การควบคุมแบบ PID ด้วย 68HC11

SINGLE LOOP PID CONTROLLER WITH 68HC11

โดย

นายนนคล พันธุ์บพิธ 3416111

นายนิคม นาคะโยธินสกุล 3416114

นายชัยรัตน์ ฤทธิรงค์ 34161203

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032756

ภาควิชา เทคโนโลยี่การวัดคุมทางอุตสาหกรร

สาขา เทคโนโลยี่การวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี่พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง

การควบคุม PID แบบช่องเดียวโดยใช้ MC68HC11

SINGLE LOOP PID CONTROLLER BY MC68HC11

ผู้จัดทำ

1. นายนพดล พันธุ์บพิธ 34161111
2. นายนิคม นาคะโยธินสกุล 34161114
3. นายชัยรัตน์ ฤทธิรงค์ 34161203

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. วิทยา ทิพย์สุวรณพร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032756

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลงานเกี่ยวกับการวิจัยชุดควบคุมขบวนการโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 68HC11 เป็นหน่วยควบคุมหลักและหน่วยรับส่งข้อมูล จากไมโครคอมพิวเตอร์(MICROCOMPUTER)โดยส่วนของภาคการศึกษานี้จะมุ่งศึกษาทางด้าน HARD WAREซึ่งจะศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 68HC11 และนำมาใช้งานร่วมกับ วงจรภายนอกทั้งทางด้าน ANALOG และ DIGITAL โดยจุดประสงค์เพื่อจะนำไปใช้ และพัฒนาเป็นตัวควบคุมอัตโนมัติแบบ PID ในภาคการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

THIS THESIS IS A FRACTION OF PROCESS CONTROLLER UNIT IS USED BY MICROCONTROLLER 68HC11. MICROCONTROLLER USED TO BE CONTROL UNIT & DATA COMMUNICATION WITH MICROCOMPUTER. THIS SEMESTER WILL BE EDUCATION FOR SOFTWARE TO POERATING OF CONTROLLER.IT IS USED COOPERATE BETWEEN ANALOG AND DIGITAL CIRCUIT FOR CONTROL PROCESS.THIS PURPOSE OF PROJECT IS USED DEVELOPMENT FOR PID CONTROLLER .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

จากอุตสาหกรรมในปัจจุบันจะเห็นว่าต้องการความรวดเร็ว แม่นยำ การประมวลผลที่ถูกต้อง และความสะดวกสบายในการใช้งาน ตลอดจนค่าใช้จ่ายที่จะช่วยลดต้นทุน ในขบวนการผลิต ดังนั้น จึงเป็นเหตุให้เกิดความต้องการระบบอัตโนมัติมาใช้ทำหน้าที่ดังกล่าวมา ซึ่งในปัจจุบันนี้ระบบการควบคุมอัตโนมัติจะแบ่งออกเป็น หลายแบบหลายชนิดโดยขึ้นกับจุดประสงค์ของ การใช้งาน โดยส่วนมากแล้วในอุตสาหกรรมต่างๆ จะนิยมใช้ตัวควบคุมอัตโนมัติแบบ PID เพราะสามารถตอบสนองต่อระบบที่ถูกควบคุมได้ดี และลดค่าผิดพลาดต่างๆ ดังนั้น ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะศึกษาค้นคว้าตัวควบคุมแบบ PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

จากระบบควบคุมแบบ PID ที่ผ่านมาจะเห็นว่า มีความช้าในการประมวลผลตลอดจนเกิดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ซึ่งอาจเกิดทางด้าน HARD WARE เช่น วงจร I TO V และ A TO D เวลาที่ใช้ในการประมวลผล และ FUNCTION ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ CPU ที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ มีมากดังนั้นเราจึงหันมาสนใจในอุปกรณ์ควบคุมตัวใหม่ฉะนั้น ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเลือกใช้ตัวควบคุมแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 68HC11 A ซึ่งมีคุณสมบัติในตัวเองที่เหมาะกับระบบควบคุม PID ที่เรามีอยู่ อาทิเช่น จำนวนคำสั่งการทำงานในระดับ BIT ความไวในการประมวลผล ฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ และ HARD WARE ภายในตัวเอง

ดังนั้น ในปริญญานิพนธ์ของโครงงานนี้ จัดทำขึ้นมาเพื่อนำเอาคุณสมบัติต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 68HC11 นี้ มาประยุกต์และใช้งานสำหรับเป็นหน่วยประมวลผลกลางและควบคุม LOOP ของ PROCESS ต่าง ๆ โดยใช้งานเป็นแบบ SINGLE LOOP PID CONTROLLER ซึ่งจะทำให้การทำงาน การควบคุมในลักษณะนี้เกิดความแม่นยำ ถูกต้อง และมีข้อผิดพลาดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะแบ่งแยกเป็นส่วนหลัก ๆ ได้ 2 ส่วนคือ

