
09B4 7B                     LD      A,E      ;MONTH
09B5 FE13                   CP      13H
09B7 300F                   JR      NC,EEROR
09B9 FE00                   CP      0
09BB 280B                   JR      Z,EEROR
09BD 78                     LD      A,B
09BE FE9A                   CP      9AH
09C0 3006                   JR      NC,EEROR
09C2                        ;-------------------------------
09C2 CD820D                 CALL    SET_CLK
09C5 C30E02                 JP      TIMERS
09C8                        ;------------------------------
09C8 3E03           EEROR:  LD      A,3
09CA 217722                 LD      HL,TITELL
09CD 77                     LD      (HL),A
09CE 216B10           SEW:  LD      HL,ERORl
09D1 CD110D                 CALL    SHOW
09D4 0603                   LD      B,3
09D6 CD1C0D                 CALL    DELAY16
09D9 219310                 LD      HL,EROR2
09DC CD110D                 CALL    SHOW
09DF 0603                   LD      B,3
09E1 CD1C0D                 CALL    DELAY16
09E4 217722                 LD      HL,TITELL
09E7 7E                     LD      A,(HL)
09E8 3D                     DEC     A
09E9 77                     LD      (HL),A
09EA 20E2                   JR      NZ,SEW
09EC                        ;---------------------------------
09EC C3D406                 JP      SETYY
09EF
09EF            ;INPUT  USE HL=MIN:SEC BC=YEAR:HOUR ,D=DATE,E=MONTH
09EF            ;*************************************************************
09EF            ;
09EF            ;
09EF            ;     **   MODE PROGRAM        **
09EF            ;
09EF            ;
09EF                PROGRAM:
09EF 211A10                 LD      HL,PRODT
09F2 CD110D                 CALL    SHOW
09F5 0604                   LD      B,4
09F7 CD330D                 CALL    DELAY8
09FA                        ;--------
09FA CDEB0D                 CALL    SCAN
09FD FE01                   CP      1
09FF 2823                   JR      Z,STARP
0A01 FE07                   CP      7
0A03 CA7301                 JP      Z,STAOP
0A06 FE02                   CP      2
0A08 2802                   JR      Z,CLEARPRO
0A0A 18E3                   JR      PROGRAM
0A0C                        ;-----
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001335 0A0C 21AB11          CLEARPRO:  LD        HL,TCLEAR
001336 0A0F CD110D                     CALL      SHOW
001337 0A12 0601                       LD        B,1
001338 0A14 CD330D                     CALL      DELAY8
001339 0A17 0602                       LD        B,2
001340 0A19 CD1C0D                     CALL      DELAY16
001341 0A1C 211223                     LD        HL,STANBYFL
001342 0A1F 3E01                       LD        A,1
001343 0A21 77                         LD        (HL),A
001344 0A22 18CB                       JR        PROGRAM
001345 0A24                            ;!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
001346 0A24                 STARP:
001347 0A24 210B11                     LD        HL,PROTI ;PPROG    SET PAGE TO FROM RIGHT
001348 0A27 110022                     LD        DE,STBUFF
001349 0A2A 012800                     LD        BC,40
001350 0A2D EDB0                       LDIR
001351 0A2F 210022                     LD        HL,STBUFF
001352 0A32 CD110D                     CALL      SHOW
001353 0A35                            ;------
001354 0A35 216023                     LD        HL,PRTT
001355 0A38 3E40                       LD        A,40H
001356 0A3A CDD50C                     CALL      GOTO
001357 0A3D CDB80C                     CALL      WRLM
001358 0A40                            ;--------------------
001359 0A40 3E80                       LD        A,80H       ;SET INI NUM INC-DEC
001360 0A42 210E23                     LD        HL,NUMDECINC ; 40=INC
001361 0A45 77                         LD        (HL),A       ; 80=DEC
001362 0A46 C3F20A                     JP        PDECINC
001363 0A49                       ;--------------------
001364 0A49                 PNEWSCAN:
001365 0A49 216023                     LD        HL,PRTT
001366 0A4C 3E40                       LD        A,40H
001367 0A4E CDD50C                     CALL      GOTO
001368 0A51 CDB80C                     CALL      WRLM
001369 0A54 0601                       LD        B,1
001370 0A56 CD430D                     CALL      DELAY4
001371 0A59                            ;---------
001372 0A59 CDB30D           PNERT:    CALL      SCANK
001373 0A5C FE03                       CP        03H
001374 0A5E 28F9                       JR        Z,PNERT
001375 0A60 FE10                       CP        10H
001376 0A62 CA800A                     JP        Z,PNUMHH
001377 0A65 FE11                       CP        11H
001378 0A67 CA860A                     JP        Z,PNUMMM
001379 0A6A FE12                       CP        12H
001380 0A6C CA8C0A                     JP        Z,PNUMSS
001381 0A6F FE15                       CP        15H
001382 0A71 CAF20A                     JP        Z,PDECINC    ; 4        4
001383 0A74 FE17                       CP        17H         ; 12345678901234567890
001384 0A76 CA5401                     JP        Z,FUNCT      ; New Time  HH:MM:SS
001385 0A79 FE13                       CP        13H
001386 0A7B CA1C0B                     JP        Z,DETECDATA
001387 0A7E 18C9                       JR        PNEWSCAN
001388 0A80                       ;----------------
001389 0A80 DD216623         PNUMHH:   LD        IX,PRTT+6
001390 0A84 180C                       JR        PROCHK
001391 0A86                       ;-----
001392 0A86 DD216923         PNUMMM:   LD        IX,PRTT+9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001393 0A8A 1806                        JR      PROCHK
001394 0A8C                           ;-----
001395 0A8C DD216C23          PNUMSS:   LD      IX,PRTT+12
001396 0A90 1800                        JR      PROCHK
001397 0A92                           ;-----------------
001398 0A92                    PROCHK:
001399 0A92 DD5600                      LD      D,(IX+00)
001400 0A95 DD5E01                      LD      E,(IX+1)
001401 0A98 210E23                      LD      HL,NUMDECINC  ; 40=INC
001402 0A9B 7E                          LD      A,(HL)        ; 80=DEC
001403 0A9C FE80                        CP      80H
001404 0A9E 2808                        JR      Z,PDECSA
001405 0AA0 FE40                        CP      40H
001406 0AA2 CACA0A                      JP      Z,PINCSA
001407 0AA5 C3490A                      JP      PNEWSCAN
001408 0AA8                           ;--------------------
001409 0AA8                     PDECSA:
001410 0AA8 7B                          LD      A,E         ;DE=NUM TIME HH,MM,SS
001411 0AA9 FE3A                        CP      3AH
001412 0AAB 3806                        JR      C,PTRUE
001413 0AAD 113030                      LD      DE,3030H
001414 0AB0 C3E90A                      JP      PSAVINDEX
001415 0AB3                           ;------------------
001416 0AB3 FE30                PTRUE:  CP      30H
001417 0AB5 200F                        JR      NZ,PDLOW
001418 0AB7 1E39                        LD      E,39H
001419 0AB9 7A                          LD      A,D    ; XO TO X
001420 0ABA FE30                        CP      30H
001421 0ABC 2004                        JR      NZ,PDHIGH
001422 0ABE 1635                        LD      D,35H  ;CHANG DE WHEN = 00 TO 59
001423 0AC0 1827                        JR      PSAVINDEX
001424 0AC2 15                  PDHIGH: DEC     D
001425 0AC3 C3E90A                      JP      PSAVINDEX
001426 0AC6 1D                  PDLOW:  DEC     E
001427 0AC7 C3E90A                      JP      PSAVINDEX
001428 0ACA                           ;--------------------
001429 0ACA                     PINCSA:
001430 0ACA 7B                          LD      A,E         ;DE=NUM TIME HH,MM,SS
001431 0ACB FE3A                        CP      3AH
001432 0ACD 3806                        JR      C,PTREET
001433 0ACF 113030                      LD      DE,3030H
001434 0AD2 C3E90A                      JP      PSAVINDEX
001435 0AD5                           ;--------------------
001436 0AD5 FE39                PTREET: CP      39H
001437 0AD7 200F                        JR      NZ,PDLLOW
001438 0AD9 1E30                        LD      E,30H
001439 0ADB 7A                          LD      A,D    ; XO TO X
001440 0ADC FE35                        CP      35H
001441 0ADE 2004                        JR      NZ,PDHHIGH
001442 0AE0 1630                        LD      D,30H  ;CHANG DE WHEN = 00 TO 59
001443 0AE2 1805                        JR      PSAVINDEX
001444 0AE4 14                  PDHHIGH: INC    D
001445 0AE5 C3E90A                      JP      PSAVINDEX
001446 0AE8 1C                  PDLLOW:  INC    E
001447 0AE9 DD7200              PSAVINDEX: LD   (IX+0),D
001448 0AEC DD7301                      LD      (IX+1),E
001449 0AEF C3490A                      JP      PNEWSCAN
001450 0AF2                           ;--------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001451 0AF2 0601                PDECINC: LD      B,1
001452 0AF4 CD430D                       CALL    DELAY4
001453 0AF7                              ;----
001454 0AF7 210E23                       LD      HL,NUMDECINC  ; 40=INC
001455 0AFA 7E                           LD      A,(HL)        ; 80=DEC
001456 0AFB FE80                         CP      80H
001457 0AFD 280E                         JR      Z,PCHAN40
001458 0AFF 3E80                         LD      A,80H
001459 0B01 77                           LD      (HL),A
001460 0B02 DD217323                     LD      IX,PRTT+19
001461 0B06 3EC6                         LD      A,0C6H  ;DEC
001462 0B08 DD7700                       LD      (IX+00),A
001463 0B0B 180C                         JR      PREADY
001464 0B0D                              ;--------
001465 0B0D 3E40                PCHAN40: LD      A,40H
001466 0B0F 77                           LD      (HL),A
001467 0B10 DD217323                     LD      IX,PRTT+19
001468 0B14 3EC5                         LD      A,0C5H   ;INC
001469 0B16 DD7700                       LD      (IX+00),A
001470 0B19 C3490A              PREADY:  JP      PNEWSCAN
001471 0B1C                    ;#############################################################
001472 0B1C DD216023             DETECDATA: LD      IX,PRTT
001473 0B20 DD7E07                         LD      A,(IX+7)  ; HH HIGH
001474 0B23 E60F                           AND     0FH
001475 0B25 47                             LD      B,A
001476 0B26 DD7E06                         LD      A,(IX+6)  ; HH LOW
001477 0B29 E60F                           AND     0FH
001478 0B2B 07                             RLCA
001479 0B2C 07                             RLCA
001480 0B2D 07                             RLCA
001481 0B2E 07                             RLCA
001482 0B2F B0                             OR      B
001483 0B30 4F                             LD      C,A ;HOUR READY
001484 0B31                                ;-------
001485 0B31 DD7E0A                         LD      A,(IX+10)  ; MM HIGH
001486 0B34 E60F                           AND     0FH
001487 0B36 47                             LD      B,A
001488 0B37 DD7E09                         LD      A,(IX+9)  ; MM LOW
001489 0B3A E60F                           AND     0FH
001490 0B3C 07                             RLCA
001491 0B3D 07                             RLCA
001492 0B3E 07                             RLCA
001493 0B3F 07                             RLCA
001494 0B40 B0                             OR      B
001495 0B41 67                             LD      H,A ;MIM READY
001496 0B42                                ;---------
001497 0B42 DD7E0D                         LD      A,(IX+13)  ; SS HIGH
001498 0B45 E60F                           AND     0FH
001499 0B47 47                             LD      B,A
001500 0B48 DD7E0C                         LD      A,(IX+12)  ; SS LOW
001501 0B4B E60F                           AND     0FH
001502 0B4D 07                             RLCA
001503 0B4E 07                             RLCA
001504 0B4F 07                             RLCA
001505 0B50 07                             RLCA
001506 0B51 B0                             OR      B
001507 0B52 6F                             LD      L,A      ;SEC READY
001508 0B53                    ;-------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001509 0B53                    ; CHECK ERROR
001510 0B53                    ;-------------------------------------------------
001511 0B53 79                          LD      A,C     ;HOUR
001512 0B54 FE24                        CP      24H
001513 0B56 300D                        JR      NC,PEROR
001514 0B58 7C                          LD      A,H     ;MIN
001515 0B59 FE60                        CP      60H
001516 0B5B 3008                        JR      NC,PEROR
001517 0B5D 7D                          LD      A,L
001518 0B5E FE60                        CP      60H     ;SEC
001519 0B60 3003                        JR      NC,PEROR
001520 0B62                             ;--
001521 0B62 C38C0B                      JP      SADATA
001522 0B65                             ;-----------------------------
001523 0B65 3E03               PEROR:   LD      A,3
001524 0B67 217722                      LD      HL,TITELL
001525 0B6A 77                          LD      (HL),A
001526 0B6B 216B10             PSEW:    LD      HL,EROR1
001527 0B6E CD110D                      CALL    SHOW
001528 0B71 0603                        LD      B,3
001529 0B73 CD1C0D                      CALL    DELAY16
001530 0B76 219310                      LD      HL,EROR2
001531 0B79 CD110D                      CALL    SHOW
001532 0B7C 0603                        LD      B,3
001533 0B7E CD1C0D                      CALL    DELAY16
001534 0B81 217722                      LD      HL,TITELL
001535 0B84 7E                          LD      A,(HL)
001536 0B85 3D                          DEC     A
001537 0B86 77                          LD      (HL),A
001538 0B87 20E2                        JR      NZ,PSEW
001539 0B89                            ;-------------------------------
001540 0B89 C3240A                      JP      STARP
001541 0B8C                            ;-------------------------------
001542 0B8C 110F23             SADATA:  LD      DE,PRODATA      ;C:H:L=HH:MM:SS
001543 0B8F 79                          LD      A,C
001544 0B90 12                          LD      (DE),A
001545 0B91 13                          INC     DE
001546 0B92 7C                          LD      A,H
001547 0B93 12                          LD      (DE),A
001548 0B94 13                          INC     DE
001549 0B95 7D                          LD      A,L
001550 0B96 12                          LD      (DE),A
001551 0B97                             ;------------
001552 0B97 41                          LD      B,C
001553 0B98 79                          LD      A,C
001554 0B99 E60F                        AND     0FH
001555 0B9B 4F                          LD      C,A
001556 0B9C 78                          LD      A,B
001557 0B9D E6F0                        AND     0F0H
001558 0B9F 07                          RLCA
001559 0BA0 07                          RLCA
001560 0BA1 07                          RLCA
001561 0BA2 07                          RLCA
001562 0BA3 47                          LD      B,A     ;HOUR READY UNPACK 0H:0H=BC
001563 0BA4                             ;--------------------
001564 0BA4 6C                          LD      L,H
001565 0BA5 7C                          LD      A,H
001566 0BA6 E60F                        AND     0FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001567 0BA8 57                          LD      D,A
001568 0BA9 7D                          LD      A,L
001569 0BAA E6F0                        AND     0F0H
001570 0BAC 07                          RLCA
001571 0BAD 07                          RLCA
001572 0BAE 07                          RLCA
001573 0BAF 07                          RLCA
001574 0BB0 67                          LD      H,A
001575 0BB1 6A                          LD      L,D         ;MIN READY UNPACK OM:OM=HL
001576 0BB2                             ;--------------------
001577 0BB2 7C                          LD      A,H         ;MIN-10 , BC:HL=HH:MM
001578 0BB3 FE00                        CP      0
001579 0BB5 2011                        JR      NZ,DECONE
001580 0BB7 2605                        LD      H,5
001581 0BB9                             ;------
001582 0BB9 79                          LD      A,C         ;HOUR
001583 0BBA FE00                        CP      0
001584 0BBC 200D                        JR      NZ,DEONE
001585 0BBE 78                          LD      A,B
001586 0BBF FE00                        CP      0
001587 0BC1 200B                        JR      NZ,DONE
001588 0BC3 010302                      LD      BC,0203H
001589 0BC6 1807                        JR      PACKUP
001590 0BC8                             ;-------
001591 0BC8 25                  DECONE: DEC     H
001592 0BC9 1804                        JR      PACKUP
001593 0BCB 0D                  DEONE:  DEC     C
001594 0BCC 1801                        JR      PACKUP
001595 0BCE 05                  DONE:   DEC     B
001596 0BCF                     PACKUP:
001597 0BCF 79                          LD      A,C  ; HH HIGH
001598 0BD0 E60F                        AND     0FH
001599 0BD2 5F                          LD      E,A
001600 0BD3 78                          LD      A,B  ; HH LOW
001601 0BD4 E60F                        AND     0FH
001602 0BD6 07                          RLCA
001603 0BD7 07                          RLCA
001604 0BD8 07                          RLCA
001605 0BD9 07                          RLCA
001606 0BDA B3                          OR      E
001607 0BDB 47                          LD      B,A ;HOUR READY
001608 0BDC                             ;-------
001609 0BDC 7D                          LD      A,L  ; MM HIGH
001610 0BDD E60F                        AND     0FH
001611 0BDF 5F                          LD      E,A
001612 0BE0 7C                          LD      A,H  ; MM LOW
001613 0BE1 E60F                        AND     0FH
001614 0BE3 07                          RLCA
001615 0BE4 07                          RLCA
001616 0BE5 07                          RLCA
001617 0BE6 07                          RLCA
001618 0BE7 B3                          OR      E
001619 0BE8 4F                          LD      C,A ;MIM READY   ;   B:C:D
001620 0BE9 211123                      LD      HL,PRODATA+2
001621 0BEC 7E                          LD      A,(HL)
001622 0BED 57                          LD      D,A
001623 0BEE                             ;-------
001624 0BEE DD211423                    LD      IX,PSTAN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0BF2 78                         LD      A,B
0BF3 DD7700                     LD      (IX+0),A
0BF6 79                         LD      A,C
0BF7 DD7701                     LD      (IX+1),A
0BFA 7A                         LD      A,D
0BFB DD7702                     LD      (IX+2),A
0BFE                            ;--------
0BFE DD216022                   LD      IX,BHOUR
0C02 DD7E00                     LD      A,(IX+0)
0C05 B8                         CP      B
0C06 2803                       JR      Z,WQER
0C08 D2180C                     JP      NC,SHOMORE
0C0B                            ;---
0C0B DD7E01             WQER:   LD      A,(IX+1)
0C0E 99                         SBC     A,C
0C0F FE01                       CP      1
0C11 2813                       JR      Z,BIGJONE
0C13 DA180C                     JP      C,SHOMORE
0C16 180E                       JR      BIGJONE
0C18                            ;----------
0C18
0C18 218311         SHOMORE:    LD      HL,TMORE    ; THE TIME WITH PROGRAM
0C1B CD110D                     CALL    SHOW        ; MUST MORE THAN REAL TIME
0C1E 0603                       LD      B,3         ; EQUAL 10 MIN
0C20 CD330D                     CALL    DELAY8
0C23 C3240A                     JP      STARP
0C26                            ;-----------
0C26                BIGJONE:
0C26 211223                     LD      HL,STANBYFL
0C29 3E02                       LD      A,2         ;FLAG=1 =NORMAL
0C2B 77                         LD      (HL),A      ;FLAG=2 =STANBY TIME FIND AMS
0C2C                                                ;FLAG=3 =STANBY TIME PROGRAM WAIT START
0C2C                ;##########################################################
0C2C                ;                   SELECT AMS
0C2C                ;##########################################################
0C2C                SELAMS:     ;--------------------
0C2C 21E310                     LD      HL,PROAM
0C2F CD110D                     CALL    SHOW
0C32                            ;-------------
0C32 211323                         LD      HL,ASMTEM
0C35 3E09                           LD      A,9
0C37 77                             LD      (HL),A
0C38 CD070D                         CALL    COMP_ASCCI
0C3B 57                             LD      D,A
0C3C 3E4C                           LD      A,4CH
0C3E CDD50C                         CALL    GOTO
0C41 CDEE0C                         CALL    WRBYTE
0C44                            ;-------------
0C44
0C44 0601               PDTER:      LD      B,1
0C46 CD430D                         CALL    DELAY4
0C49 CDB30D         PREADNUM:       CALL    SCANK
0C4C FE15                           CP      15H
0C4E CA5D0C                         JP      Z,PREADINC
0C51 FE17                           CP      17H
0C53 CA6303                         JP      Z,CONTROL       ;EXIT
0C56 FE13                           CP      13H
0C58 CA0E02                         JP      Z,TIMERS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001683 0C5B 18E7                        JR      PDTER
001684 0C5D                             ;------------
001685 0C5D E60F            PREADINC:   AND     0FH
001686 0C5F 211323                      LD      HL,ASMTEM
001687 0C62 7E                          LD      A,(HL)