- HARD WARE
- SOFT WARE

ในส่วน HARD WARE จะทำการออกแบบวงจรตัวควบคุมแบบ PID โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 68HC11A1 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัทโมโตโรล่าซึ่งในตระกูล 68HC11 นอกจากเบอร์ A1 แล้ว ยังมี A0, A2, A8, B, E, F เป็นต้น เหตุที่ใช้เบอร์ A1 ก็เพราะจะมีอุปกรณ์ที่เกือบจะครบทุกอย่างซึ่งบางเบอร์ไม่มี แต่บางเบอร์ก็มีมากกว่าซึ่งไม่ค่อยสำคัญเพราะจะทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายสูงเช่น เบอร์ A8 จะมี ROM ภายใน 8 kbyte จะเห็นว่าถ้าเราตัดส่วนนี้ไปโดยการใช้ ROM ภายนอกแทนคือ เบอร์ 2764 จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงพร้อมกับลดความยุ่งยากในการป้อนโปรแกรมใน ROM เพราะการป้อนโปรแกรมที่ ROM ภายนอกจะสะดวกมากกว่า ในวงจร PID นอกจากการออกแบบวงจรที่สนับสนุน 68HC11A1 แล้วก็ยังออกแบบส่วนการรับข้อมูลเข้ามาป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมกับออกแบบส่วนการส่งข้อมูลออกไปภายนอก ซึ่งสัญญาณที่รับเข้ามาและสัญญาณที่ส่งออกจะอยู่ในรูปของกระแสที่ระดับ 4-20 mA ซึ่งเป็นระดับมาตรฐาน ดังนั้นส่วนการรับข้อมูลที่รับสัญญาณเข้ามาจะต้องทำการแปลงจากกระแสไปเป็นแรงดันโดยภาค I TO V โดยระดับแรงดันที่ได้นี้จะป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง เพราะที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีภาคแปลงสัญญาณ ANALOG TO DIGITAL อยู่ภายใน(จะมีอยู่ 8 ช่อง) ส่วนตอนส่งข้อมูลออกนั้นเราจะส่งสัญญาณ DIGITAL ไปที่ IC 74373 โดยมันจะทำการ LATCH สัญญาณไว้ต่อจากนั้นสัญญาณ DIGITAL จะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันในภาค DIGITAL TO ANALOG โดยใช้IC เบอร์ MC1408 ส่วนสุดท้ายก็จะทำการแปลง ระดับแรงดันที่ได้นี้ไปเป็นระดับกระแสในภาค V TO I สำหรับส่งไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก นอกจากนั้น ที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีภาคส่งและรับข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS232 ซึ่งเราจะนำส่วนนี้ไปใช้สำหรับติดต่อกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อสำหรับรับค่าและแสดงผล

ในส่วน SOFT WARE จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

- โปรแกรมบนตัวควบคุม PID
- โปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

โดยโปรแกรมบนตัวควบคุม PID จะแบ่งเป็นโปรแกรมสำหรับควบคุมส่วนต่าง ๆ ทางด้าน HARD WARE การสื่อสารแบบอนุกรม, การ SCAN DISPLAY โดยใช้ LED SEVENT SEGMENP และโปรแกรมในการรับสัญญาณ ANALOG เป็นต้น และจะมีโปรแกรมส่วนหนึ่งที่จะทำหน้าที่ประมวลผลแบบ PID คือ จะรับสัญญาณเข้ามาแทนค่าในสูตร PID และส่งค่าที่ได้ไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนโปรแกรมบนเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นโปรแกรมที่จะรับค่าต่าง ๆ สำหรับ SET ตัวควบคุม PID ได้แก่ ค่า KP, TI, TD, SV,MV นอกจากนั้นจะแสดงค่าที่ประมวลผลได้จากตัวควบคุม PID โดยจะแสดงในรูปกราฟและรูปจำรอง PROCESS มาดูได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
- บทคัดย่อ	
- ABSTRACT	
- บทนำ	
- วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	
- ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	
เนื้อเรื่อง	
บทที่ 1	
- หลักการเบื้องต้นของการควบคุมกระการ	5
- PID CONTROLLER	21
- การปรับค่า PID	23
บทที่ 2	
- ไมโครคอนโท่รลเลอร์เบอร์ 68HC11	35
- โหมดการทำงาน	35
- ลักษณะของสัญญาณ	36
- Input/Output Port	38
- Registers	40
- Reset	43
- Interupts	44
- Registers ควบคุมชนิดต่างๆ	45
- Analog to Digital	49
- Timer	49
- Real Time	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Pulse Accumulater 50
- Serial Communication Interface 50
- Serial Peripheral Interface 51
- การทำงานของ Control Board โดย 68HC11 52
- Voltage to Current Converter 53
- Current to Voltage Converter 57
- Digital to Analog Converter 60

บทที่ 3
- การทดลองและผลการทดลอง 61

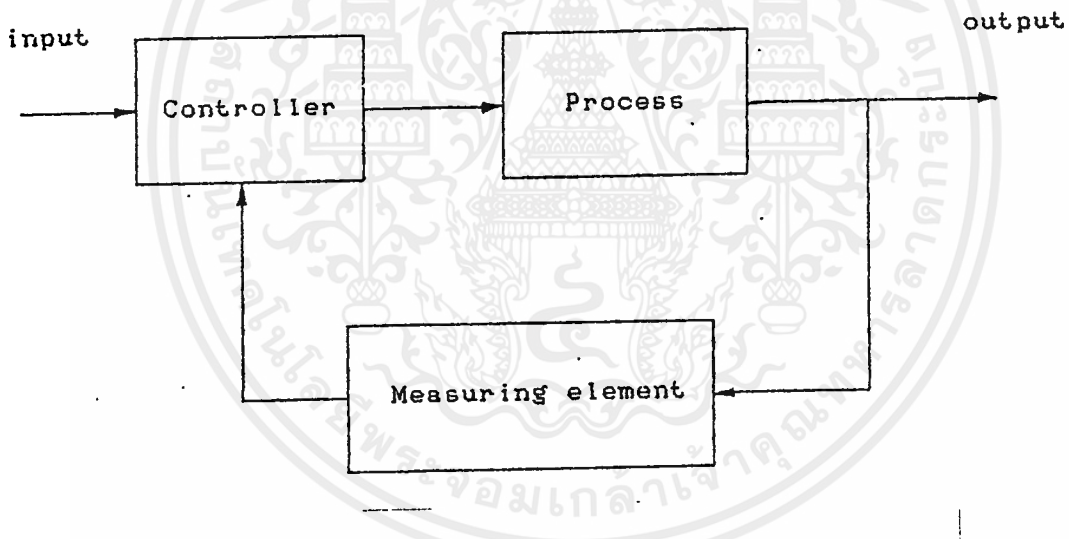
บทสรุป 65
กิตติกรรมประกาศ 66
เอกสารอ้างอิง 67
APPENDIX A
- KEYBOARD PROGRAM
APPENDIX B
- GRAPHICS PROGRAM
APPENDIX C
- SYSTEM PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการเบื้องต้นของการควบคุมกระบวนการและการคำนวน

1. ระบบควบคุมแบบลูปเปิด(Close Loop Control System)

ระบบควบคุมแบบนี้ เป็นระบบควบคุมที่นำเอาสัญญาณเอาท์พุทป้อนกลับ(Feedback Output)มาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุทที่ต้องการ สัญญาณความคลาดเคลื่อน(Actuating Error Signal) ซึ่งเป็นสัญญาณ ระหว่าง สัญญาณอินพุทกับสัญญาณป้อนกลับ และจะถูกป้อนให้หน่วยควบคุม เพื่อจะลดค่าความคลาดเคลื่อนให้น้อยลง



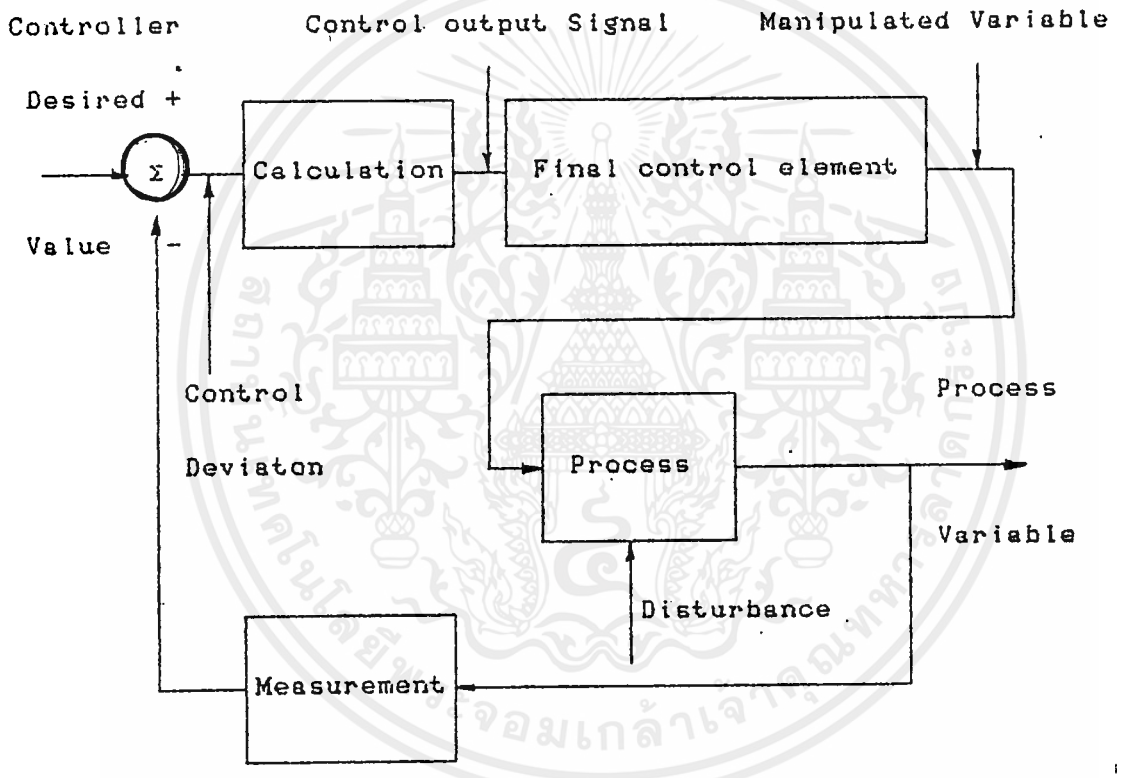
รูปที่ 1.1ระบบการควบคุมแบบลูปปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชนิดของระบบควบคุม

ระบบควบคุมอัตโนมัติ

คือ การใช้ตัวควบคุมซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบตัดสินใจและปรับแทนมนุษย์นั่นเอง การทำงานของระบบอัตโนมัติเป็นการนำค่าเป้าหมายกับค่าของการตรวจวัดในโปรเซสเข้ามาทำการคำนวนหาค่าที่เหมาะสมเพื่อส่งเป็นสัญญาณควบคุมออกไปควบคุมโปรเซส ให้มีค่าเท่ากับค่าเป้าหมายอยู่ตลอดเวลา แบบของการควบคุมมีอยู่หลายแบบเช่น on-off

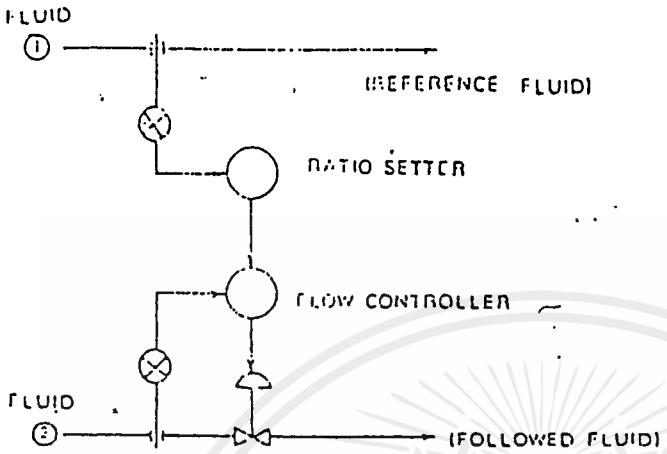


รูปที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอัตโนมัติ

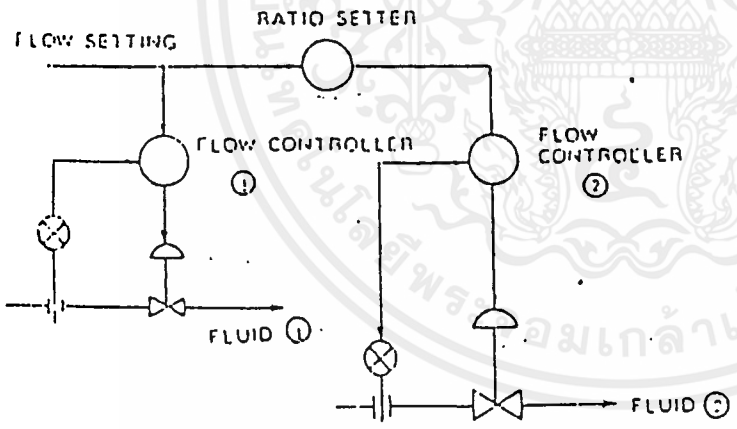
ระบบการควบคุมแบบสัดส่วน (Ratio control)

เป็นการควบคุมให้ตัวแปรโปรเซสสองค่ารักษา อัตราส่วนของกันและกันให้คงที่อยู่เสมอ มักจะพบในการควบคุมอัตราการไหลของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง ในระบบเผาไหม้ต่างๆ และการควบคุมการผสมของเหลวสองชนิด ตัวอย่างของ Ratio control แสดงดังรูป 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การควบคุมแบบสัดส่วน ชนิดอนุกรม