001688 0C63 3C                          INC     A
001689 0C64 FE0A                        CP      10
001690 0C66 3804                        JR      C,PCONH2
001691 0C68 3E01                        LD      A,1
001692 0C6A 1800                        JR      PCONH2
001693 0C6C                             ;---------
001694 0C6C 77              PCONH2:     LD      (HL),A
001695 0C6D CD070D          PDWER:      CALL    COMP_ASCCI
001696 0C70 57                          LD      D,A
001697 0C71 3E4C                        LD      A,4CH
001698 0C73 CDD50C                      CALL    GOTO
001699 0C76 CDEE0C                      CALL    WRBYTE
001700 0C79 C3440C                      JP      PDTER
001701 0C7C                             ;-----------------------
001702 0C7C                 ;
001703 0C7C                 ;
001704 0C7C                 ;           #### SUBRUTINE ####
001705 0C7C                 ;
001706 0C7C                 ;
001707 0C7C
001708 0C7C                 ;  ################## INITIAL LCD DISPLAY ##########
001709 0C7C                 ; PB0 - PB7  : PIN D0-D7 (DATA READ/WRITE LCD)
001710 0C7C                 ; PA2        : PIN E     (ENABLE SIGNAL PULSE)
001711 0C7C                 ; PA1        : PIN R/W   (READ/WRITE)
001712 0C7C                 ; PA0        : PIN RS    (REGISTER SELECTION)
001713 0C7C                 ;
001714 0C7C 3E00            INITLCD:        LD      A,00H
001715 0C7E D320                            OUT     (PORTA),A
001716 0C80 3E38                            LD      A,00111000B
001717 0C82 D321                            OUT     (PORTB),A
001718 0C84 CDC40C                          CALL    EPULSE
001719 0C87 CDFE0C                          CALL    DELAY
001720 0C8A 3E0C                            LD      A,00001100B ;1,D,C,B  ON/OFF CURSER BLINK
001721 0C8C D321                            OUT     (PORTB),A
001722 0C8E CDC40C                          CALL    EPULSE
001723 0C91 3E06                            LD      A,00000110B ;1,I/D, S=0 RIGHT
001724 0C93 D321                            OUT     (PORTB),A
001725 0C95 CDC40C                          CALL    EPULSE
001726 0C98 3E01                            LD      A,00000001B ;CLEAR LCD
001727 0C9A D321                            OUT     (PORTB),A
001728 0C9C CDC40C                          CALL    EPULSE
001729 0C9F CDFE0C                          CALL    DELAY
001730 0CA2 C9                              RET
001731 0CA3                 ;
001732 0CA3                 ;################ WRITE LINE 16 CHAR ##########
001733 0CA3                 ; INPUT   (HL) = DATA
001734 0CA3                 ; INPUT      A = LINE
001735 0CA3                 ;
001736 0CA3 FE01            WRLINE:         CP      1
001737 0CA5 2805                            JR      Z,WRL1
001738 0CA7 FE02                            CP      2
001739 0CA9 2808                            JR      Z,WRL2
001740 0CAB C9                              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001741 0CAC 3E00            WRL1:       LD      A,00H
001742 0CAE CDD50C                      CALL    GOTO
001743 0CB1 1805                        JR      WRLM
001744 0CB3 3E40            WRL2:       LD      A,40H
001745 0CB5 CDD50C                      CALL    GOTO
001746 0CB8 0614            WRLM:       LD      B,20
001747 0CBA 56              WRL:        LD      D,(HL)
001748 0CBB C5                          PUSH    BC
001749 0CBC CDEE0C                      CALL    WRBYTE ;A,D
001750 0CBF C1                          POP     BC
001751 0CC0 23                          INC     HL
001752 0CC1 10F7                TOO:    DJNZ    WRL
001753 0CC3 C9                          RET
001754 0CC4                 ;
001755 0CC4                 ;************ ENABLE PULSE FOR WRITE *********
001756 0CC4 C5              EPULSE:     PUSH    BC
001757 0CC5 DB20                        IN      A,(PORTA)
001758 0CC7 CBD7                        SET     2,A       ; 0,0,0,0   0,E,R/W,RS
001759 0CC9 D320                        OUT     (PORTA),A
001760 0CCB 0600                        LD      B,00H
001761 0CCD 10FE            EP1:        DJNZ    EP1
001762 0CCF CB97                        RES     2,A
001763 0CD1 D320                        OUT     (PORTA),A
001764 0CD3 C1                          POP     BC
001765 0CD4 C9                          RET
001766 0CD5
001767 0CD5                  ;************ GOTO POSITION *************
001768 0CD5                  ; INPUT ADDRESS REG A = ADDDATA  =00,40,10,50
001769 0CD5                  ; USES  A,C,B
001770 0CD5                 GOTO:
001771 0CD5 4F                          LD      C,A
001772 0CD6 C5                          PUSH    BC
001773 0CD7 CBFF                        SET     7,A   ;00=10 ,40=C0,10=90,50=D0
001774 0CD9 D321                        OUT     (PORTB),A
001775 0CDB AF                          XOR     A
001776 0CDC D320                        OUT     (PORTA),A
001777 0CDE CDC40C                      CALL    EPULSE
001778 0CE1 79                          LD      A,C
001779 0CE2 CBFF                        SET     7,A   ;00=10 ,40=C0,10=90,50=D0
001780 0CE4 D321                        OUT     (PORTB),A
001781 0CE6 AF                          XOR     A
001782 0CE7 D320                        OUT     (PORTA),A
001783 0CE9 CDC40C                      CALL    EPULSE
001784 0CEC C1                          POP     BC
001785 0CED C9                          RET
001786 0CEE                 ;************ WRITE DATA SUB ************
001787 0CEE                 ; INPUT REG  D = DATA ,USES A,D
001788 0CEE D5              WRBYTE:     PUSH    DE
001789 0CEF 3E01                        LD      A,00000001B
001790 0CF1 D320                        OUT     (PORTA),A ;PORT A =CTR
001791 0CF3 7A                          LD      A,D
001792 0CF4 D321                        OUT     (PORTB),A ;PORT B=DATA
001793 0CF6 CDC40C                      CALL    EPULSE
001794 0CF9 AF                          XOR     A
001795 0CFA D320                        OUT     (PORTA),A
001796 0CFC D1                          POP     DE
001797 0CFD C9                          RET
001798 0CFE                 ;************ DELAY SUB ****************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001799 0CFE                ;
001800 0CFE C5             DELAY:      PUSH    BC
001801 0CFF 0600                       LD      B,00
001802 0D01 00             DE1:        NOP
001803 0D02 00                         NOP
001804 0D03 10FC                       DJNZ    DE1
001805 0D05 C1                         POP     BC
001806 0D06 C9                         RET
001807 0D07                         ;--------------------
001808 0D07                ;############## COM ASSCCI ################
001809 0D07 FE0A            COMP_ASCCI:    CP      0AH
001810 0D09 3003                           JR      NC,ROR
001811 0D0B C630                           ADD     A,30H
001812 0D0D C9                             RET
001813 0D0E 3E45                  ROR:     LD      A,45H    ; A='E',=ERROR
001814 0D10 C9                             RET
001815 0D11                             ;-----------------------
001816 0D11                ;############## SHOW ################
001817 0D11 3E01                    SHOW:  LD      A,1
001818 0D13 CDA30C                         CALL    WRLINE
001819 0D16 3E02                           LD      A,2
001820 0D18 CDA30C                         CALL    WRLINE
001821 0D1B C9                       RET
001822 0D1C                          ;--------------------
001823 0D1C                ;############## DELAY 16 BIT ################
001824 0D1C                     ;SUB DELAY 16 BIT
001825 0D1C                     ;INPUT B
001826 0D1C C5                        DELAY16:  PUSH    BC
001827 0D1D E5                                  PUSH    HL
001828 0D1E 210040                         N:   LD      HL,4000H
001829 0D21                               L1:
001830 0D21 2D                                  DEC     L
001831 0D22 20FD                                JR      NZ,L1
001832 0D24 CDB30D                              CALL    SCANK
001833 0D27 FE03                                CP      03H
001834 0D29 2005                                JR      NZ,QED
001835 0D2B 25                                  DEC     H
001836 0D2C 20F3                                JR      NZ,L1
001837 0D2E 10EE                                DJNZ    N
001838 0D30 E1                             QED: POP     HL
001839 0D31 C1                                  POP     BC
001840 0D32 C9                                  RET
001841 0D33                          ;---------------------------
001842 0D33                ;############## DELAY 8 BIT ################
001843 0D33                   ;SUB DELAY 8 BIT
001844 0D33                   ;INPUT B
001845 0D33 C5                           DELAY8:  PUSH    BC
001846 0D34 E5                                    PUSH    HL
001847 0D35 210000                          N2:   LD      HL,0000H
001848 0D38 2D                              L2:   DEC     L
001849 0D39 20FD                                  JR      NZ,L2
001850 0D3B 25                                    DEC     H
001851 0D3C 20FA                                  JR      NZ,L2
001852 0D3E 10F5                                  DJNZ    N2
001853 0D40 E1                                    POP     HL
001854 0D41 C1                                    POP     BC
001855 0D42 C9                                    RET
001856 0D43                ;############## DELAY 4  ################
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001857 0D43                     ;SUB DELAY 4 BIT
001858 0D43                     ;INPUT B
001859 0D43 C5                          DELAY4:   PUSH    BC
001860 0D44 E5                                    PUSH    HL
001861 0D45 210067                        N3:     LD      HL,6700H
001862 0D48 2D                            L3:     DEC     L
001863 0D49 20FD                                  JR      NZ,L3
001864 0D4B 25                                    DEC     H
001865 0D4C 20FA                                  JR      NZ,L3
001866 0D4E 10F5                                  DJNZ    N3
001867 0D50 E1                                    POP     HL
001868 0D51 C1                                    POP     BC
001869 0D52 C9                                    RET
001870 0D53                 ;############## DELAY 32  ################
001871 0D53                     ;SUB DELAY 32
001872 0D53                     ;INPUT B
001873 0D53 C5                          DELAY32:  PUSH    BC
001874 0D54 E5                                    PUSH    HL
001875 0D55 2100D7                        N4:     LD      HL,0D700H
001876 0D58 2D                            L4:     DEC     L
001877 0D59 20FD                                  JR      NZ,L4
001878 0D5B 25                                    DEC     H
001879 0D5C 20FA                                  JR      NZ,L4
001880 0D5E 10F5                                  DJNZ    N4
001881 0D60 E1                                    POP     HL
001882 0D61 C1                                    POP     BC
001883 0D62 C9                                    RET
001884 0D63                 ;############## GET CLOCK ################
001885 0D63                     ;Get clock
001886 0D63                     ;OUTPUT BC,HL,D
001887 0D63
001888 0D63 DB82                    GET_CLK: IN   A,(SEC)   ;A2=COUNT SEC
001889 0D65 216222                           LD   HL,BSEC
001890 0D68 77                               LD   (HL),A
001891 0D69                                  ;---------
001892 0D69 DB83                             IN   A,(MIN)   ;A3=COUNT MIN
001893 0D6B 216122                           LD   HL,BMIN
001894 0D6E 77                               LD   (HL),A
001895 0D6F                                  ;----------
001896 0D6F DB84                             IN   A,(HOUR)   ;A4=COUNT HOURS
001897 0D71 216022                           LD   HL,BHOUR
001898 0D74 77                               LD   (HL),A
001899 0D75                                  ;----------
001900 0D75 DB86                             IN   A,(DATE)   ;A6=COUNT DAY OF MOUNT,A5=WEEK
001901 0D77 216322                           LD   HL,BDATE
001902 0D7A 77                               LD   (HL),A
001903 0D7B                                  ;-----------
001904 0D7B DB87                             IN   A,(MONTH)  ;A7=COUNT MOUNT
001905 0D7D 216422                           LD   HL,BMONTH
001906 0D80 77                               LD   (HL),A
001907 0D81 C9                               RET
001908 0D82                 ;############## SET CLOCK  ################
001909 0D82                     ;Set clock
001910 0D82                     ;INPUT  USE HL=MIN:SEC BC=YEAR:HOUR ,D=DATE,E=MONTH
001911 0D82                         SET_CLK:   ;----
001912 0D82 DD216022                         LD   IX,BHOUR ;SET TO BUFFER
001913 0D86 DD7100                           LD   (IX+00),C
001914 0D89 DD7401                           LD   (IX+01),H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001915 0D8C DD7502                          LD   (IX+02),L
001916 0D8F DD7203                          LD   (IX+03),D
001917 0D92 DD7304                          LD   (IX+04),E
001918 0D95 DD7005                          LD   (IX+05),B;YEAR
001919 0D98                                 ;-----
001920 0D98 7D                              LD   A,L
001921 0D99 D382                            OUT  (SEC),A  ;A2=COUNT SEC
001922 0D9B 7C                              LD   A,H
001923 0D9C D383                            OUT  (MIN),A  ;A3=COUNT MIN
001924 0D9E 79                              LD   A,C
001925 0D9F D384                            OUT  (HOUR),A  ;A4=COUNT HOURS
001926 0DA1 7A                              LD   A,D
001927 0DA2 D386                            OUT  (DATE),A  ;A6=COUNT DAY OF MOUNT,A5=WEEK
001928 0DA4 7B                              LD   A,E
001929 0DA5 D387                            OUT  (MONTH),A  ;A7=COUNT MOUNT
001930 0DA7 C9                              RET
001931 0DA8                         ;************************************
001932 0DA8                         CLEAR_LCD:
001933 0DA8 3E01                              LD      A,00000001B
001934 0DAA D321                              OUT     (PORTB),A
001935 0DAC CDC40C                            CALL    EPULSE
001936 0DAF CDFE0C                            CALL    DELAY
001937 0DB2 C9                                RET
001938 0DB3                         ;******************************************
001939 0DB3                         ;SCAN KEY 1 ROUND
001940 0DB3                         ;OUTPUT TO REG. A (10-1F)
001941 0DB3                         ;USE REG ABCDEHL
001942 0DB3                         ;******************************************
001943 0DB3 C5                        SCANK:    PUSH    BC
001944 0DB4 D5                                  PUSH    DE
001945 0DB5 E5                                  PUSH    HL
001946 0DB6 0604                                LD      B,04H
001947 0DB8 48                                  LD      C,B
001948 0DB9 1EEF                                LD      E,0EFH
001949 0DBB CD260E                      NEW:    CALL    OUT_C_DELAY
001950 0DBE 210023                              LD      HL,BUFF_KEY
001951 0DC1 DB22                                IN      A,(PORTC)
001952 0DC3 E603                                AND     03H
001953 0DC5 FE03                                CP      03H
001954 0DC7 200B                                JR      NZ,PRESS
001955 0DC9 0D                                  DEC     C
001956 0DCA 2002                                JR      NZ,COUNT
001957 0DCC CB86                                RES     0,(HL)
001958 0DCE CB03                        COUNT:  RLC     E
001959 0DD0 10E9                                DJNZ    NEW
001960 0DD2 1813                                JR      RETURN
001961 0DD4 57                          PRESS:  LD      D,A
001962 0DD5 7B                                  LD      A,E
001963 0DD6 E6F0                                AND     0F0H
001964 0DD8 5F                                  LD      E,A
001965 0DD9 7A                                  LD      A,D
001966 0DDA B3                                  OR      E
001967 0DDB E5                                  PUSH    HL
001968 0DDC C5                                  PUSH    BC
001969 0DDD 21390E                              LD      HL,TABLE1
001970 0DE0 0617                                LD      B,017H ;CODE = 10-17
001971 0DE2 CD310E                              CALL    COMP_ANS
001972 0DE5 C1                                  POP     BC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
001973 0DE6 E1                              POP    HL
001974 0DE7                         RETURN:
001975 0DE7 E1                              POP    HL
001976 0DE8 D1                              POP    DE
001977 0DE9 C1                              POP    BC
001978 0DEA C9                              RET
001979 0DEB                     ;*****************************************
001980 0DEB                     ;SCAN KEY RETURN WITH PRESSKEY
001981 0DEB                     ;OUTPUT TO REG. A (0-F)
001982 0DEB                     ;USE REG ABCDEHL
001983 0DEB                     ;*****************************************
001984 0DEB C5                        SCAN:     PUSH   BC
001985 0DEC D5                                  PUSH   DE
001986 0DED E5                                  PUSH   HL
001987 0DEE 0604                      SCANNEW:  LD     B,04H  ;
001988 0DF0 48                                  LD     C,B          ;C=B STORE
001989 0DF1 1EEF                                LD     E,0EFH
001990 0DF3                     ;********* SCAN 4 COLUME IN PORT C LOW (C0-C3)
001991 0DF3 CD260E                      THREE:  CALL   OUT_C_DELAY  ;OUT E TO C_L ,SCAN 1 COLUME  OUT COLUME
001992 0DF6 210023                              LD     HL,BUFF_KEY
001993 0DF9 DB22                                IN     A,(PORTC)    ;GET A = C_H=IN  GET ROW
001994 0DFB E603                                AND    03H          ;DETECT C_HI,DATA IN A
001995 0DFD FE03                                CP     03H          ;CHECK KEYPRESS NORMAL=0F
001996 0DFF 200C                                JR     NZ,PRESS_KEY       ;IF <> 0 THEN PRESSKEY
001997 0E01 0D                                  DEC    C          ;
001998 0E02 2002                                JR     NZ,TWO
001999 0E04 CB86                                RES    0,(HL)     ;BIT 0 RESET WITH C=0
002000 0E06 CB03                        TWO:    RLC    E      ;ROTAGE LEFT E. WITCH SCAN COLUME
002001 0E08 10E9                                DJNZ   THREE
002002 0E0A C3EE0D                              JP     SCANNEW
002003 0E0D CB46                    PRESS_KEY:  BIT    0,(HL)   ;TEST BIT 0 SCAN = 4 COLUM ?
002004 0E0F 20F5                                JR     NZ,TWO   ;  SCAN CONTINUE
002005 0E11 57                                  LD     D,A
002006 0E12 7B                                  LD     A,E
002007 0E13 E6F0                                AND    0F0H
002008 0E15 5F                                  LD     E,A
002009 0E16 7A                                  LD     A,D
002010 0E17 B3                                  OR     E
002011 0E18 E5                                  PUSH   HL
002012 0E19 C5                                  PUSH   BC
002013 0E1A 21390E                              LD     HL,TABLE1
002014 0E1D 0607                                LD     B,07H    ;SET CODE LAST KEY = 0FH (0-7)
002015 0E1F CD310E                              CALL   COMP_ANS
002016 0E22 C1                                  POP    BC
002017 0E23 E1                                  POP    HL
002018 0E24 18C1                                JR     RETURN    ;RETTURN WITCH PRESS KEY ,GO OUT LOOP SCAN
002019 0E26                     ;*************************************************
002020 0E26
002021 0E26 7B                      OUT_C_DELAY:    LD     A,E
002022 0E27 D322                                    OUT    (PORTC),A
002023 0E29 AF                                      XOR    A
002024 0E2A 00                              IT2:    NOP
002025 0E2B 00                                      NOP
002026 0E2C 00                                      NOP
002027 0E2D 3D                                      DEC    A
002028 0E2E 20FA                                    JR     NZ,IT2
002029 0E30 C9                                      RET
002030 0E31                     ;*************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
002031 0E31
002032 0E31 BE                          COMP_ANS:   CP      (HL)
002033 0E32 2803                                    JR      Z,TEM
002034 0E34 23                                      INC     HL
002035 0E35 10FA                                    DJNZ    COMP_ANS
002036 0E37 78                              TEM:    LD      A,B ;GET B. IN TABLE TO A.
002037 0E38 C9                                      RET
002038 0E39                             ;***************************************************
002039 0E39                             TABLE1:
002040 0E39 E2                                      .DB     0E2H    ;CODE 0
002041 0E3A D2                                      .DB     0D2H    ;CODE 1
002042 0E3B B2                                      .DB     0B2H    ;CODE 2
002043 0E3C 72                                      .DB     072H    ;CODE 3
002044 0E3D E1                                      .DB     0E1H    ;CODE 4
002045 0E3E D1                                      .DB     0D1H    ;CODE 5
002046 0E3F B1                                      .DB     0B1H    ;CODE 6
002047 0E40 71                                      .DB     071H    ;CODE 7
002048 0E41                             TABLE:
002049 0E41                             ;************* WRNBYTE *************
002050 0E41                             ;B  = BYTE WRITE
002051 0E41                             ;E  = START ADD
002052 0E41                             ;HL = TABLE POINTER
002053 0E41                              WRNBYTE:
002054 0E41
002055 0E41 56                                      LD      D,(HL)
002056 0E42 7B                                      LD      A,E
002057 0E43 CDD50C                                  CALL    GOTO
002058 0E46 CDEE0C                                  CALL    WRBYTE
002059 0E49 1C                                      INC     E
002060 0E4A 23                                      INC     HL
002061 0E4B 10F4                                    DJNZ    WRNBYTE
002062 0E4D C9                                      RET
002063 0E4E                             ;***************************************************
002064 0E4E                             INTRTC:
002065 0E4E C5                                      PUSH    BC
002066 0E4F D5                                      PUSH    DE
002067 0E50 F5                                      PUSH    AF
002068 0E51 E5                                      PUSH    HL
002069 0E52                                         ;-----------------
002070 0E52 DB90                                    IN      A,(STATUS_REG)
002071 0E54 FE04                                    CP      04H; 1 SEC BIT INTR
002072 0E56 C2030F                                  JP      NZ,OUTO
002073 0E59 CD630D                                  CALL    GET_CLK ;READ DATE/TIME STOR IN BUFF
002074 0E5C                                 ;***************************
002075 0E5C                                 ; CHECK YEAR AND INCREMENT
002076 0E5C                                 ;***************************
002077 0E5C 216422                              LD      HL,BMONTH
002078 0E5F 7E                                  LD      A,(HL)
002079 0E60 FE01                                CP      1
002080 0E62 202E                                JR      NZ,NOINC
002081 0E64                                     ;---------------
002082 0E64 216322                              LD      HL,BDATE
002083 0E67 7E                                  LD      A,(HL)
002084 0E68 FE01                                CP      1
002085 0E6A 2026                                JR      NZ,NOINC
002086 0E6C                                     ;---------------
002087 0E6C 216022                              LD      HL,BHOUR
002088 0E6F 7E                                  LD      A,(HL)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
002089 0E70 FE00                        CP      0
002090 0E72 201E                        JR      NZ,NOINC
002091 0E74                             ;---------------
002092 0E74 216122                      LD      HL,BMIN
002093 0E77 7E                          LD      A,(HL)
002094 0E78 FE00                        CP      0
002095 0E7A 2016                        JR      NZ,NOINC
002096 0E7C                             ;---------------
002097 0E7C 216222                      LD      HL,BSEC
002098 0E7F 7E                          LD      A,(HL)
002099 0E80 FE00                        CP      0
002100 0E82 200E                        JR      NZ,NOINC
002101 0E84                             ;---------------
002102 0E84 216522                      LD      HL,BYEAR
002103 0E87 3E63                        LD      A,99
002104 0E89 BE                          CP      (HL)
002105 0E8A 3005                        JR      NC,INCYEAR
002106 0E8C 3E00                        LD      A,00
002107 0E8E 77                          LD      (HL),A
002108 0E8F 1801                        JR      INCYEAR+1
002109 0E91 34                INCYEAR:  INC     (HL)
002110 0E92                             ;*****************************
002111 0E92 0606                NOINC:  LD      B,6    ;DECODE DATA TO UNPACK TO BHOUR+7 = 12 BYTE
002112 0E94 216022                      LD      HL,BHOUR  ;SEPARATE HB,LB AND CONVERT TO CHAR FONT
002113 0E97 DD216622                    LD      IX,FHOUR
002114 0E9B 7E                  NN:     LD      A,(HL)
002115 0E9C 57                          LD      D,A
002116 0E9D E6F0                        AND     0F0H
002117 0E9F CB07                        RLC     A
002118 0EA1 CB07                        RLC     A
002119 0EA3 CB07                        RLC     A
002120 0EA5 CB07                        RLC     A
002121 0EA7 CD070D                      CALL    COMP_ASCCI  ;CONVERT TO CHARECTER FONT
002122 0EAA DD7700                      LD      (IX+00),A
002123 0EAD 7A                          LD      A,D
002124 0EAE E60F                        AND     0FH
002125 0EB0 CD070D                      CALL    COMP_ASCCI
002126 0EB3 DD7701                      LD      (IX+01),A
002127 0EB6 DD23                        INC     IX
002128 0EB8 DD23                        INC     IX
002129 0EBA 23                          INC     HL
002130 0EBB 10DE                        DJNZ    NN
002131 0EBD                             ;---------------------------
002132 0EBD                             ; SHOW ':',',' SWAP
002133 0EBD                             ;---------------------------
002134 0EBD 217622                      LD      HL,FDOCO       ;FLAG CHECK OLD DATA
002135 0EC0 7E                          LD      A,(HL)
002136 0EC1 FE01                        CP      1
002137 0EC3 2821                        JR      Z,CLEAR    ;Z=0 WHEN SATUS=1 GOTO CLEAR :
002138 0EC5                             ;--------
002139 0EC5 3E01                CHOW:   LD      A,1
002140 0EC7 217622                      LD      HL,FDOCO       ;SET FLAG
002141 0ECA 77                          LD      (HL),A
002142 0ECB                             ;-------
002143 0ECB 217322                      LD      HL,DOT
002144 0ECE 3ECD                        LD      A,0CDH ;DOT
002145 0ED0 77                          LD      (HL),A
002146 0ED1 217222                      LD      HL,COLONE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
002147 0ED4 3E3A                        LD      A,3AH ;COLONE
002148 0ED6 77                          LD      (HL),A
002149 0ED7                             ;-------
002150 0ED7 217422                      LD      HL,SLATE
002151 0EDA 3E2F                        LD      A,02FH ; / SLATE
002152 0EDC 77                          LD      (HL),A
002153 0EDD 217522                      LD      HL,SIGNB
002154 0EE0 3E2F                        LD      A,02FH ; / SLATE
002155 0EE2 77                          LD      (HL),A
002156 0EE3 C3030F                      JP      OUTO
002157 0EE6                             ;-------------------------
002158 0EE6 AF                  CLEAR:  XOR     A               ;CLEAR FLAG
002159 0EE7 217622                      LD      HL,FDOCO
002160 0EEA 77                          LD      (HL),A
002161 0EEB                             ;-------
002162 0EEB 217322                      LD      HL,DOT
002163 0EEE 3E3A                        LD      A,3AH     ; : COLONE
002164 0EF0 77                          LD      (HL),A
002165 0EF1 217222                      LD      HL,COLONE
002166 0EF4 3ECD                        LD      A,0CDH    ; . DOT
002167 0EF6 77                          LD      (HL),A
002168 0EF7                             ;------
002169 0EF7 217422                      LD      HL,SLATE
002170 0EFA 3E2D                        LD      A,02DH ; - SINGB
002171 0EFC 77                          LD      (HL),A
002172 0EFD 217522                      LD      HL,SIGNB
002173 0F00 3E2D                        LD      A,02DH ; - SINGB
002174 0F02 77                          LD      (HL),A
002175 0F03                             ;-------------------------
002176 0F03
002177 0F03 211223              OUTO:   LD      HL,STANBYFL     ;CHECK BEFOR 10 MIN
002178 0F06 7E                          LD      A,(HL)          ;REW AND SCAN AMS
002179 0F07 FE02                        CP      2
002180 0F09 2806                        JR      Z,COMPA
002181 0F0B FE04                        CP      4
002182 0F0D 281F                        JR      Z,WAITRUN
002183 0F0F 183A                        JR      NORES
002184 0F11 211423              COMPA:  LD      HL,PSTAN
002185 0F14 DD216022                    LD      IX,BHOUR
002186 0F18 0603                        LD      B,3
002187 0F1A 7E                  HMSS:   LD      A,(HL)
002188 0F1B DD4E00                      LD      C,(IX+00)
002189 0F1E B9                          CP      C
002190 0F1F 202A                        JR      NZ,NORES
002191 0F21 DD23                        INC     IX
002192 0F23 23                          INC     HL
002193 0F24 10F4                        DJNZ    HMSS
002194 0F26 211223                      LD      HL,STANBYFL
002195 0F29 3E03                        LD      A,3
002196 0F2B 77                          LD      (HL),A
002197 0F2C 181D                        JR      NORES
002198 0F2E                             ;---------------------
002199 0F2E                     WAITRUN:                        ;CHECK START PLAY TIME
002200 0F2E 210F23                      LD      HL,PRODATA
002201 0F31 DD216022                    LD      IX,BHOUR
002202 0F35 0603                        LD      B,3             ;FLAG STANBY = 2 =PROG READY
002203 0F37 7E                  HMSA:   LD      A,(HL)          ;FLAG STANBY = 3 =SCAN AMS
002204 0F38 DD4E00                      LD      C,(IX+0)        ;FLAG STANBY = 4 =WAIT START
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0F3B B9                               CP      C              ;FLAG STANBY = 5 =START
0F3C 200D                             JR      NZ,NORES
0F3E DD23                             INC     IX
0F40 23                               INC     HL
0F41 10F4                             DJNZ    HMSA
0F43 211223                           LD      HL,STANBYFL
0F46 3E05                             LD      A,5
0F48 77                               LD      (HL),A
0F49 1800                             JR      NORES
0F4B                                  ;-----------------
0F4B E1                      NORES:   POP     HL
0F4C F1                               POP     AF
0F4D D1                               POP     DE
0F4E C1                               POP     BC
0F4F FB                               EI
0F50 ED4D                             RETI
0F52                         ;$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
0F52                         ;              TABLE CHARECTER
0F52                         ;$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
0F52 54696D6520202020          TTIME:  .DB    "Time                "
0F5A 2020202020202020
0F62 20202020
0F66 4461746520202020                  .DB    "Date                "
0F6E 2020202020202020
0F76 20202020
0F7A                                   ;----
0F7A 30203D2054494D45          MENU:   .DB    "0 = TIME 1 = SETTIME"
0F82 2031203D20534554
0F8A 54494D45
0F8E 32203D2044454D4F                  .DB    "2 = DEMO 3 = CONTROL"
0F96 2033203D20434F4E
0F9E 54524F4C
0FA2                                   ;----
0FA2 205B504C41595D20         TCON:    .DB    " ¡PLAY¿ ¡REW¿ ¡FF¿  "
0FAA 5B5245575D205B46
0FB2 465D2020
0FB6 205B53544F505D20                  .DB    " ¡STOP¿ ¡AMS¿ ¡PROG¿"
0FBE 5B414D535D205B50
0FC6 524F475D
0FCA                                   ;---
0FCA
0FCA 2020202E2E2E4D4F         HAMS:    .DB    "   ...MODE AMS...   "
0FD2 444520414D532E2E
0FDA 2E202020
0FDE 202020205B20414D                  .DB    "    ¡ AMS =   ¿     "
0FE6 53203D202020205D20
0FEE 20202020
0FF2                                   ;----
0FF2 202A202053455454         SETDT:   .DB    " *  SETTIME MODE  * "
0FFA 494D45204D4F4445
1002 20202A20
1006 2020202020202020                  .DB    "                    "
100E 2020202020202020
1016 20202020
101A                                   ;---
101A 20202A2050524F47         PRODT:   .DB    "  * PROGRAM MODE *  "
1022 52414D204D4F4445
102A 202A2020
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
002241 102E 2031203D2050726F              .DB    " 1 = Prog  2 = Clear "
       1036 672020322203D2043
       103E 6C65617220
002242 1043                               ;----
002243 1043 20205363616E2041      HOAMS:  .DB    "  Scan Ams.......   "
       104B 6D732E2E2E2E2E2E
       1053 2E202020
002244 1057 2020202D5B20414D              .DB    "   -¡ AMS =   ¿-    "
       105F 53203D2020205D2D
       1067 20202020
002245 106B                               ;----
002246 106B 202020202020496E      EROR1:  .DB    "      Invalid       "
       1073 76616C6964202020
       107B 20202020
002247 107F 2020202020D2D2D               .DB    "     ----‡----      "
       1087 2D2A2D2D2D2D2020
       108F 20202020
002248 1093                               ;----
002249 1093 2020202020A2D2D       EROR2:  .DB    "     ‡-------‡      "
       109B 2D2D2D2D2D2A2020
       10A3 20202020
002250 10A7 2020202054696D65              .DB    "    Time or Date    "
       10AF 206F722044617465
       10B7 20202020
002251 10BB                               ;----
002252 10BB
002253 10BB 4F6C642054696D65      SETTI:  .DB    "Old Time           "
       10C3 2020202020202020
       10CB 20202020
002254 10CF 4E65772054696D65      SETTT:  .DB    "New Time  HH:MM:SS  "
       10D7 202048483A4D4D3A
       10DF 53532020
002255 10E3                               ;------
002256 10E3 202D2D2D2053656C      PROAM:  .DB    " --- Select AMS --- "
       10EB 6563742041414D5320
       10F3 2D2D2D20
002257 10F7 2020202020204148              .DB    "       AMS =        "
       10FF 53203D2020202020
       1107 20202020
002258 110B                               ;----
002259 110B 20202A2020537461      PROTI:  .DB    "  ‡  Start time  ‡  "
       1113 7274207469696D6520
       111B 202A2020
002260 111F 2020202020204848      PROTT:  .DB    "      HH:MM:SS      "
       1127 3A4D4D3A53532020
       112F 20202020
002261 1133                               ;----
002262 1133 4F6C642044617465      SETDA:  .DB    "Old Date           "
       113B 2020202020202020
       1143 20202020
002263 1147 4E65772044617465      SETDD:  .DB    "New Date  DD-MM-YY  "
       114F 2020444420D4D4D2D
       1157 59592020
002264 115B                               ;----
002265 115B 202E2E2E2E2E2E2E      TINONE: .DB    "  .................."
       1163 2E2E2E2E2E2E2E2E
       116B 2E2E2E20
002266 116F 202A202020202052              .DB    "  ‡     REWIND     ‡  "
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      1177 4557494E44202020
      117F 20202A20
002267 1183                          ;---
002268 1183 50726F2054696D65   TMORE: .DB    "Pro Time > Real Time"
      118B 203E205265616C20
      1193 54696D65
002269 1197 202020203D203130         .DB    "    = 10 Min.       "
      119F 204D696E2E202020
      11A7 20202020
002270 11AB                          ;---
002271 11AB 202050726F677261 TCLEAR: .DB    "  Program clear.... "
      11B3 6D20636C6561722E
      11BB 2E2E2E20
002272 11BF 20202D2D2D2D2D2D         .DB    "  ----------------- "
      11C7 2D2D2D2D2D2D2D2D
      11CF 2D2D2D20
002273 11D3                          ;##############################
002274 11D3
002275 11D3 202A2A2A2044454D TITEL1: .DB    " ### DEMO MODE ###  "
      11DB 4F204D4F4445202A
      11E3 2A2A2020
002276 11E7 2020202020202020         .DB    "                   "
      11EF 2020202020202020
      11F7 20202020
002277 11FB                          ;----
002278 11FB 2020202020202020 TITEL2: .DB    "                   "
      1203 2020202020202020
      120B 20202020
002279 120F 2020202020205341         .DB    "      SAWATDEE     "
      1217 5741544445452020
      121F 20202020
002280 1223                          ;----
002281 1223 2020202020205745   T1:   .DB    "      WELCOME      "
      122B 4C434F4D45202020
      1233 20202020
002282 1237 2020202020202020   T2:   .DB    "        TO         "
      123F 544F202020202020
      1247 20202020
002283 124B 2020204D4943524F   T3:   .DB    "   MICROPROCESSOR  "
      1253 50524F434553534F
      125B 52202020
002284 125F 2020202020202042   T4:   .DB    "      BASED        "
      1267 4153454420202020
      126F 20202020
002285 1273 2020415544494F20   T5:   .DB    "  AUDIO CONTROLLER "
      127B 434F4E54524F4C4C
      1283 45522020
002286 1287 2020202020202053   T6:   .DB    "      SYSTEM       "
      128F 595354454D202020
      1297 20202020
002287 129B 2020202020202020   T7:   .DB    "        BY         "
      12A3 2042592020202020
      12AB 20202020
002288 12AF 202020202020204B   T8:   .DB    "      KMIT'L       "
      12B7 4D4954274C202020
      12BF 20202020
002289 12C3 2020202D2D2D2D2D         .DB    "  --------------   "
      12CB 2D2D2D2D2D2D2D2D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      12D3 2D202020
002290 12D7                                ;----
002291 12D7 504C4159          TPLAY:       .DB    "PLAY"
002292 12DB 524557            TREW:        .DB    "REW"
002293 12DE 53544F50          TSTOP:       .DB    "STOP"
002294 12E2 4646              TFF:         .DB    "FF"
002295 12E4 414D53            TAMS:        .DB    "AMS"
002296 12E7 20202020           TP4:        .DB    "    "
002297 12EB 202020             TP3:        .DB    "   "
002298 12EE 2020               TP2:        .DB    "  "
002299 12F0                                       ;----
002300 12F0                .END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
AMS      =055D  DOT      =2273  NOINC    =0E92  RTC      =0080  TEM      =0E37
ASMTEM   =2313  DOW      =08D8  NORES    =0F4B  RUNPRO   =035A  TFF      =12E2
AUTOSTOP=05ED  DSHIGH   =08F6  NSRT     =086B  SADATA   =0B8C  THOUR    =228A
BDATE    =2263  DSLOW    =08FA  NUMAMS   =230C  SAN      =01FB  THREE    =0DF3
BHOUR    =2260  DTER     =058D  NUMDECIN=230E  SAVINDE  =08FB  TIMERS   =020E
BIGJONE  =0C26  DWER     =05B6  NUMHH    =0766  SAVINDEX=07CF  TINONE   =115B
BMIN     =2261  EEAAB    =0343  NUMMM    =076C  SCAN     =0DEB  TITEL1   =11D3
BMONTH   =2264  EEAAC    =0351  NUMSS    =0772  SCANK    =0DB3  TITEL2   =11FB
BSEC     =2262  EEROR    =09C8  NUMUSE   =230D  SCANNEW  =0DEE  TITELL   =2277
BUFAMS   =2305  EP1      =0CCD  OLDADD   =2306  SDATE    =227E  TMIN     =2288
BUFFSWAP=2301  EPULSE   =0CC4  OLDDATA  =2307  SDTT     =2340  TMONTH   =228E
BUFF_KEY=2300  EROR1    =106B  OUTO     =0F03  SEC      =0082  TMORE    =1183
BUFPORT  =2308  EROR2    =1093  OUT_C_DE=0E26  SEDR     =05C5  TOO      =0CC1
BYEAR    =2265  FDATE    =226C  PACKUP   =0BCF  SELAMS   =0C2C  TOPHH    =2290
CHA40    =091F  FDER     =062E  PCHAN40  =0B0D  SETDA    =1133  TOPMM    =2291
CHAN40   =07F3  FDOCO    =2276  PCONH2   =0C6C  SETDD    =1147  TOPSS    =2292
CHECKD   =08A4  FF       =0494  PDECINC  =0AF2  SETDT    =0FF2  TP2      =12EE
CHECKDN  =0778  FF2      =04B3  PDECSA   =0AA8  SETIMDTE=092E  TP3      =12EB
CHECKNEW=061D  FHOUR    =2266  PDHHIGH  =0AE4  SETTDATE=0802  TP4      =12E7
CHOW     =0EC5  FLAGTI   =2303  PDHIGH   =0AC2  SETTI    =10BB  TPLAY    =12D7
CLEAR    =0EE6  FMIN     =2268  PDLLOW   =0AE8  SETTIME  =06C9  TRAET    =08E7
CLEARPRO=0A0C  FMONTH   =226E  PDLOW    =0AC6  SETTT    =10CF  TREAM    =02A2
CLEAR_LC=0DA8  FSEC     =226A  PDTER    =0C44  SETYY    =06D4  TREET    =07BB
CNT      =06B0  FUNCT    =0154  PDWER    =0C6D  SET_CLK  =0D82  TREW     =12DB
COLONE   =2272  FUNT     =0392  PEROR    =0B65  SEW      =09CE  TRM      =021F
COMPA    =0F11  FYEAR    =2270  PINCSA   =0ACA  SHOMORE  =0C18  TRUE     =0799
COMP_ANS=0E31  GET_CLK  =0D63  PLAY     =03A7  SHONEW   =0182  TRUES    =08C5
COMP_ASC=0D07  GOTO     =0CD5  PLAY2    =03B4  SHOUR    =2278  TSEC     =228C
CONH2    =05B5  HAHAHA   =0317  PNERT    =0A59  SHOW     =0D11  TSTOP    =12DE
CONTROL  =0363  HAMS     =0FCA  PNEWSCAN=0A49  SIGNB    =2275  TTIME    =0F52
COON     =03CD  HARAE    =036C  PNUMHH   =0A80  SLATE    =2274  TWO      =0E06
COUNT    =0DCE  HMSA     =0F37  PNUMMM   =0A86  SMIN     =227A  TYEAR    =228F
COUNTER  =2000  HMSS     =0F1A  PNUMSS   =0A8C  SMONTH   =2280  UFF      =0228
CQON     =04CC  HOAMS    =1043  PORTA    =0020  SSEC     =227C  UFF2     =0243
CQWT     =047F  HOUR     =0084  PORTB    =0021  STACKPO  =3E00  WAITRUN  =0F2E
CSNT     =04F5  HOURT    =0100  PORTC    =0022  STANBY   =0096  WIME     =0680
CSON     =052F  INCS     =08DC  PREADINC=0C5D  STANBYFL=2312  WQER     =0C0B
CTI      =2304  INCSA    =07B0  PREADNUM=0C49  STAOP    =0173  WRBYTE   =0CEE
CTRL     =0023  INCYEAR  =0E91  PREADY   =0B19  STARP    =0A24  WRL      =0CBA
CTRL_REG=0091  INISYS   =0103  PRESS    =0DD4  STARTADD=0000  WRL1     =0CAC
CWON     =0455  INITLCD  =0C7C  PRESS_KE=0E0D  STATUS_R=0090  WRL2     =0CB3
CWT      =0408  INTRTC   =0E4E  PROAM    =10E3  STBUFF   =2200  WRLINE   =0CA3
CXNT     =0548  IT2      =0E2A  PROCHK   =0A92  STOHH    =2284  WRLM     =0CB8
DATE     =0086  JJLLK    =025E  PRODATA  =230F  STOMM    =2286  WRM      =06F0
DCEAR    =011D  L1       =0D21  PRODT    =101A  STOP     =050A  WRNBYTE  =0E41
DCINC    =0904  L2       =0D38  PROGRAM  =09EF  STOP2    =0516  WWERT    =02CC
DE1      =0D01  L3       =0D48  PROTI    =1108  STOPLAY  =0666  XFF2     =0827
DECINC   =07D8  L4       =0D58  PROTT    =111F  STOSS    =2288
DECONE   =0BC8  MEDIT    =2302  PRTT     =2360  STTT     =2320
DECS     =08BA  MENU     =0F7A  PSAVINDE=0AE9  SYEAR    =2282
DECSA    =078E  MIN      =0083  PSEW     =0B68  T1       =1223
DELAY    =0CFE  MONTH    =0087  PSTAN    =2314  T2       =1237
DELAY16  =0D1C  N        =0D1E  PTREET   =0AD5  T3       =124B
DELAY32  =0D53  N2       =0D35  PTRUE    =0AB3  T4       =125F
DELAY4   =0D43  N3       =0D45  QED      =0D30  T5       =1273
DELAY8   =0D33  N4       =0D55  QFF      =06F9  T6       =1287
DEMO     =017C  NERT     =073F  RAMADD   =2000  T7       =129B
DEONE    =0BCB  NEW      =0DBB  READAY   =092B  T8       =12AF
DETECDAT=0B1C  NEWCAN   =085B  READINC  =05A6  TABLE    =0E41
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DHHIGH  =07CA  NEWDE   =01B0  READNUM =0592  TABLE1  =0E39
DHIGH   =07A8  NEWSCAN =072F  READY   =07FF  TAMS    =12E4
DIGH    =08D4  NMHH    =0892  RETURN  =0DE7  TBUFF   =2293
DLLOW   =07CE  NMMM    =0898  REW     =041D  TCLEAR  =11AB
DLOW    =07AC  NMSS    =089E  REW2    =043C  TCON    =0FA2
DONE    =0BCE  NN      =0E9B  ROR     =0D0E  TDATE   =228D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 คู่มือการใช้งาน

เครื่อง MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CON TOLLER นี้เป็นเครื่องเล่นเทปอย่างหนึ่ง ซึ่งมีความสามารถมากกว่าเครื่องเล่นเทปธรรมดาทั่วไป จึงต้องมีการทำความเข้าใจและศึกษาการใช้งานการทำงานของเครื่องนี้ให้ดีเสียก่อน เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนขึ้นได้ ดังมีรายละเอียดของเครื่องดังนี้

<u>ลักษณะของเครื่อง</u>

1. เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาด 220 VOLT.A.C. 50 HZ. 0.25 AMP. พร้อม OUTLET

2. สามารถใช้เล่นตลับเทปขนาดที่นิยมใช้ทั่วไปได้ ซึ่งมีความเร็วในการเดินเนื้อเทป 38 ซ.ม./นาที

3. สามารถใช้งานตาม MODE ของเครื่องเล่นเทปธรรมดาทั่วไป เช่น PLAY FF REW และSTOP ได้

4. สามารถใช้งานใน MODE พิเศษ เช่น AMS และPROG ได้ ซึ่งไม่มีในเครื่องเล่นเทปทั่วไป

5. มีนาฬิกาบอก เวลา วัน เดือน และปี

6. มีจอภาพ LCD ขนาด 20 ตัวอักษระบรรทัด 2 บรรทัด ด้วยกัน แสดงผลการทำงานของเครื่องตลอดเวลาใช้งาน

7. มี KEYBOARD ขนาด 8 KEY เป็นตัวรับคำสั่งการทำงาน

8. มี AUDIO OUT สำหรับเครื่องขยายเสียง

9. มีสวิสท์ RESET สำหรับ CLEAR การทำงานของ CPU

<u>ขั้นตอนการใช้งาน</u>

1. นำตลับเทปที่ต้องการจะฟัง ใส่เข้าใน CHASSIS TAPE และต่อ AUDIO OUT หลังเครื่องเข้ากับ AUDIO IN ของเครื่องขยายเสียง

2. เปิดเครื่องบนจอภาพ LCD จะแสดงผลทันที ซึ่งจะอยู่ใน DEMO MODE ว่า " DEMO MODE * SAWEDEE * WELCOME TO MICRO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER BY KMIT'L " ตลอดเวลาจนกว่าจะมีการกดคีย์ <ESC>

3. เมื่อกดคีย์ <ESC> ออกจาก DEMO MODE แล้ว จะเข้าสู่เมนูหลัก เพื่อที่จะเลือก MODE การทำงาน โดยจะมี MODE การทำงานให้เลือก 4 MODE ดังนี้คือ

3.1 " 0 = TIME " เมื่อเลือก MODE นี้แล้ว จอภาพจะแสดงผลเวลา วัน เดือน และปี ซึ่งจะเดินตลอดเวลาไม่ว่าจะปิดเครื่องและเปิดเครื่องใหม่ก็ตาม เพราะมี BATTERY BACK UP อยู่ ทำให้เวลายังคงเดินตลอดเวลา ออกจาก MODE ได้ด้วยการกดคีย์ <ESC>

3.2 " 1 = SETTING " เมื่อเลือก MODE นี้แล้ว จะสามารถตั้งเวลา วัน เดือน และปี ใหม่ได้ตามต้องการ โดยจอภาพจะแสดงผล " OLD TIME 00:00:00 " ซึ่งเป็นเวลาจริงที่เป็นอยู่ และ " NEW TIME HH:MM:SS " ซึ่งเป็นเวลาใหม่ที่ต้องการจะตั้งใหม่ การตั้งเวลาใหม่เราจะใช้คีย์ <HH> สำหรับตั้งเวลาเป็นชั่วโมง คีย์ <MM> สำหรับตั้งเวลาเป็นนาที คีย์ <SS> สำหรับตั้งเวลาเป็นวินาที และจะให้ตัวเลขเพิ่มขึ้น " " หรือลดลง " " ได้ด้วยคีย์ <INC/DEC> ด้วยการกดซ้ำสัญลักษณ์ก็จะเปลี่ยนสลับกันไป โดยสังเกตทางด้านขวามือแถวล่าง เมื่อตั้งเวลาใหม่ได้แล้วก็ให้กดคีย์ <ENTER> จอภาพจะแสดงผล " OLD DATE 00/00/00 " เพื่อบอก วัน เดือน ปี ที่เป็นอยู่ และ " NEW TIME DD/MM/YY " เพื่อตั้งวัน เดือน ปี ใหม่ตามต้องการ โดยการตั้งสามารถทำได้เหมือนการตั้งเวลา เมื่อตั้ง วัน เดือน ปี ได้ตามต้องการแล้วก็กดคีย์ <ENTER> เวลา วัน เดือน ปี ที่ตั้งใหม่ก็จะเข้าไปแทนที่ของเดิม ออกจาก MODE นี้ด้วยการกดคีย์ <ESC>

3.3 " 2 = DEMO " เมื่อเลือก MODE นี้แล้ว จอภาพจะแสดงผล " DEMO MODE * SAWEDEE * WELCOME TO MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER " โดยจะแสดงตลอดว่าจะกว่าจะมีการกดคีย์ <ESC>

3.4 " 3 = CONTROL " เมื่อเลือก MODE นี้แล้ว เราจะเข้าไปสู่ MODE เพื่อการควบคุมการเล่นเทป โดยจะมี MODE การทำงานให้เลือก 6 MODE ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

" PLAY " สำหรับเล่นเทป

" REW " สำหรับเดินเทปถอยหลังอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีความเร็ว 10 เท่าของการเล่นเทป

" FF " สำหรับเดินเทปไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีความเร็ว 10 เท่าของการเล่นเทป

" STOP " สำหรับหยุดการทำงานของ "PLAY" "REW" และ"FF"

" AMS " สำหรับการเลือกเล่นเพลง เมื่อเลือก MODE นี้แล้ว จอภาพจะแสดงผล " (AMS=9) " เราสามารถเลือกที่จะให้เครื่องเล่นข้ามไปเพลงใด ก็ขึ้นอยู่กับจำนวนของ AMS นี้ สามารถเพิ่มหรือลดได้ด้วยคีย์ <INC /DEC> โดยค่าของ AMS จะเพิ่มขึ้นทางเดียวเท่านั้น เมื่อถึง 9 แล้วก็จะเริ่มขึ้น 1 ใหม่ เมื่อได้เพลงที่ต้องการจะเล่นแล้วก็ให้กดคีย์ <ENTER> เพื่อให้เครื่องทำงาน ขณะที่ทำการเลือกเพลงอยู่นี้เสียงจะถูกดูดหายไปจนกว่าจะเลือกเพลงได้เสียงจึงกลับมาดังเดิม ถ้ามีการเลือกเพลงมากกว่าจำนวนเพลงในตลับเทปแล้วเครื่องก็จะหยุดทำงานเอง เพื่อหาเพลงจนสุดตลับและขณะที่หาเพลงอยู่นั้นจอภาพจะแสดงผล " SCAN AMS " และค่าของ AMS จะค่อยๆลดลงตามลำดับเพลงที่หาอยู่นั้น จนกระทั่งถึง 0 ก็จะเล่นเพลงต่อไปจากที่หา

" PROG " สำหรับการโปรแกรม เมื่อเลือก MODE นี้แล้วจอภาพจะแสดงผล " SETTING TIMER HH:MM:SS " เพื่อที่จะตั้งเวลาในการเปิดเครื่องทำงาน โดยให้ คีย์ <HH> เป็นการตั้งชั่วโมง คีย์ <MM> เป็นการตั้งนาที และคีย์ <SS> เป็นการตั้งวินาที การเพิ่มหรือลดให้ดูจากสัญลักษณ์ทางขวามือแถวล่างจะเป็นสัญลักษณ์ " ↑ " และ " ↓ " โดยสามารถเปลี่ยนเป็นขึ้นหรือลงได้ด้วยคีย์ <INC/DEC> เมื่อกดซ้ำลงไป เมื่อได้ค่าเวลาต้องการแล้วก็ให้กดคีย์ <ENTER> เพื่อที่จะเข้าไปตั้งเพลงที่ต้องการ จอภาพจะแสดงผล " SETTING AMS (AMS=9) " เราสามารถตั้งเพลงที่ต้องการเล่นได้ โดยการใช้งานเช่นเดียวกับการตั้งของ MODE " AMS " เมื่อตั้งค่าต่างๆ ได้เรียบร้อยก็กดคีย์ <ENTER> อีกครั้งเป็นอันเสร็จการทำงานเมื่อถึงเวลาก่อนเวลาที่ตั้ง 10 นาที เครื่องจะทำการ REW จนถึงต้นตลับและจะทำการ AMS เพื่อหาเพลงตามที่ตั้งเอาไว้ โดยจอภาพจะแสดงผล " ** REW** " และ " SCAN AMS (AMS=9) " ตามลำดับ ค่าของ AMS จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงตามเพลงที่พบจะหยุดเมื่อถึง AMS=0 และจะรอเวลาที่ตั้งไว้จึงจะเล่นเทป การโปรแกรมนี้จะใช้ได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น ถ้าต้องการจะต้องตั้งกันใหม่

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเลือก MODE " PROG " ควรจะทำการ CLEAR เสียก่อน โดยเมื่อเลือก MODE " PROG " จะแสดงผล " PROGRAM TIMER (1= PROGRAM) (2=CLEAR) " เราจะเลือก " 2=CLEAR " จอภาพแสดงผล " PROGRAM CLEAR ------ " ก่อน แล้วจึงจะเลือก " 1=PROGRAM " เพื่อโปแกรมตามต้องการต่อไป เมื่อต้องการโปรแกรมจะต้อง CLEAR ก่อนทุกครั้ง

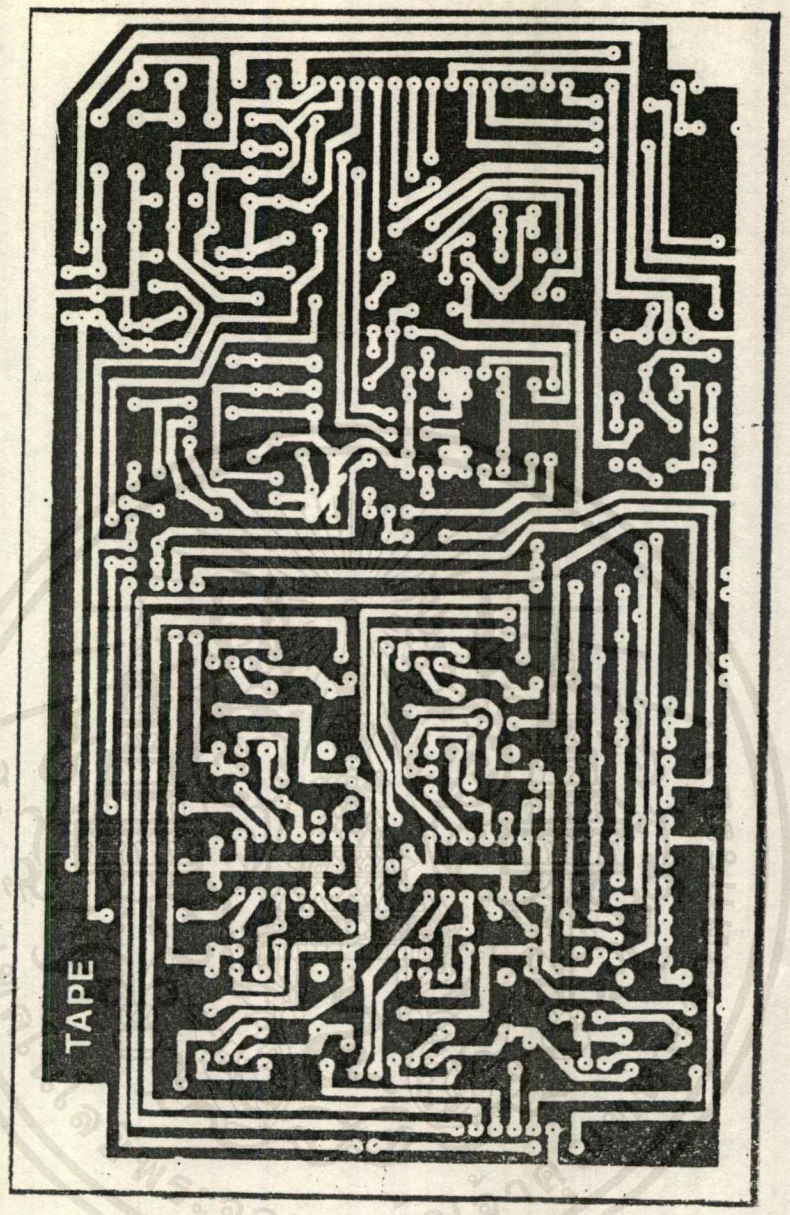
การหยุดการทำงานของ MODE " AMS " และ " PROG " ทำได้โดยการกดคีย์ <ESC> 1 ครั้ง และต้องการให้ทำงานด้วยการกดคีย์ <ENTER> กดคีย์ <ESC> อีกครั้งจะออกจาก MODE นี้

4. กดคีย์ <ESC> อีกครั้ง เพื่อกลับมาสู่เมนูหลัก หากโปรแกรมการทำงานเกิดผิดปกติก็ให้กดสวิสท์ RESET หลังเครื่องโปรแกรมต่างๆ ที่ตั้งไว้จะ CLEAR หมด ทำให้กลับสู่สภาวะเดิมแต่ เวลา วัน เดือน ปี จะยังคงเหมือนเดิม เพราะไม่เกี่ยวกับโปรแกรม

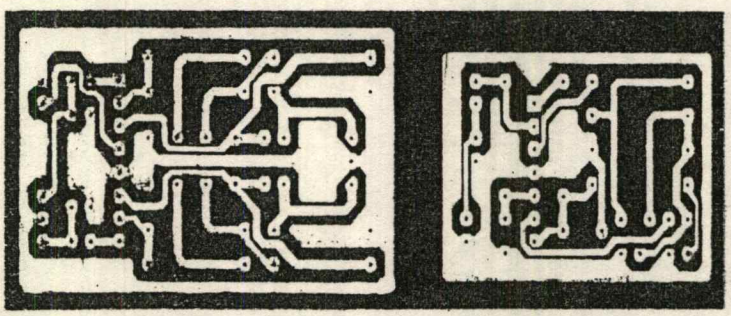
ทำตามขั้นตอนการใช้งานข้างต้นนี้ เราก็สามารถจะใช้งานเครื่อง MICROPROCESSOR-BASED AUDIO SYSTEM CONTROLLER เครื่องนี้ได้ ซึ่งจะสะดวกสบาย รวดเร็ว กว่าเครื่องเล่นเทปธรรมดาทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 ภาคผนวก



ลายปริ้นวงจร ควบคุม



ลายปริ้นวงจร ปรีเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z8400
Z80® CPU Central Processing Unit

Zilog

Product Specification

April 1985

FEATURES

- The instruction set contains 158 instructions. The 78 instructions of the 8080A are included as a subset; 8080A software compatibility is maintained.
- Eight MHz, 6 MHz, 4 MHz, and 2.5 MHz clocks for the Z80H, Z80B, Z80A, and Z80 CPU result in rapid instruction execution with consequent high data throughput.
- The extensive instruction set includes string, bit, byte, and word operations. Block searches and block transfers, together with indexed and relative addressing, result in the most powerful data handling capabilities in the microcomputer industry.
- The Z80 microprocessors and associated family of peripheral controllers are linked by a vectored interrupt system. This system may be daisy-chained to allow implementation of a priority interrupt scheme. Little, if any, additional logic is required for daisy-chaining.
- Duplicate sets of both general-purpose and flag registers are provided, easing the design and operation of system software through single-context switching, background-foreground programming, and single-level interrupt processing. In addition, two 16-bit index registers facilitate program processing of tables and arrays.
- There are three modes of high speed interrupt processing: 8080 similar, non-Z80 peripheral device, and Z80 Family peripheral with or without daisy chain.
- On-chip dynamic memory refresh counter.