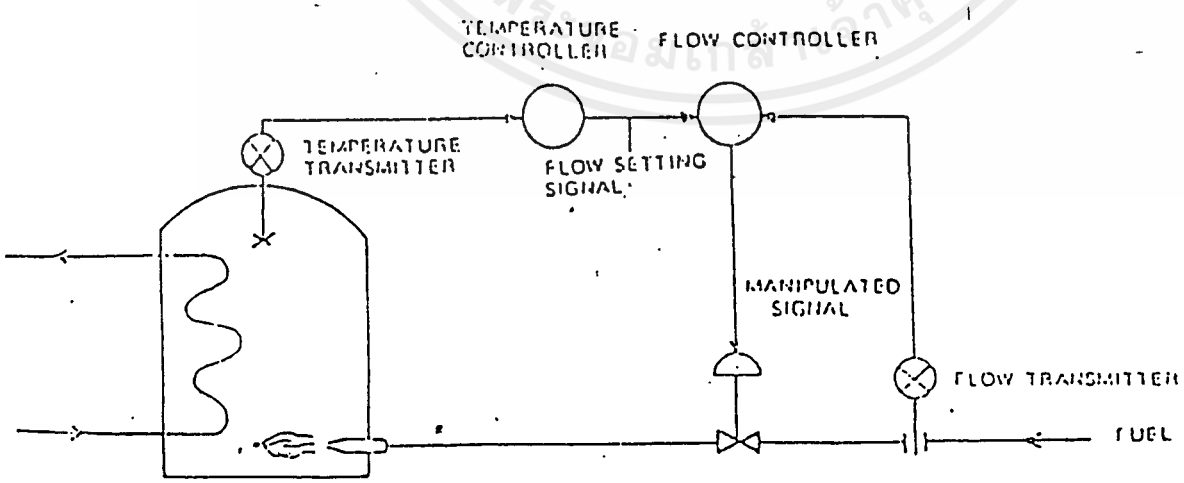
การควบคุมแบบสัดส่วน ชนิดขนาน

รูปที่ 1.3 ระบบควบคุมแบบ Ratio Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการควบคุมแบบร่วมกัน(Cascade Control)

Cascade control เป็นการควบคุมชนิด Combine Control ชนิดหนึ่ง นิยมใช้กันมากในการควบคุมโปรเซส การควบคุมแบบ Cascade Control นี้จะมีลูปการควบคุมอยู่ 2 ลูป ใน 2 ลูปนี้จะมีตัวควบคุมคือ Master Controler และ Slave Controller สัญญาณออกของ Master Controller จะเป็นค่าเป้าหมายของ Slave Controller Cascade control นี้ จะใช้ได้ดีในโปรเซสที่มี Disturbance มี Dead Time มาก นอกจากนั้น ในกรณีที่ต้องการรักษาความสัมพันธ์ของตัวแปรโปรเซสลองตัวให้คงที่ จะเหมาะสมที่สุด ดังในรูป 1.4 เป็นตัวอย่าง Cascade control ของการควบคุมอุณหภูมิในเตา ลูปการควบคุมอุณหภูมิ จะเป็น Master และลูปการควบคุมการไหลจะเป็น Slave สัญญาณออกของตัวควบคุมอุณหภูมิจะส่งไปเป็นค่าเป้าหมายของตัวควบคุมการไหล ลูปการควบคุมการไหลจะควบคุมให้การไหลของของก๊าซเป็นไปตามสัญญาณจากตัวควบคุมอุณหภูมิเสมอ แม้ว่าความดันในท่อก๊าซจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรก็ตาม จะไม่มีผลต่ออุณหภูมิในเตาเลย การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของความดันก๊าซในท่อนับเป็น Disturbance อย่างหนึ่ง ถ้าเราใช้ระบบการควบคุมแบบธรรดาซึ่งสัญญาณออกของตัวควบคุมอุณหภูมิ ส่งมาควบคุมการเปิดของ Value โดยตรงแล้ว Disturbance จะทำให้อุณหภูมิในเตาไม่คงที่หรือเท่ากับค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้



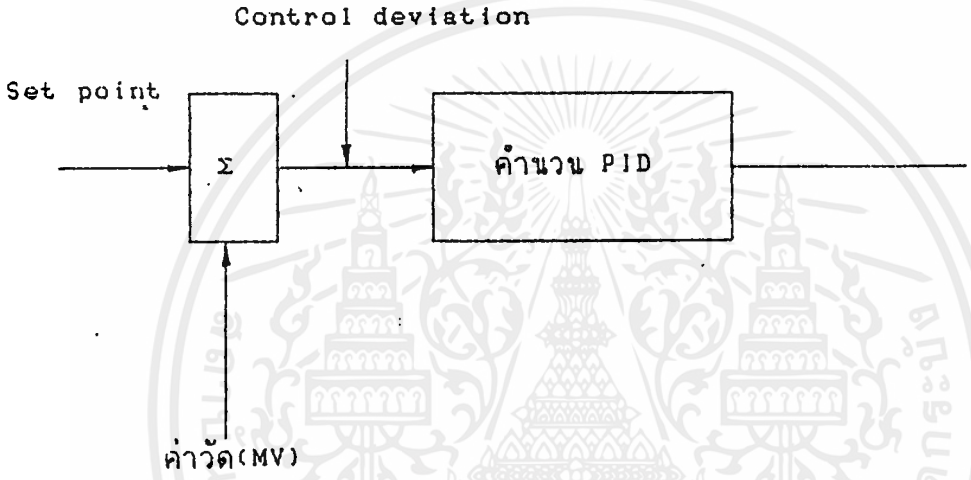
รูปที่ 1.4 ระบบแบบควบคุมร่วมกัน(Cascade Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวควบคุมและแบบการควบคุม(Controller and Control Action)

ตัวควบคุมจะรับสัญญาณเข้าจากการวัด เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย หรือ Set point ผลต่างของค่าทั้งสองจะถูกส่งให้ภาคคำนวน เพื่อผลิตสัญญาณควบคุมขาออกซึ่งจะถูกส่งออกไปให้ส่วนขับเคลื่อนอีกทีหนึ่ง โครงสร้างภายในตัวควบคุมแสดงในรูป 1.5