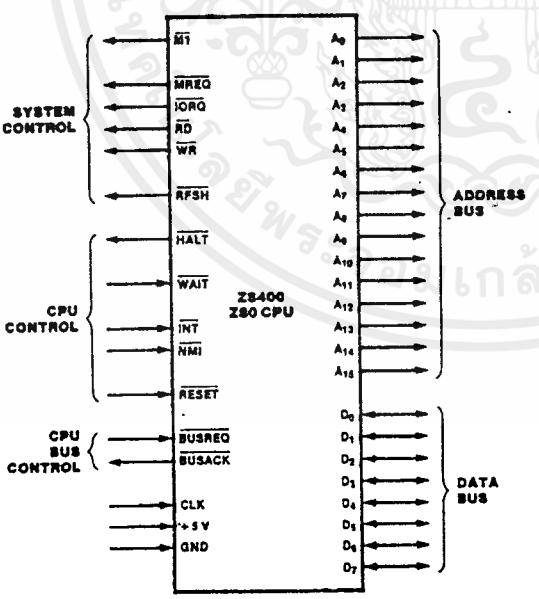


Figure 1. Pin Functions

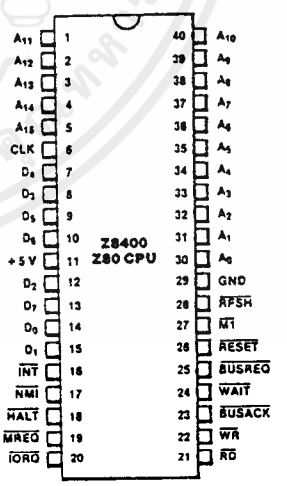


Figure 2a. 40-Pin Dual-In-Line Package (DIP) Pin Assignments

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

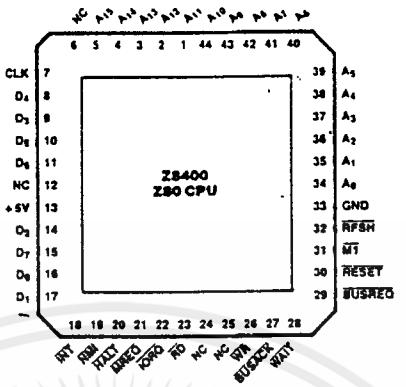


Figure 2b. 44-Pin Chip Carrier Pin Assignments

GENERAL DESCRIPTION

The Z80, Z80A, Z80B, and Z80H CPUs are third-generation single-chip microprocessors with exceptional computational power. They offer higher system throughput and more efficient memory utilization than comparable second- and third-generation microprocessors. The internal registers contain 208 bits of read/write memory that are accessible to the programmer. These registers include two sets of six general-purpose registers which may be used individually as either 8-bit registers or as 16-bit register pairs. In addition, there are two sets of accumulator and flag registers. A group of "Exchange" instructions makes either set of main or alternate registers accessible to the programmer. The alternate set allows operation in foreground-background mode or it may be reserved for very fast interrupt response.

The Z80 also contains a Stack Pointer, Program Counter, two index registers, a Refresh register (counter), and an Interrupt register. The CPU is easy to incorporate into a system since it requires only a single +5V power source. All output signals are fully decoded and timed to control standard memory or peripheral circuits; the CPU is supported by an extensive family of peripheral controllers. The internal block diagram (Figure 3) shows the primary functions of the Z80 processors. Subsequent text provides more detail on the Z80 I/O controller family, registers, instruction set, interrupts and daisy chaining, and CPU timing.

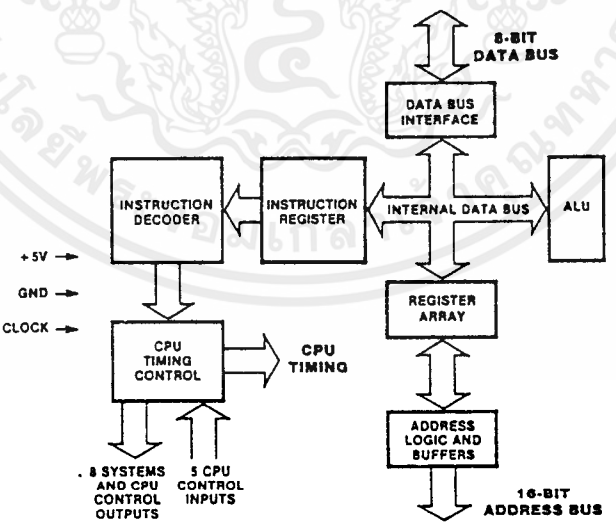


Figure 3. Z80 CPU Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

Z80 CPU, 2.5 MHz

40-pin DIP	44-pin LCC	44-pin PCC
Z8400 PS	Z8400 LM*	Z8400 VS†
Z8400 CS	Z8400 LMB*†	
Z8400 PE		
Z8400 CE		
Z8400 CM*		
Z8400 CMB*		
Z8400 CMJ*		

Z80A CPU, 4.0 MHz

40-pin DIP	44-pin LCC	44-pin PCC
Z8400A PS	Z8400A LM*	Z8400A VS†
Z8400A CS	Z8400A LMB*†	
Z8400A PE		
Z8400A CE		
Z8400A CM*		
Z8400A CMB*		
Z8400A CMJ*		

Z80B CPU, 6.0 MHz

40-pin DIP	44-pin PCC
Z8400B PS	Z8400B VS†
Z8400B CS	
Z8400B PE	

Z80H CPU, 8.0 MHz

40-pin DIP	44-pin PCC
Z8400H PS	Z8400H VS†

Codes

First letter is for package; second letter is for temperature.

C = Ceramic DIP
P = Plastic DIP
L = Ceramic LCC
V = Plastic PCC

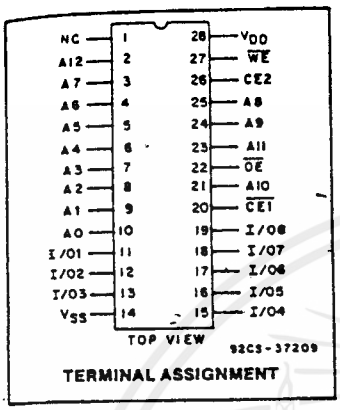
R = Protopack
T = Low Profile Protopack
DIP = Dual-In-Line Package
LCC = Leadless Chip Carrier
PCC = Plastic Chip Carrier (Leaded)

TEMPERATURE
S = 0°C to +70°C
E = −40°C to +85°C
M = −55°C to +125°C

FLOW
B = 883 Class B
J = JAN 38510 Class B

*For Military Orders, refer to the Military Section.
†Available soon.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TERMINAL ASSIGNMENT

CMOS 8192-Word by 8-Bit LSI Static RAM

Features:

- *Fully static operation*
- *Single power supply: 4.5 V to 5.5 V*
- *All inputs and outputs directly TTL compatible*
- *3-state outputs*
- *Industry standard 28-pin configuration*
- *Input address buffers gated off with chip disable*
- *Fast access time: t_{AA}=150 ns/120 ns (CDM6264-3/CDM6264-4)*
- *Low standby and operating power: I_{DDS1}=2 μA typical, I_{OPER2}=40 mA maximum*
- *Data retention voltage: 2 V min.*
- *Operating temperature range (max. rating): 0° to 70°C*

The RCA-CDM6264 is a 8192-word by 8-bit static random-access memory. It is designed for use in memory systems where high-speed, low power and simplicity in use are desirable. This device has common data input and data output and utilizes a single power supply of 4.5 V to 5.5 V.

Either chip enable ($\overline{CE1}$ or CE2), when not valid, will gate off the address and output buffers and power down the chip to minimum standby power with inputs toggling. The output enable ($\overline{OE}$) controls the output buffers to eliminate bus contention.

The CDM6264 is supplied in 28-lead, hermetic, dual-in-line side-brazed ceramic (D suffix) and in 28-lead dual-in-line plastic (E suffix) packages.

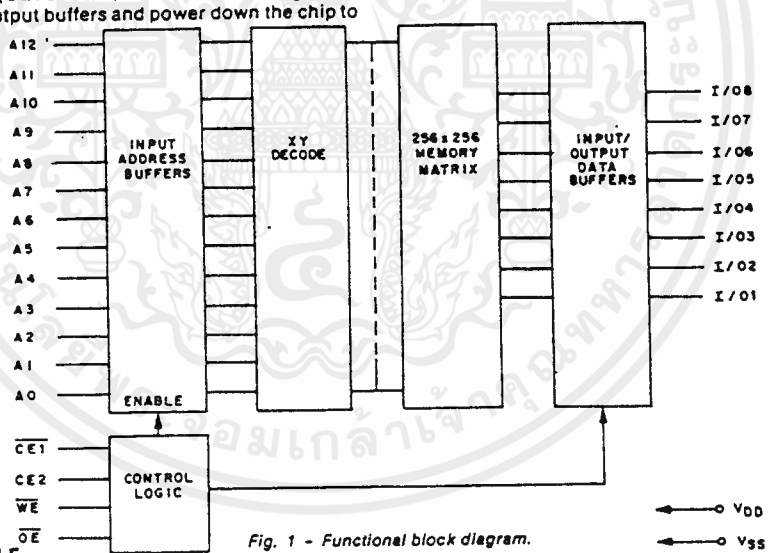


Fig. 1 - Functional block diagram.

TRUTH TABLE

$\overline{CE1}$	CE2	$\overline{OE}$	$\overline{WE}$	A0 TO A12	MODE	DATA I/O	DEVICE CURRENT
H	X	X	X	X	NOT SELECTED	HIGH Z	STANDBY
X	L	X	X	X	NOT SELECTED	HIGH Z	STANDBY
L	H	L	H	STABLE	READ	DATA OUT	ACTIVE
L	H	X	L	STABLE	WRITE	DATA IN	ACTIVE
L	H	H	H	STABLE	OUTPUT DISABLE	HIGH Z	ACTIVE

L = LOW H = HIGH X = H OR L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRELIMINARY

27C64/87C64
64K (8K x 8) CHMOS UV ERASABLE PROM

- **CHMOS Microcontroller and Microprocessor Compatible**
  - **87C64-Integrated Address Latch**
  - **Universal 28 Pin Memory Site, 2-line Control**
- **Low Power Consumption**
  - **10 mA Maximum Active Current**
  - **100 μA Maximum Standby Current**
- **High Performance Speeds**
  - **200 ns Maximum Access Time**
- **Noise Immunity Features**
  - **±20% V_{CC} Tolerance**
  - **Maximum Latch-up Immunity Through EPI Processing**
- **Fast, Reliable Inteligent Programming™**
  - **Programs in Under 1 Minute**
  - **12.5V V_{PP}, HMOS II-E Compatible**

Intel's 27C64 and 87C64 CHMOS EPROMs are 64K bit 5V only memories organized as 8192 words of 8 bits. They employ advanced CHMOS*II-E circuitry for systems requiring low power, high performance speeds, and immunity to noise. The 87C64 has been optimized for multiplexed bus microcontroller and microprocessor compatibility while the 27C64 has a non-multiplexed addressing interface and is plug compatible with the standard Intel 2764A (HMOS II-E).

The 27C64 and 87C64 achieve both high performance (200 ns access times) and low power consumption (10 mA active current maximum CMOS inputs) making them ideal for high performance, portable equipment. Special EPI processing also reduces these devices' susceptability to latch-up, a common CMOS quality problem, and enables wide V_{CC} tolerances (20%) in CMOS systems. These features simplify the design of electronic equipment which is subject to high noise environments.

The 87C64 incorporates an address latch on the address pins to minimize chip count in multiplexed bus systems. Designers can tie combined (multiplexed) address-data processor busses directly into both the A0–A7 and O0–O7 pins of the 87C64. During ALE high (ALE/$\overline{CS}$) the address information is allowed to flow into the EPROM and begin accessing the stored code. On the falling edge of the ALE input (ALE/$\overline{CS}$), address information at the address inputs is latched internally. The A0–A7 inputs are then ignored as data information is passed on the same bus from the EPROM O0–O7 Pins (ALE/$\overline{CS}$ remains low).

The highest degree of protection against latch-up is achieved through Intel's unique EPI processing. Prevention of latch-up is provided for stresses up to 100 mA on address and data pins from −1V to V_{CC} + 1V.

*HMOS and CHMOS are patented processes of Intel Corporation.

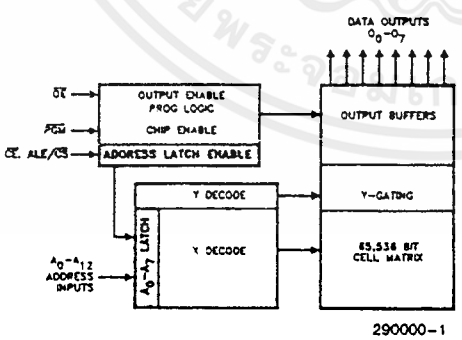


Figure 1. Block Diagram

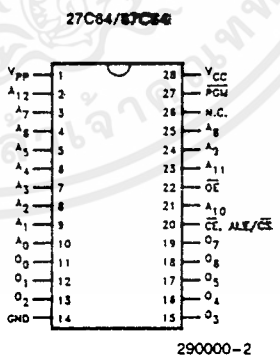


Figure 2. Pin Configuration

Table 1. Pin Names

A_0-A_{12}	ADDRESSES
O_0-O_7	OUTPUTS
$\overline{OE}$	OUTPUT ENABLE
$\overline{CE}$	CHIP ENABLE
ALE/$\overline{CS}$	ADDRESS LATCH ENABLE /CHIP SELECT
$\overline{PGM}$	PROGRAM STROBE
N.C.	NO CONNECT

Shaded Areas represent the 87C64 version

Intel Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in an Intel product. No other circuit patent licenses are implied. Information contained herein supersedes previously published specifications on these devices from Intel. September 1984
© Intel Corporation, 1984
Order Number: 290000-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAPACITANCE[1] T_A = 25°C, f = 1.0 MHz

Symbol	Parameter	Max	Unit	Conditions
C_{IN}	Address/control capacitance	6	pF	V_{IN} = 0V
C_{OUT}	Output Capacitance	12	pF	V_{OUT} = 0V

NOTE:
1. Sampled. Not 100% tested.

A.C. Testing Load Circuit

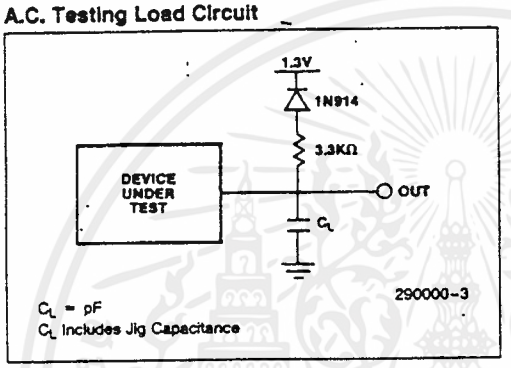


Figure 3. Test Configuration

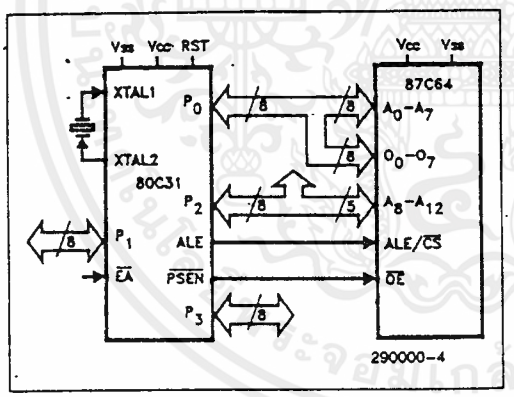


Figure 4. 80C31 with 87C64 System Configuration

READ MODE: 27C64

The 27C64 has two control functions, both of which must be logically active in order to obtain data at the outputs. Chip Enable ($\overline{CE}$) is the power control and should be used for device selection. Output enable ($\overline{OE}$) is the output control and should be use to gate data from the output pins, independent of device selection. Assuming that addresses are stable, the address access time (t_{ACC}) is equal to the delay from $\overline{CE}$ to output (t_{CE}). Data is available at the outputs after a delay of t_{OE} from the falling edge of $\overline{OE}$, assuming that $\overline{CE}$ has been low and addresses have been stable for at least $t_{ACC}-t_{OE}$.

READ MODE: 87C64

The 87C64 was designed to reduce the hardware interface requirements when incorporated in processor systems with multiplexed address-data busses. Chip count (and therefore power and board space) can be minimized when the 87C64 is designed as shown in Figure 4. The processor's multiplexed bus (AD_{0-7}) is tied to both address and data pins of the 87C64. A separate address latch is eliminated.

The 87C64 internal address latch is directly enabled through the use of the ALE/$\overline{CS}$ line. While the ALE/$\overline{CS}$ is in the high state, the internal latch is enabled for address flow through. As the transition occurs on the ALE/$\overline{CS}$ from the TTL high to the low state, the last address presented at the address pins is retained. Data is then enabled onto the bus from the EPROM via the $\overline{OE}$ pin.

Table 2. Read Modes for 27C64 / 87C64

Pins / Mode	ALE/$\overline{CS}$ / $\overline{CE}$ (20)	$\overline{OE}$ (22)	$\overline{PGM}$ (27)	V_{PP} (1)	Outputs (11–13, 15–19)
READ	V_{IL}	V_{IL}	V_{IH}	V_{CC}	D_{OUT}
OUTPUT DISABLE	V_{IL}	V_{IH}	V_{IH}	V_{CC}	High Z
STANDBY	V_{IH}	X	X	V_{CC}	High Z

NOTE:
X can be V_{IH} or V_{IL}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CDM6264

MAXIMUM RATINGS, *Absolute-Maximum Values:*

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD}):
(Voltage referenced to V_{SS} terminal) ..... -0.3 to +7 V
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS ..... -0.3 to +7 V
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):
For T_A = 0° to +60°C (PACKAGE TYPE E) ..... 500 mW
For T_A = +60° to +70°C (PACKAGE TYPE E) ..... Derate Linearly at 8 mW/°C to 420 mW
For T_A = 0° to +70°C (PACKAGE TYPE D) ..... 500 mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR
For T_A = FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE ..... 100 mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A):
PACKAGE TYPE D ..... 0 to +70°C
PACKAGE TYPE E ..... 0 to +70°C
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg}) ..... -55 to +125°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):
At distance 1/16 ± 1/32 in. (1.59 ± 0.79 mm) from case for 10 s max. ..... +265°C

OPERATING CONDITIONS at T_A = 0 to +70°C

For maximum reliability, operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTIC		LIMITS ALL TYPES MIN.	LIMITS ALL TYPES MAX.	UNITS
DC Operating Voltage Range		4.5	5.5	V
Input Voltage Range	V_{IH}	2.2	V_{DD} + 0.3	V
	V_{IL}	-0.3	0.8	V
Input Signal Rise or Fall Time[Δ]	t_r, t_f	—	5	μs

[Δ] Input signal rise and fall times with a duration greater than the maximum value can cause loss of stored data in the selected mode.