รูปที่ 1.5 โครงสร้างภายในตัวควบคุม

ความสัมพันธ์ของผลต่างกับสัญญาณควบคุมขาออก กำหนดโดย ภาคคำนวน ความสัมพันธ์นี้เรียกว่า Control Action แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

On-Off action

Proportional action (P-control)

Integral or Reset action (I-action)

Derivative action (D-action)

การควบคุมจะใช้ Action แต่ละชนิด หรือหลายชนิดผสมกันเช่น On-Off ,P,PI,PID การควบคุมด้วยมือนั้นถ้าคนงานมีความชำนาญมาก การปรับจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับ Control Action เหล่านี้PROPORTIONAL ACTION -คือ ความสัมพันธ์ระ

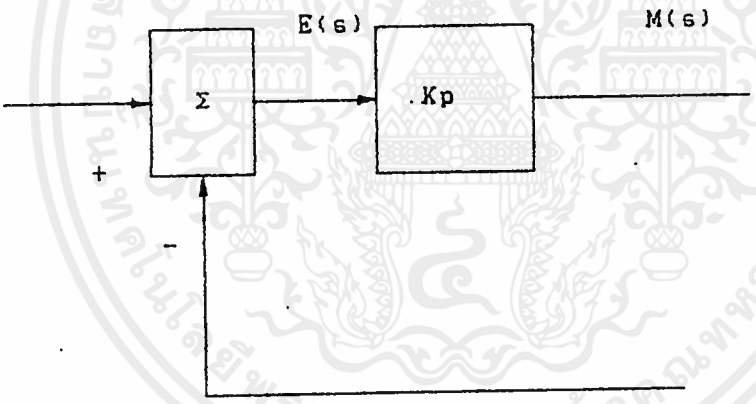
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032758

หว่างสัญญาณควบคุม(หรือ OUTPUT ของหน่วยควบคุม) m(t) กับสัญญาณความคลาดเคลื่อน e(t) คือ

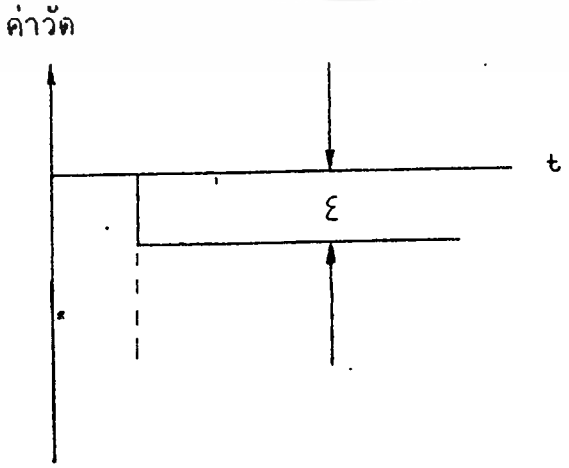
$$m(t) = Kc*e(t)$$

หรือ $$M(s)/E(s) = Kc$$

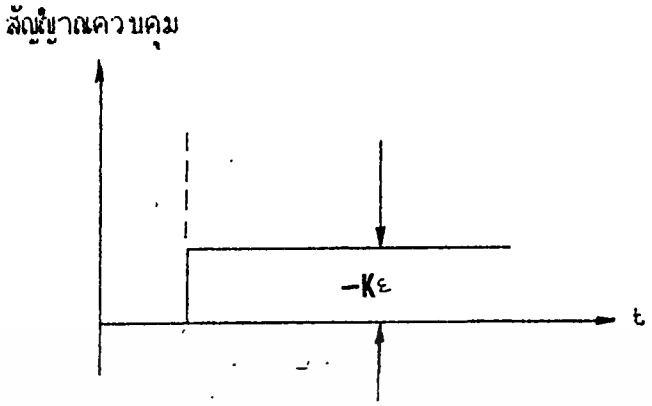
โดย Kp จะอยู่ในเทอมของ Proportional Sensitivity หรือ Gain หน่วยควบคุมแบบ Proportional จึงเป็น Amplifier ที่สามารถปรับค่าของ Gain ได้ดังรูป 1.6 แสดงถึงBlock Diagram ของหน่วยควบคุมแบบ Proportional ที่กล่าวมานี้