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS at T_A = 0 to +70°C, V_{DD} = 5 V ± 10%, Except as noted

CHARACTERISTIC		CONDITIONS		LIMITS ALL TYPES Min.	Typ.*	Max.	UNITS
Standby Device Current	I_{DDS}	$\overline{CE1}$=V_{IH} or CE2=V_{IL}		—	1.5	3	mA
	I_{DDS1}	$\overline{CE1}$=CE2 ≥ V_{DD}-0.2 V or CE2 ≤ 0.2 V		—	2	100	μA
Output Voltage Low Level	V_{OL} Max.	I_{OL}=2.1 mA		—	—	0.4	V
		I_{OL}=1 μA		—	0.1	—	
Output Voltage High Level	V_{OH} Min.	I_{OH}=-1 mA		2.4	—	—	V
		I_{OH}=-1 μA		—	V_{DD}-0.1	—	
Input Leakage Current	I_{IN} Max.	V_{IN}=0 V to V_{DD}		—	±0.1	±2	μA
3-State Output Leakage Current	I_{OUT}	$V_{I/O}$=0 V to V_{DD}		—	±0.5	±2	μA
Operating Device Current	I_{OPER1}#	V_{IN}=V_{IL}, V_{IH}	t_{cyc}=1 μs	—	4.5	9	mA
			t_{cyc}=120 ns	—	22.5	45	
	I_{OPER2}#	V_{IN}=0.2 V, V_{DD}-0.2 V	t_{cyc}=1 μs	—	2	4	
			t_{cyc}=120 ns	—	20	40	
Input Capacitance	C_{IN}	V_{IN}=0 V, f=1 MHz, T_A=25°C		—	4	6	pF
Output Capacitance	$C_{I/O}$	$V_{I/O}$=0 V, f=1 MHz, T_A=25°C		—	6	8	pF

*Typical values are for T_A=25°C and nominal V_{DD}.

#Outputs open circuited.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

intel

8255A/8255A-5
PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- MCS-85™ Compatible 8255A-5
- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with Intel® Microprocessor Families
- Improved Timing Characteristics
- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- Reduces System Package Count
- Improved DC Driving Capability
- Available in EXPRESS
  - —Standard Temperature Range
  - —Extended Temperature Range

The Intel® 8255A is a general purpose programmable I/O device designed for use with Intel® microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. In the first mode (MODE 0), each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In MODE 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining 4 pins, 3 are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (MODE 2) is a bidirectional bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and 5 lines, borrowing one from the other group, for handshaking.

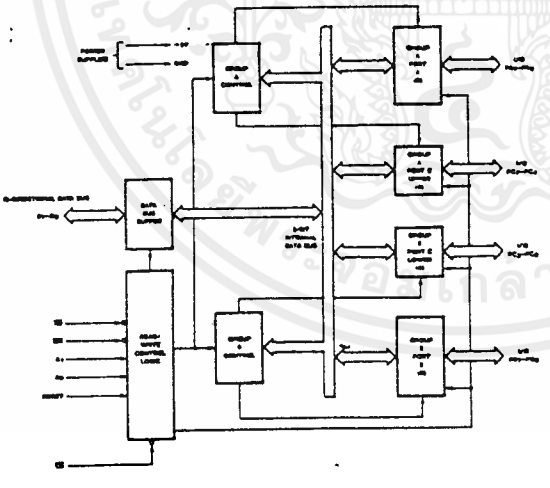


Figure 1. 8255A Block Diagram

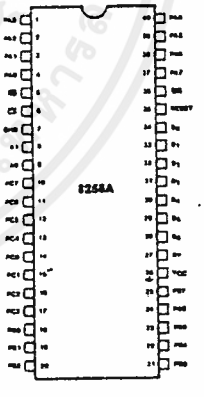


Figure 2. Pin Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8255A FUNCTIONAL DESCRIPTION

General

The 8255A is a programmable peripheral interface (PPI) device designed for use in Intel® microcomputer systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the microcomputer system bus. The functional configuration of the 8255A is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

Data Bus Buffer

This 3-state bidirectional 8-bit buffer is used to interface the 8255A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

($\overline{CS}$)

Chip Select. A "low" on this input pin enables the communiction between the 8255A and the CPU.

($\overline{RD}$)

Read. A "low" on this input pin enables the 8255A to send the data or status information to the CPU on the data bus. In essence, it allows the CPU to "read from" the 8255A.

($\overline{WR}$)

Write. A "low" on this input pin enables the CPU to write data or control words into the 8255A.

(A_0 and A_1)

Port Select 0 and Port Select 1. These input signals, in conjunction with the RD and WR inputs, control the selection of one of the three ports or the control word registers. They are normally connected to the least significant bits of the address bus (A_0 and A_1).

8255A BASIC OPERATION

A_1	A_0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$	INPUT OPERATION (READ)
0	0	0	1	0	PORT A – DATA BUS
0	1	0	1	0	PORT B – DATA BUS
1	0	0	1	0	PORT C – DATA BUS
					OUTPUT OPERATION (WRITE)
0	0	1	0	0	DATA BUS – PORT A
0	1	1	0	0	DATA BUS – PORT B
1	0	1	0	0	DATA BUS – PORT C
1	1	1	0	0	DATA BUS – CONTROL
					DISABLE FUNCTION
X	X	X	X	1	DATA BUS – 3-STATE
1	1	0	1	0	ILLEGAL CONDITION
X	X	1	1	0	DATA BUS – 3-STATE

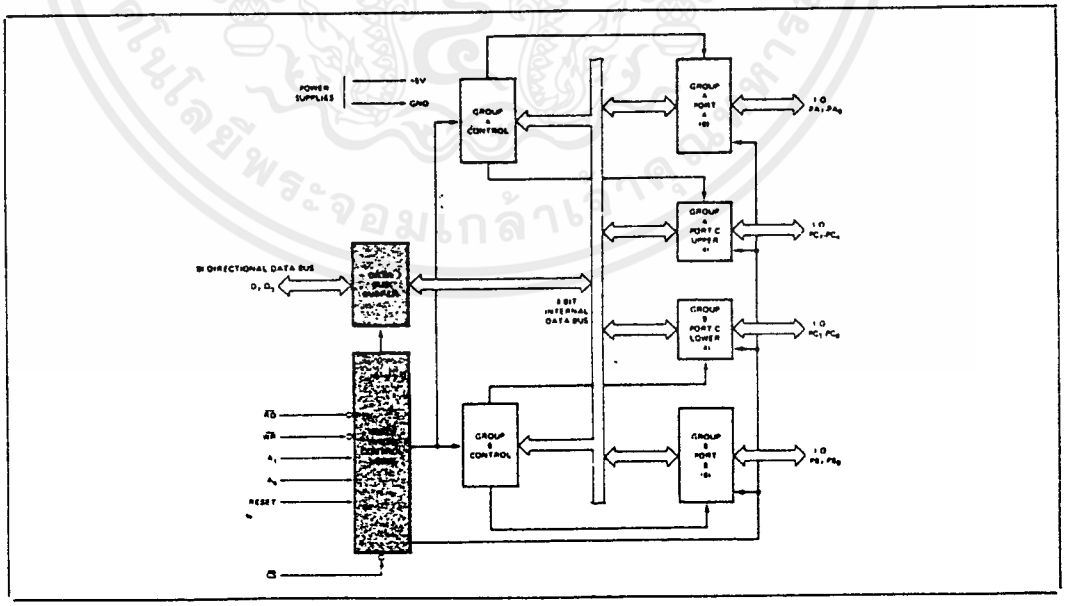


Figure 3. 8255A Block Diagram Showing Data Bus Buffer and Read/Write Control Logic Functions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input Control Signal Definition

$\overline{STB}$ (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F)

A "high" on this output indicates that the data has been loaded into the input latch; in essence, an acknowledgement. IBF is set by STB input being low and is reset by the rising edge of the RD input.

INTR (Interrupt Request)

A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an input device is requesting service. INTR is set by the $\overline{STB}$ is a "one", IBF is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of $\overline{RD}$. This procedure allows an input device to request service from the CPU by simply strobing its data into the port.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC_4.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC_2.

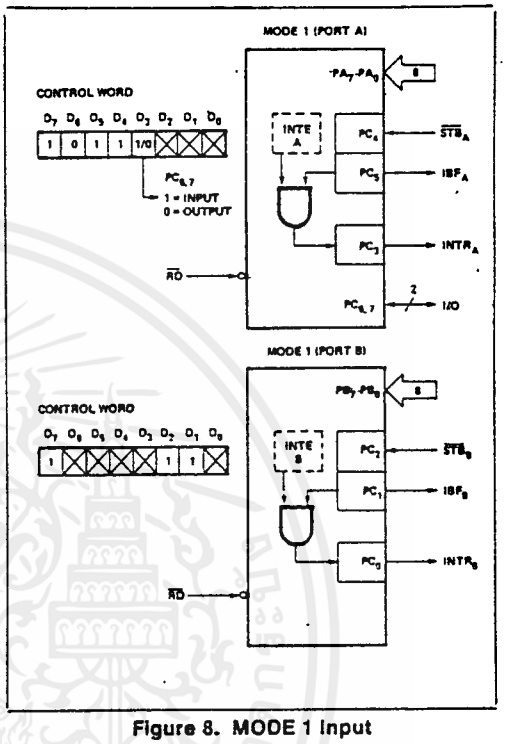


Figure 8. MODE 1 Input

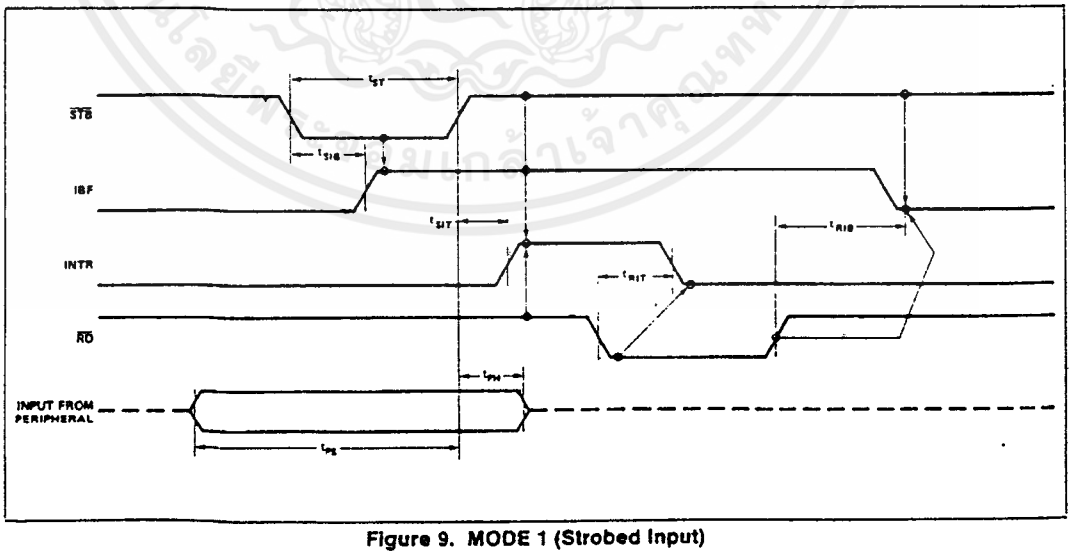


Figure 9. MODE 1 (Strobed Input)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output Control Signal Definition

$\overline{OBF}$ (Output Buffer Full F/F). The $\overline{OBF}$ output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to the specified port. The $\overline{OBF}$ F/F will be set by the rising edge of the $\overline{WR}$ input and reset by $\overline{ACK}$ input being low.

$\overline{ACK}$ (Acknowledge Input). A "low" on this input informs the 8255A that the data from port A or port B has been accepted. In essence, a response from the peripheral device indicating that it has recieved the data output by the CPU.

INTR (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when $\overline{ACK}$ is a "one", $\overline{OBF}$ is a "one", and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of $\overline{WR}$.

INTR (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when $\overline{ACK}$ is a "one", $\overline{OBF}$ is a "one", and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of $\overline{WR}$.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC_6.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC_2.

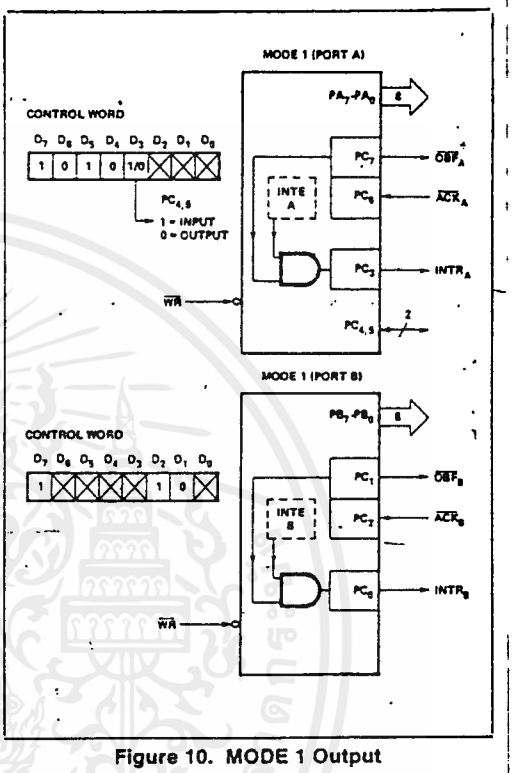


Figure 10. MODE 1 Output

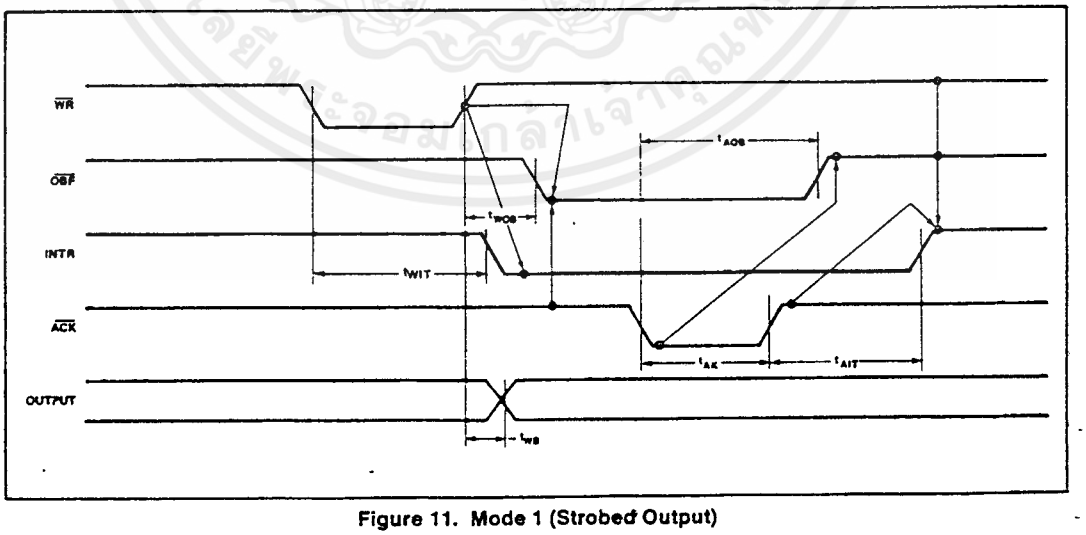


Figure 11. Mode 1 (Strobed Output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

MM58167A Microprocessor Real Time Clock

General Description

The MM58167A is a low threshold metal gate CMOS circuit that functions as a real time clock in bus oriented microprocessor systems. The device includes an addressable real time counter, 56 bits of RAM, and two interrupt outputs. A $\overline{\text{POWER DOWN}}$ input allows the chip to be disabled from the rest of the system for standby low power operation. The time base is a 32.768 Hz crystal oscillator.

Features

- Microprocessor compatible (8-bit data bus)
- Milliseconds through month counters
- 56 bits of RAM with comparator to compare the real time counter to the RAM data
- 2 INTERRUPT OUTPUTS with 8 possible interrupt signals
- $\overline{\text{POWER DOWN}}$ input that disables all inputs and outputs except for one of the interrupts
- Status bit to indicate rollover during a read
- 32.768 Hz crystal oscillator
- Four-year calendar (no leap year)
- 24-hour clock

Functional Description

Real Time Counter

The real time counter is divided into 4-bit digits with 2 digits being accessed during any read or write cycle. Each digit represents a BCD number and is defined in Table I. Any unused bits are held at a logical zero during a read and ignored during a write. An unused bit is any bit not necessary to provide a full BCD number. For example tens of hours cannot legally exceed the number 2, thus only 2 bits are necessary to define the tens of hours. The other 2 bits in the tens of hours digit are unused. The unused bits are designated in Table I as dashes.

The addressable portion of the counter is from milliseconds to months. The counter itself is a ripple counter. The ripple delay is less than 60 μs above 4.0V and 300 μs at 2.0V.

RAM

56 bits of RAM are contained on-chip. These can be used for any necessary power down storage or as an alarm latch for comparison to the real time counter. The data in the RAM can be compared to the real time counter on a digit basis. The only digits that are not compared are the unit ten thousandths of seconds and tens of days of the week (these are unused in the real time counter). If the two most significant bits of any RAM digit are ones, then this RAM location will always compare.

The RAM is formatted the same as the real time counter, 4 bits per digit, 14 digits, however there are no unused bits. The unused bits in the real time counter will compare only to zeros in the RAM.

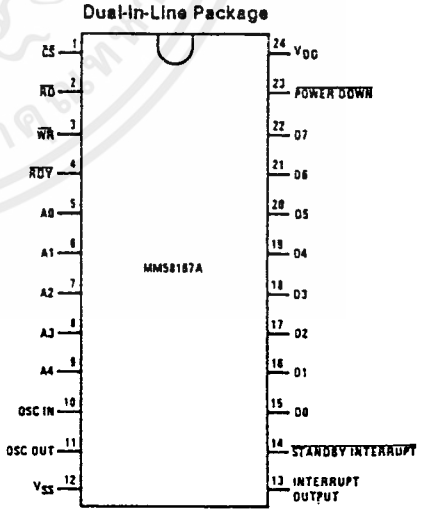
Interrupts and Comparator

There are two interrupt outputs. The first and most flexible is the INTERRUPT OUTPUT (a true high signal). This output can be programmed to provide 8 different output signals. They are: 10 Hz, 1 Hz, once per minute, once per hour, once a day, once a week, once a month, and when a RAM/real time counter comparison occurs. To enable the output a one is written into the interrupt control register at the bit location corresponding to the desired output frequency *(Figure 1)*. Once one or more bits have been set in the interrupt control register, the corresponding counter's rollover to its reset state will clock the interrupt status register and cause the interrupt output to go high. To reset the interrupt and to identify which frequency caused the interrupt, the interrupt status register is read. Reading this register places the contents of the status register on the data bus. The interrupting frequency will be identified by a one in the respective bit position. Removing the read will reset the interrupt.

The second interrupt is the $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ (open drain output, active low). This interrupt occurs when enabled and when a RAM/real time counter comparison occurs. The $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ is enabled by writing a one on the D0 line at address 16_H or disabled by writing a zero on the D0 line. This interrupt is not triggered by the edge of the compare signal, but rather by the level. Thus if the compare is enabled when the $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ is enabled, the interrupt will turn on immediately.

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TOP VIEW

TL/F/5148-1

Order Number MM58167AN
See NS Package N24A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram

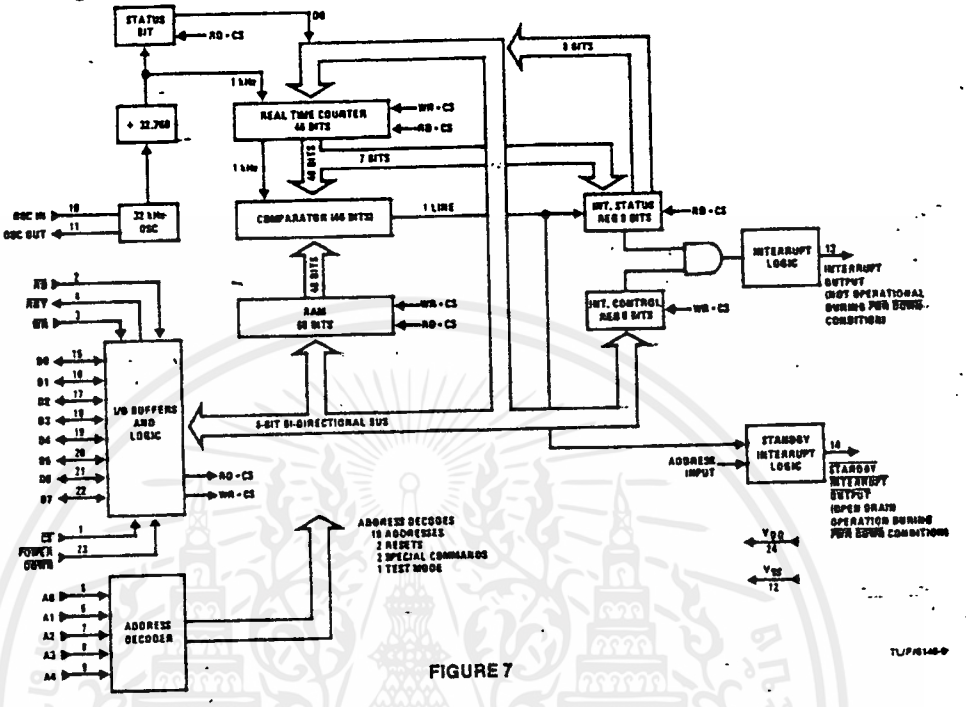
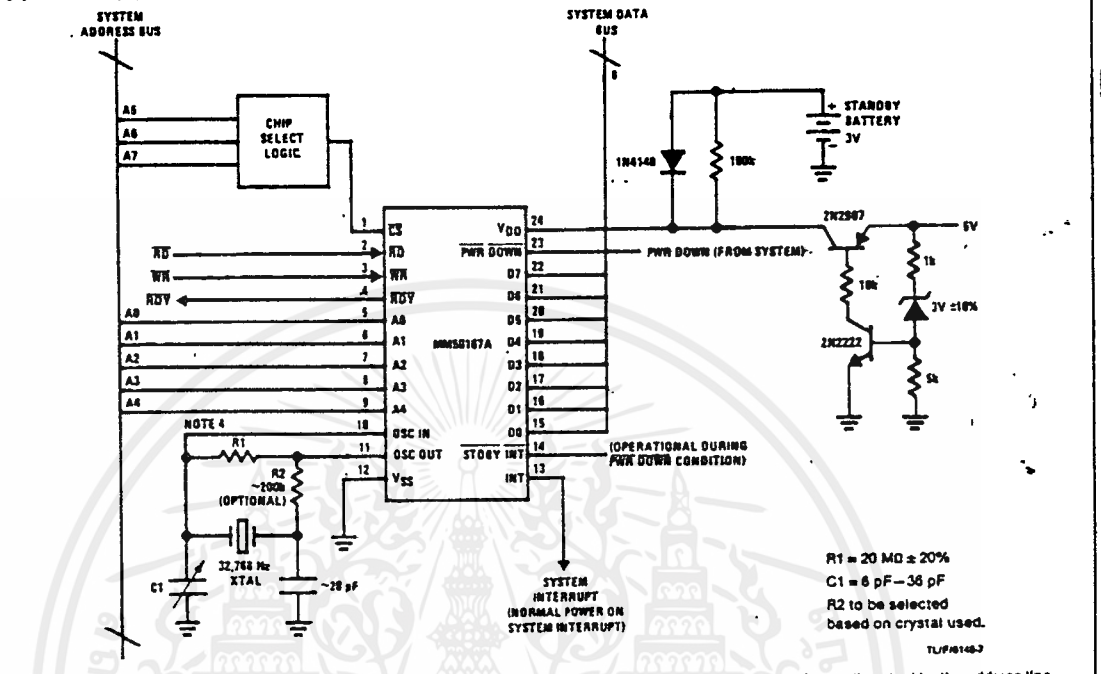


FIGURE 7

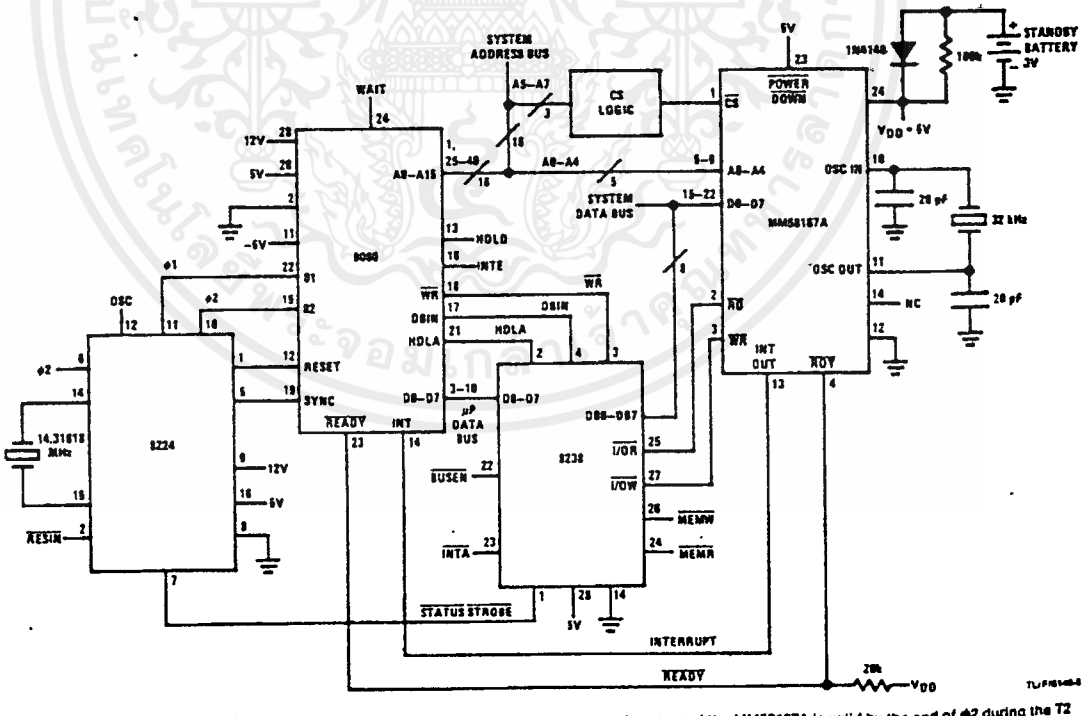
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications



Note 4: A ground line or ground plane guard trace should be included between pins 9 and 10 to insure the oscillator is not disturbed by the address line.

FIGURE 5. Typical Connection Diagram

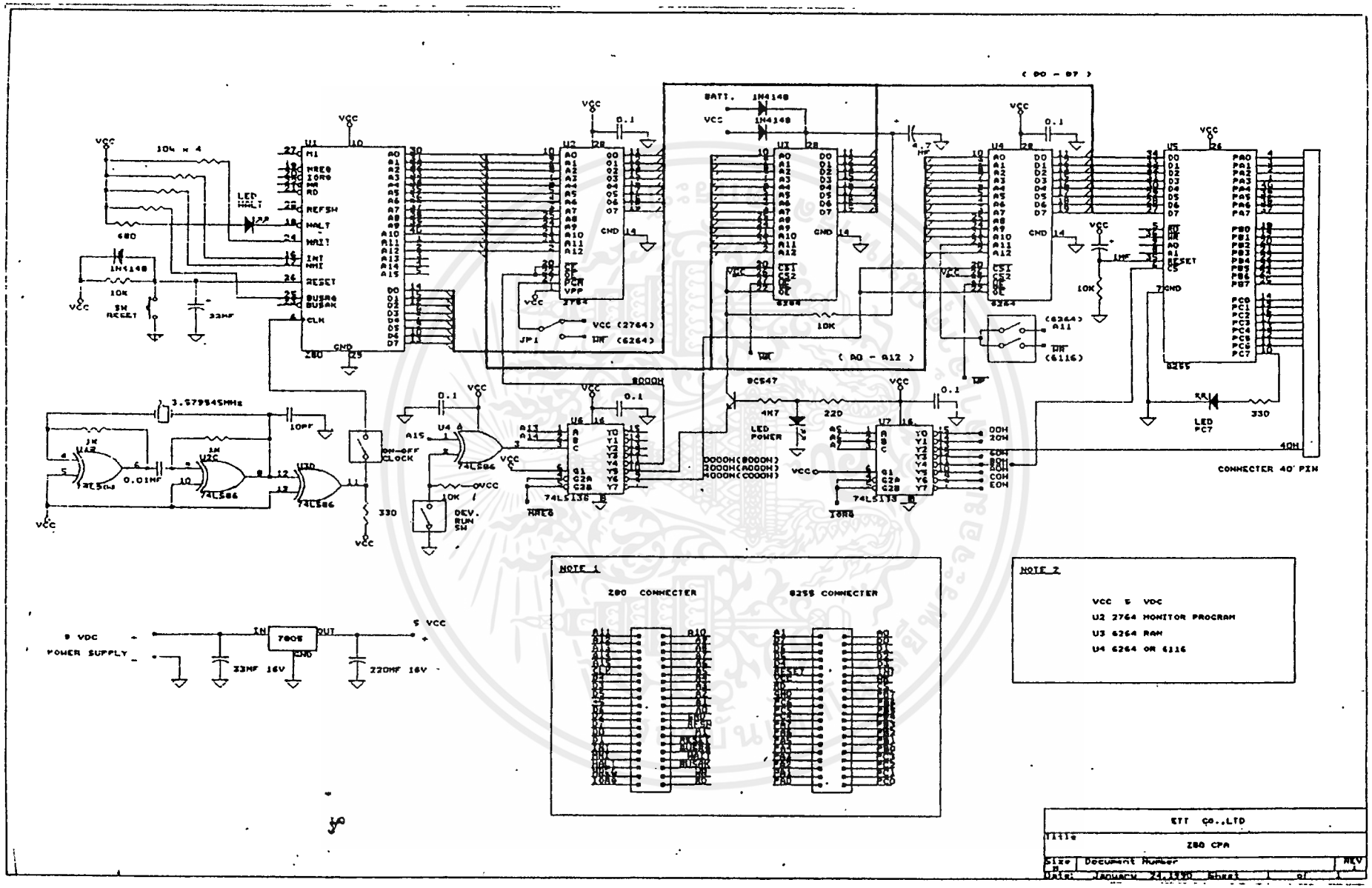


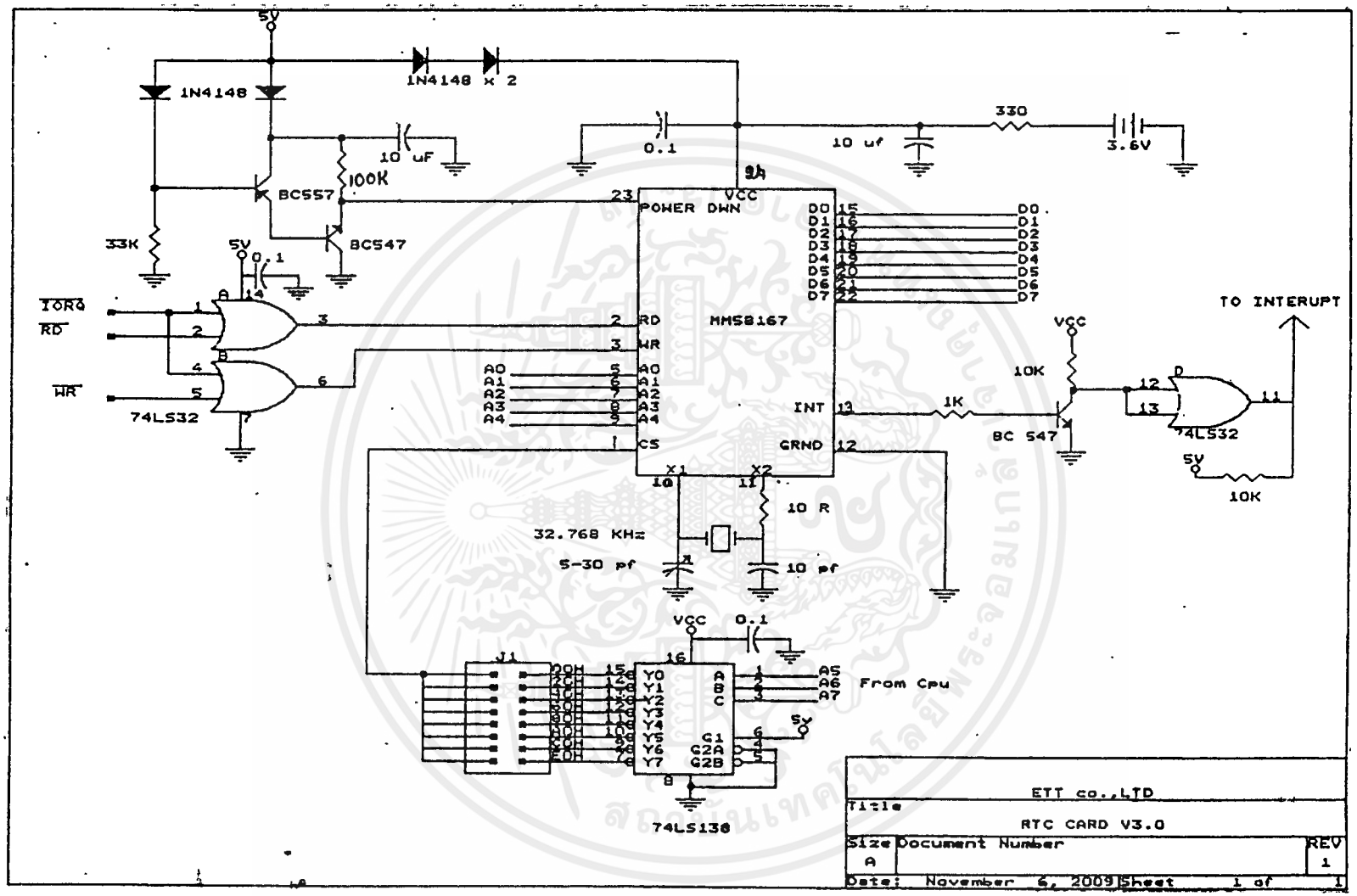
Note 5: Must use 8238 or equivalent logic to insure advanced I/OW pulse; so that the ready output of the MM58167A is valid by the end of ϕ2 during the T2 microcycle.

Note 6: $t_{\phi 2} \geq t_{RS8080} + t_{DL8238} + t_{WRY58167A}$.

FIGURE 6. 8080 System Interface with Battery Backup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


(D0 - D7)
10K x 4
LED HALT
680
1N4148
10K
RESET
33MF
3.579545MHz
10PF
0.01MF
74LS04
74LS86
330
ON-OFF CLOCK
DEV. RUN SW
74LS138
MREQ
IORQ
8000H
A15
0000H(8000H)
2000H(A000H)
4000H(C000H)
BATT.
VCC (2764)
VM (6264)
(A0 - A12)
BC547
4K7
220
LED POWER
74LS139
IORQ
00H
20H
40H
60H
80H
A0H
C0H
E0H
A11
VM (6116)
LED PC7
CONNECTER 40' PIN
NOTE 1
280 CONNECTER
8255 CONNECTER
NOTE 2
VCC 5 VDC
U2 2764 MONITOR PROGRAM
U3 6264 RAM
U4 6264 OR 6116
9 VDC
POWER SUPPLY
7805
IN
OUT
GND
33MF 16V
220MF 16V
5 VCC
ETT Co.,LTD
Z80 CPU
Size
Document Number
REV
Date: January 24,1990
Sheet
of



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS

Electric maximum ratings

Item	Symbol	Min.	Max.	Unit	Remarks
Power supply for logic	$V_{DD} - V_{SS}$	Refer to individual specification		V	
Power supply for LCD drive	$V_{DD} - V_O$			V	
Input voltage	V_I			V	
Static electricity		—	100	V	See note

Note Electro-static discharge resistance is tested by charging a condenser with a capacity of 200pF and discharging it by contact with an interface connector pin.

Environmental conditions

Item	Operating		Non-operating		Remarks
	Min.	Max.	Min.	Max.	
Ambient temperature	Refer to individual specifications				
Humidity	Note				No dew
Vibration	—	4.9m/s² (0.5G)	—	19.6 m/s² (2G)	
Shock	—	29.4 m/s² (3G)	—	490 m/s²(50G)	XYZ 3 directions
Corrosion gas	No corrosion gas				

Note Humidity conditions are as follows.

Number of dots / Ambient temperature (Ta)	Under 128 x 240	128 x 240 or over
Ta ≦ 40°C	95% RH max.	85% RH max.
Ta > 40°C (Below maximum temperature)	Below maximum absolute humidity of 40°C 95% RH	Below maximum absolute humidity of 40°C 85% RH

RELIABILITY CONDITIONS

LCD MODULE (Consumer Type)

Item	Conditions	Evaluation
High Temperature Operation	Operating 96 – 100 Hrs at 50 ± 2°C surrounding temp.	No change is visiblein appearance nor function
Low Temperature Operation	Operating 96 – 100 Hrs at 0 ± 2°C surrounding temp.	
High Temperature Storage	Storage 96 – 100 Hrs at 60 ± 2°C surrounding temp. then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off)	
Low Temperature Storage	Storage 96 – 100 Hrs at −20 ± 2°C surrounding temp. then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off) No dew to be found	
Damp Proof	Storage 96 – 100 Hrs at 40 ± 2°C and 90 – 95% RH surrounding condition, then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off) No dew to be found.	

Note The above condition is only representative, and may differ in case of customized specifications.