รูปที่ 1.6 Block Diagram ของหน่วยควบคุมแบบ P



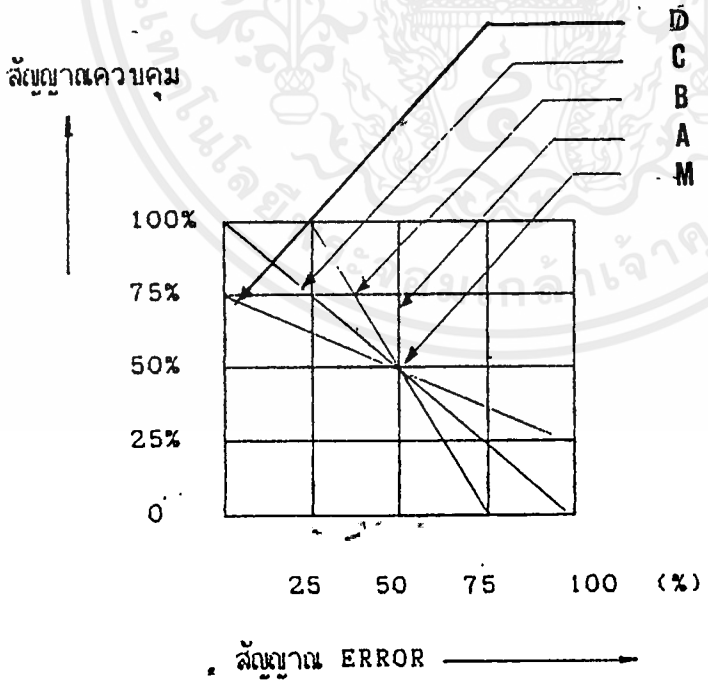
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.7 ผลตอบสนองของ Proportion Action

การควบคุมแบบนี้มักแสดงในรูป Proportional Band (%PB) ค่า PB คือ ค่าสัญญาณ ERROR ที่ทำให้สัญญาณควบคุมเปลี่ยนไป 100% เมื่อ PB = 50% หมายถึง ถ้าสัญญาณ ERROR เกิดขึ้น 50% สัญญาณควบคุมเปลี่ยนไป 100% ดังในรูป 1.8

PB = 1/Kc *100 (%)



รูปที่ 1.8 Proportional Band

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A : PB = 0% , Kc = α (100/0)

B : PB = 50% , Kc = 2 (100/50)

C : PB = 100% , Kc = 1 (100/100)

D : PB = 200% , Kc = 0.5 (100/200)

จากรูป 1.8 แสดงว่าค่า PB เป็นตัวบอกความไวของการแก้ความผิดพลาดจึงอาจเรียกได้ว่า Kp เป็น ความไวของ Proportional Control

คุณสมบัติของProportional Action

1. เมื่อลด PB ลงไปจะทำให้อัตราขยายสูงขึ้น การควบคุมจะไวขึ้น ทำให้โปรเซสเกิดการแกว่งขึ้นได้

2. เมื่อเพื่อค่า PB อัตราขยายจะลดลง จะทำให้ค่าวัดกับค่าเป้าหมายแตกต่างกันมากขึ้น เราเรียกว่าเกิด Offset

3. เมื่อโหลดของโปรเซส สภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป ซึ่งเราเรียกว่ามี Disturbance ก็จะเกิด Offset ได้ง่าย

OFFSET

Offset เป็นชื่อใช้เรียกปรากฏการณ์ที่ตัวแปรโปรเซสหรือค่าวัดมีค่าไม่เท่ากับค่าเป้าหมาย ทำให้การควบคุมไม่เป็นไปตามความต้องการ รูป 1.9 แสดงความหมายของ Offset ในระบบการควบคุมแบบป้อนกลับนี้เมื่อดูอย่างผิวเผิน Offsetไม่น่าจะเกิดขึ้นได้ เพราะตัวแปรโปรเซสจะถูกป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม Offset มักจะเกิดขึ้นในระบบการควบคุมที่ใช้ Proportional Control ที่มีค่า PB ใหญ่และขณะที่เกิด Disturbance ในโปรเซสซึ่งได้แก่การเปลี่ยนแปลงของโหลด สภาพแวดล้อมเป็นต้น

วิธีการแก้ Offset

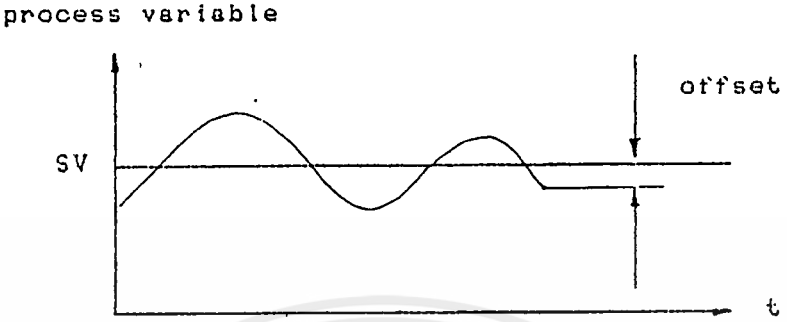
1. ให้ลด PB ให้เล็กลง

2. เปลี่ยน BIAS ของการควบคุมด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปลี่ยนค่าเป้าหมายใหม่

4. ใช้การควบคุมที่มี Reset Action



รูปที่ 1.9 Show offset

Integral Action (Reset Action)