OPTICAL DATA

Ta = 25°C

Item	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	Notes to see
Viewing angle	$\phi 2 - \phi 1$	K = 1.4	—	20	—	deg.	—
Contrast ratio	K	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	—	2	—	—	—
Response time (rise)	t_r	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	—	250 150	400 250	ms	—
Response time (fall)	t_f	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	—	250 150	400 250	ms	—

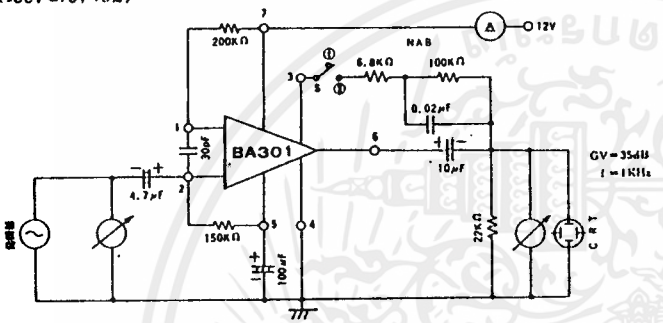
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BA301 汎用前置増幅器 P SIP 7PIN

ローム

○各種プリアンプ用
○使用電圧範囲……6～20V
○高入力／低出力インピーダンス

測定回路（I_{CC}, G_{VO}, V_{OM}）



■最大定格（T_a=25°C）

V_{CC}……20V
P_T……150mW
T_{opr}……－25～＋75°C
T_{stg}……－55～＋125°C

■電気的特性（V_{CC}=12V, R_L=22kΩ, f=1kHz, T_a=25°C）

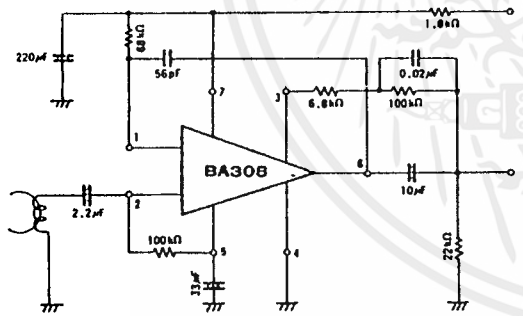
記号	測定条件	規格 最小	規格 標準	規格 最大	単位
$I_{CC(ZS)}$	V_i=0	0.9	1.5	2.3	mA
G_{VO}	V_i=－80dBm	70	79		dB
V_{OM}	KF=1%, NAB	2	2.6		V
KF	V_O=0.5V, NAB		0.06	0.15	%
N_O	R_s=2.2kΩ, NAB, BW=30Hz～20kHz		60	100	μV
Z_i	NAB		120		kΩ
Z_O	NAB		5		Ω

BA308 汎用前置増幅器 P SIP 7PIN

ローム

○各種プリアンプ用
○使用電圧範囲……3～15V
○高入力／低出力インピーダンス

応用回路（カセットテープレコーダ）



■最大定格（T_a=25°C）

V_{CC}……16V
P_T……150mW
T_{opr}……－25～＋75°C
T_{stg}……－55～＋125°C

■電気的特性（V_{CC}=5V, R_L=22kΩ, f=1kHz, T_a=25°C）

記号	測定条件	規格 最小	規格 標準	規格 最大	単位
$I_{CC(ZS)}$	V_i=0		0.6	1.6	mA
G_{VO}	V_i=－80dBm	64	68		dB
G_{VC}	V_i=－40dBm, NAB	32	35	38	dB
V_{OM}	KF=1%, NAB		0.9		V
KF	V_O=0.3V, NAB		0.15	0.3	%
N_O	R_s=2.2kΩ, NAB, BW=30Hz～20kHz		75	150	μV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสดงซ้ำ ดัดแปลง ดัดแปลงต่อ และการเผยแพร่ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นจะได้รับอนุญาตจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

SCL4013B

CMOS DUAL D-TYPE FLIP-FLOP

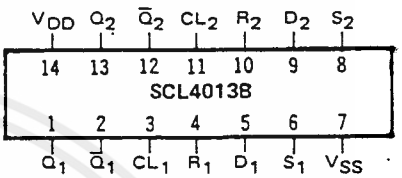
FEATURES

- Independent Set and Reset Controls
- Static Operation
- Logic Edge-Clocked Design
- 16MHz Toggle Rate @ 10Vdc
- Balanced Output Drive Current Specifications

DESCRIPTION

The SCL4013B consists of two identical, independent D-type Flip-Flops. These devices can be used for shift register applications, and, by connecting the $\overline{Q}$ output to the Data input, for counter and toggle applications. The logic level present at the D input is transferred to the Q output during the positive-going transition of the Clock pulse. Setting or resetting is independent of the Clock and is accomplished by a high level on the Set or Reset line, respectively.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

C	14-pin Cerdip
D	14-pin Ceramic
E	14-pin Epoxy
F	14-pin Flat
H	Chip

TRUTH TABLE

CL ▲	D	R	S	Q	$\overline{Q}$	
⌒	0	0	0	0	1	
⌒	1	0	0	1	0	
⌣	x	0	0	Q	$\overline{Q}$	NO CHANGE
x	x	1	0	0	1	
x	x	0	1	1	0	
x	x	1	1	1	1	

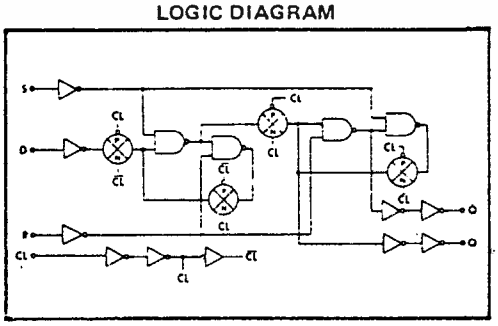
▲ = Level Change
x = Don't Care

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

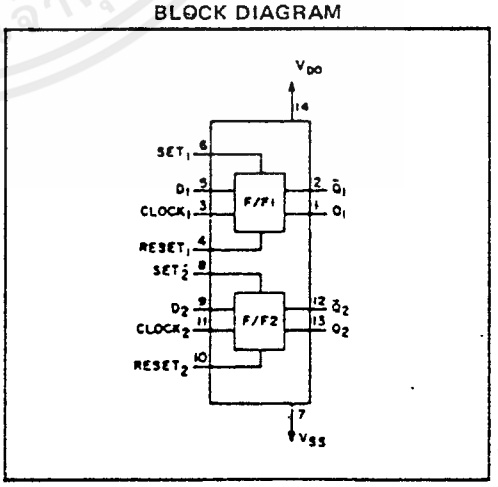
For maximum reliability:

DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A		
C, D, F, H Device		-55 to +125	°C
E Device		-40 to +85	°C

LOGIC DIAGRAM



BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS [1,3]

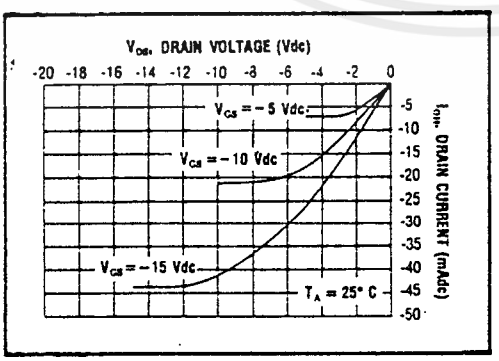
PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T_{LOW} [2]		+25°C			T_{HIGH} [2]		Units
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I_{DD}	5	V_{IN} = V_{SS} or V_{DD}	–	1.0	–	0.005	1.0	–	30	μAdc
		10	All valid input	–	2.0	–	0.01	2.0	–	60	
		15	combinations	–	4.0	–	0.02	4.0	–	120	

NOTES: [1] Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
[2] T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
= -40°C for E device.
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device.
[3] This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

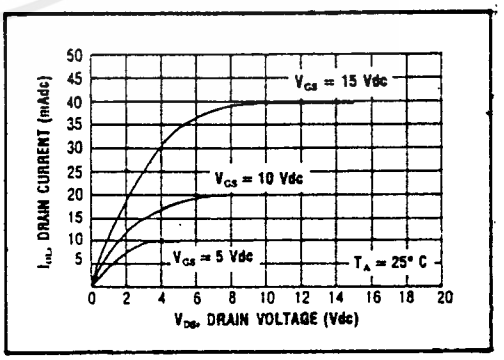
DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
CLOCKED OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME	t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	125	250	ns
		10	–	65	130	
		15	–	45	90	
OUTPUT TRANSITION TIME	t_{TLH}, t_{THL}	5	–	100	200	ns
		10	–	50	100	
		15	–	40	80	
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW_{CL}	5	–	70	140	ns
		10	–	30	60	
		15	–	20	40	
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f_{CL}	5	3.5	7.0	–	MHz
		10	8.0	16	–	
		15	12.5	25	–	
MAXIMUM CLOCK RISE AND FALL TIME[1]	t_{rCL}, t_{fCL}	5	15	–	–	μs
		10	10	–	–	
		15	5	–	–	
MINIMUM SETUP TIME	t_{setup}	5	–	25	50	ns
		10	–	10	20	
		15	–	7.5	15	
MINIMUM HOLD TIME	t_{hold}	5	–	-25	0	ns
		10	–	-10	0	
		15	–	-5	0	
SET AND RESET OPERATIONS						
PROPAGATION DELAY TIME S to Q, R to $\overline{Q}$	t_{PLH}	5	–	125	250	ns
		10	–	65	130	
		15	–	45	90	
MINIMUM SET AND RESET PULSE WIDTH	PW_S, PW_R	5	–	65	130	ns
		10	–	30	60	
		15	–	25	50	
SET AND RESET REMOVAL TIME	t_{rem}	5	–	0	25	ns
		10	–	0	10	
		15	–	0	5	

[1] When units are cascaded, the maximum rise and fall times of the clock input should be equal to or less than the transition times of the data outputs driving data inputs, plus the propagation delay of the output driving stage for the output capacitive load.



Typical P-Channel
Source Current Characteristics



Typical N-Channel
Sink Current Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5486 / 7486 Quadruple 2-Input Exclusive-OR Gate

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T.I.	SN54S86	J①			W①						SN54LS86	J①			W①	SN5486	J①			W①	SN54L86	J②	N②	T①	
	SN74S86	J①	N①								SN74LS86	J①	N①			SN7486	J①	N①			SN74L86	J②	N②	T①	
FAIRCHILD	[illegible]	D①			F①						[illegible]	D①			F①	FM5486/FM9N86	D①			F①					
	[illegible]	D①	P①								[illegible]	D①	P①		F①	FC7486/FC9N86	D①	P①							
MOTOROLA											SN74LS86		P①			MC7486		P①							
											DM54LS86		P①			DM5486	J①	N①		W①	DM54L86	J②	N②		F①
N.S.C	DM74S86		N①								DM74LS86		P①			DM7486	J①	N①			DM74L86	J②	N②		F①
PHILIPS	N74S86		T①								N74LS86		①			FJH271/7486		①							
SIGNETICS	54S86															S5486	F①	A①		W①					
	74S86										N74LS86		A①			N7486	F①	A①							
SIEMENS																FLH341		①							
FUJITSU											74LS86		M①			MB449		①	M①						
HITACHI	HD74S86	①	P①								HD74LS86		P①			HD7486/HD2526	①	P①							
MISUBISHI											M74LS86		P①			M53286		P①							
NEC											74LS86		C①			μPB2086	D①								
TOSHIBA																TD7486		P①							

Electrical Characteristics SN54LS86/SN74LS86

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

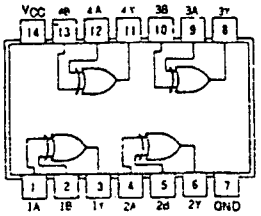
	SN54LS86			SN74LS86			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−800			−800	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER *		TEST CONDITIONS †		SN74LS86 MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC}=MIN, I_I=−18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC}=MIN, V_{IH}=2V, V_{IL}=V_{IL} max, I_{OH}=−400μA		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC}=MIN, V_{IH}=2V, V_{IL}=V_{IL} max	I_{OL}=4mA		0.25	0.4	V
			I_{OL}=8mA		0.35	0.5	
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC}=MAX, V_I=7V				0.2	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC}=MAX, V_I=2.7V				40	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC}=MAX, V_I=0.4V				−0.8	mA
I_{OS}	Short-circuit output current *	V_{CC}=MAX,		−5		−42	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC}=MAX, See Note 2			6.1	10	mA
t_{PLH}	from A or B input	Other input low	V_{CC}=5V, T_A=25°C, C_L=15pF, R_L=2kΩ		12	23	ns
t_{PHL}					10	17	ns
t_{PLH}	from A or B input	Other input high			20	30	ns
t_{PHL}					13	22	ns

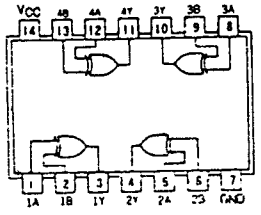
Pin Assignments (Top View)

①



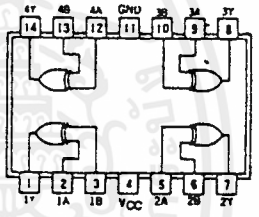
positive logic: $Y = A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$

②



positive logic: $Y = A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$

③



positive logic: $Y = A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$

Function Table

INPUTS A	INPUTS B	OUTPUT Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = High-level L = Low-level

NOTE : I_{CC} is measured with the inputs grounded and the outputs open.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54123/74123 Dual Retriggerable Monostable Multivibrator with Clear

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T.I.											SN54LS123	J①			W①	SN54123	J①			W①	SN54L123	J①			
											SN74LS123	J①	N①			SN74123	J①	N①			SN74L123	J①	N①		
FAIRCHILD																FN54123/FW8123	9①								
																FC74123/FC9123	9①	P①							
MOTOROLA																					DM54L123A		①		
																MC74123		P①			DM74L123A		①		
N.S.C.											DM54LS123		①												
											DM74LS123		①			DM74123		N①							
PHILIPS											N74LS123		①			N74123		①							
SIGNETICS																S54123	F①	B①		W①					
																N74123	F①	B①							
SIEMENS																									
																FLK121		①							
FUJITSU											74LS123		M①			MB440	①	M①							
HITACHI																									
											HD74LS123		P①			HD74123/HD2516	①	P①							
MITSUBISHI																									
											M74LS123		P①			M53323		P①							
NEC																									
																μPB2123	D①								
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS123/SN74LS123

absolute maximum ratings operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

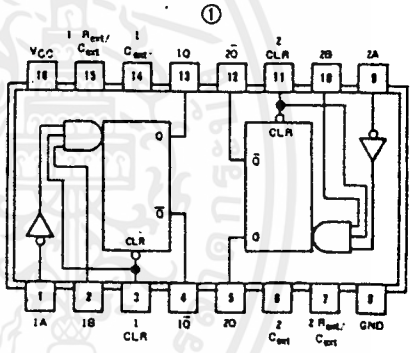
recommended operating conditions

	SN54LS123			SN74LS123			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Pulse width, t_w	40			40			ns
External timing resistance, R_{ext}	5		80	5		260	kΩ
External timing capacitance, C_{ext}	No restriction			No restriction			
Timing capacitance at Rext/Cext terminal			55			50	pF
Operating free-air temperature, T_A	−55		25	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER		TEST CONDITIONS †		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18 mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, I_{OH} = −400 μA, See Note 1		2.7	3.5		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, I_{OL} = 8 mA, See Note 1			0.35	0.5	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 5.5 V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7 V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4 V				0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ¶	V_{CC} = MAX, See Note 1		−20		−100	mA
I_{CC}	Supply current (quiescent or triggered)	V_{CC} = MAX, See Notes 2 and 3			12	20	mA
t_{PLH}	from A to output Q	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 2kΩ	C_{ext} = 0, R_{ext} = 5kΩ		22	33	ns
	from B to output Q				23	44	
t_{PHL}	from A to output Q				32	45	ns
	from B to output Q				34	56	
t_{PHL}	from Clear to output Q				20	27	ns
t_{PLH}	from Clear to output Q				28	45	
$t_{w(Q)}$(min)	from A or B to output Q				116	200	ns
$t_{w(Q)}$	from A or B to output Q		C_{ext} = 1000 pF, R_{ext} = 2kΩ	4	4.5	5	μs

Pin Assignment (Top View)



FUNCTION TABLE

123 LS123, L123 (See Note 4)

INPUTS			OUTPUTS	
CLEAR	A	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↑	⎍	⎎
H	↓	H	⎍	⎎
↑	L	H	⎍	⎎

NOTES 1 : Ground C_{ext} to measure V_{OH} at Q, V_{OL} at Q, or I_{OS} at Q.
C_{ext} is open to measure V_{OH} at $\bar{Q}$, V_{OL} at $\bar{Q}$, or I_{OS} at $\bar{Q}$.

2 : Quiescent I_{CC} is measured (after clearing) with 2.4V applied to all clear and A inputs, B inputs grounded, all outputs open, C_{ext} = 0.02 μF, and R_{ext} = 25kΩ.

3 : I_{CC} is measured in the triggered state with 2.4V applied to all clear and B inputs, A inputs grounded, all outputs open, C_{ext} = 0.02 μF, and R_{ext} = 25 kΩ.

4 : A, B = high level (steady state), L = low level (steady state), ↑ = transition from low to high level, ↓ = transition from high to low level, ⎍ = one high-level pulse, ⎎ = one low-level pulse, X = irrelevant (any input, including transitions).

B. An external timing capacitor may be connected between and Rext C_{ext}/C_{ext} (positive)

C. For accurate repeatable pulse widths, connect an external resistor between R_{ext}/C_{ext} and V_{CC} with R_{it} open-circuited.

D. To obtain variable pulse widths, connect external resistance between R_{ext} or R_{ext}/C_{ext} and V_{CC}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54138/74138 3-Line-to-8-Line Decoder

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.	SN54S138	J①			W①						SN54LS138	J①			W①										
	SN74S138	J①	N①								SN74LS138	J①	N①												
FAIRCHILD	/FW93S138	D①									FW54LS138/FW74LS138	D①			F①										
	FC74S138/FC93S138	D①									FC74LS138/FC93LS138	D①	P①		F①										
MOTOROLA											SN74LS138		P①												
N.S.C.											DM74LS138		①												
	DM74S138		①								DM54LS138		①												
PHILIPS																									
	N74S138		①								N74LS138		①												
SIGNETICS	S54S138	F①	B①		W①																				
	N74S138	F①	B①								N74LS138		A①												
SIEMENS																									
FUJITSU											74LS138		M①												
HITACHI											HD74LS138		P①												
MITSUBISHI	M74S138		P①								M74LS138		P①												
NEC											74LS138		C①												
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS138/SN74LS138

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

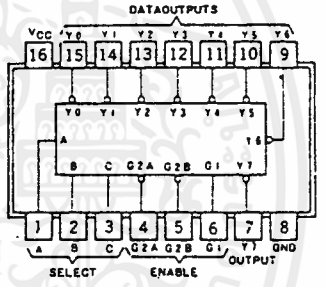
	SN54LS138 MIN	NOM	MAX	SN74LS138 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OH} = −400μA	SN54LS	2.5	3.4		V
			SN74LS	2.7	3.4		
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OL} = 8mA			0.35	0.5	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current *	V_{CC} = MAX		−20		−100	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX, Outputs enabled and open			6.3	10	mA

t_{PLH}	from Binary select to Any output	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 150pF, R_L = 2kΩ	levels of delay	2	13	20	ns
t_{PHL}					27	41	
t_{PLH}				3	18	27	ns
t_{PHL}					26	39	
t_{PLH}	from Enable to Any output			2	12	18	ns
t_{PHL}					21	32	
t_{PLH}				3	17	26	ns
t_{PHL}					25	38	

Pin Assignment (Top View)



positive-logic: see function table

Function Table

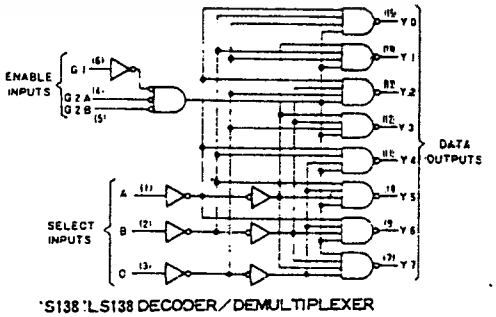
'S138 'LS138

INPUTS ENABLE G1	G2*	SELECT C	B	A	OUTPUTS Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

* G2 = G2A + G2B

H = high level, L = low level, X = irrelevant

Functional Block Diagram



'S138 'LS138 DECODER/DEMULTIPLEXER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ทรงชัย วีระทวีมาศ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความกรุณาดูแลและให้คำปรึกษามาโดยตลอด จนกระทั่งโครงงานนี้ ประสพความสำเร็จและเพื่อนๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณ บริษัท ETT จำกัด ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับบอร์ด Z-80 CONTROL PACK ADVANCE บอร์ด REAL TIME CLOCK V.3.0 และจอภาพ LCD ซึ่งทำให้โครงงานนี้สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้น

ขอขอบคุณ บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ เวิลด์ จำกัด ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับกลไกของตัวเทป (CHASSIS TAPE) ซึ่งทำให้สามารถออกแบบวงจรควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. MICROPROCESSOR DATA BOOK

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

2. คู่มือ ไอซี TTL

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

3. คู่มือ ไอซี CMOS/4000 SERIES

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

4. SEMICONDUCTOR DATA BOOK

บริษัท NATIONAL SEMICONDUCTOR จำกัด

5. ภาษาแอสเซมบลี้

โดย ปีเตอร์ นอร์ตัน และจอห์น โซซา บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

6. ไมโครโปรเซสเซอร์

โดย ยืน ภู่วรวรรณ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

7. ทฤษฎีเครื่องบันทึกเทป

โดย พันธ์ศักดิ์ ศรีทิพย์ บริษัท อีเล็กทรอนิกส์ เวิลด์ จำกัด

8. Z-80 CONTROL PACK ADVANCE

บริษัท ETT จำกัด

9. REAL TIME CLOCK

บริษัท ETT จำกัด

10. DOT MATRIX LCD MODULE

บริษัท ETT จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้