Integral Action คือ ค่าของเอาท์พุทของหน่วยควบคุม m(t) จะมีความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อน e(t) ดังนี้

$$d\,m(t)/dt = 1/Ti * e(t)$$

หรือ

$$m(t) = 1/Ti * \int e(t)dt$$

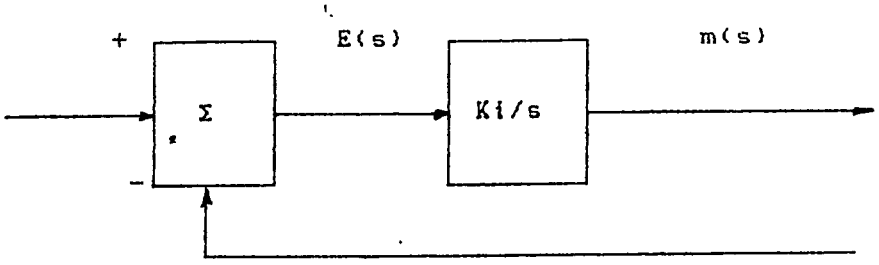
โดยที่ Ti เป็นค่า Integral Time ที่สามารถปรับค่าได้

Transfer Function ของหน่วยควบคุมแบบ Integral คือ,

$$M(s)/E(s) = (1/Ti)*s$$

$$= Ki*s$$

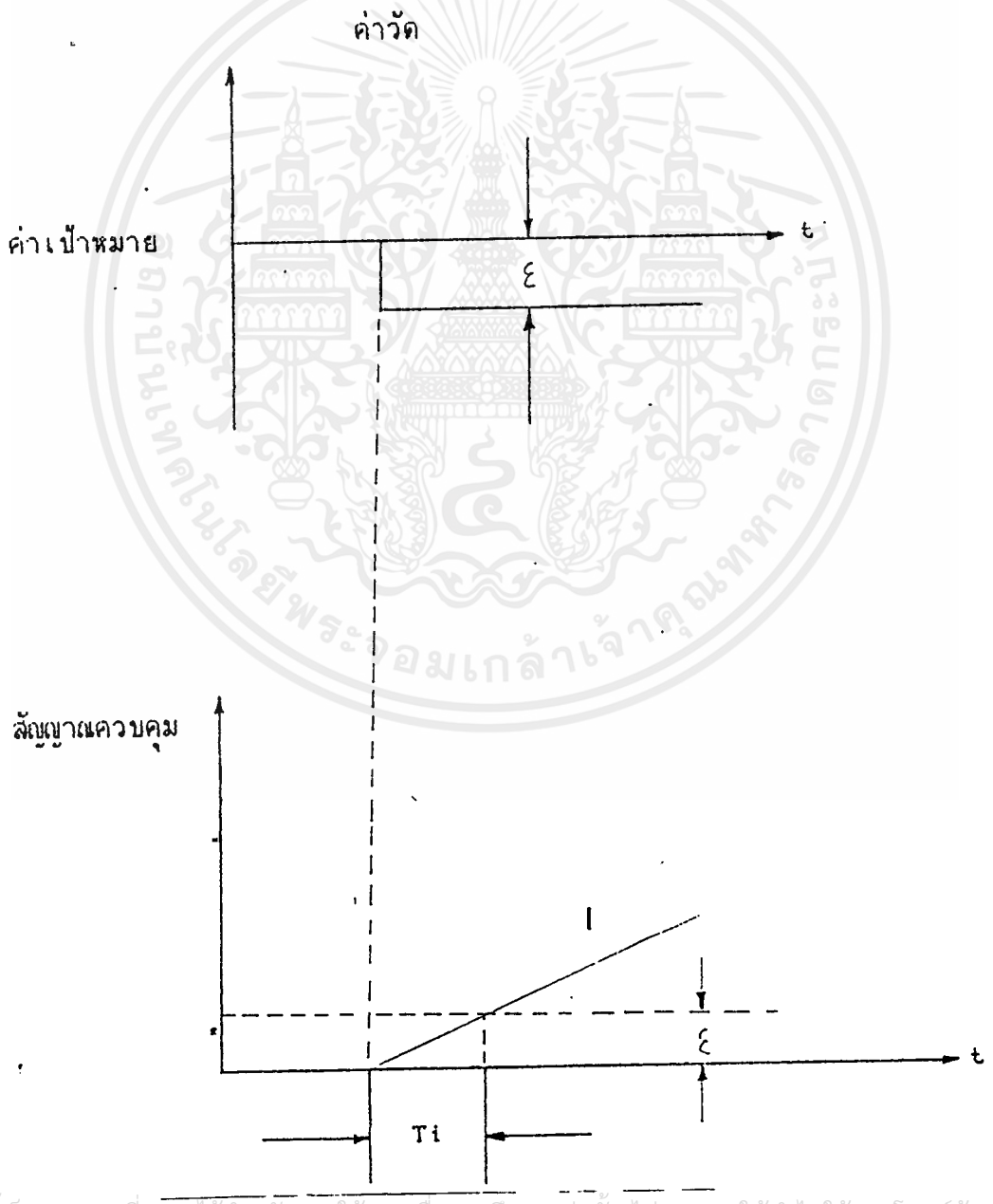
โดยที่ $Ki = 1/Ti$



รูปที่ 1.10 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบอินทิกรัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กริยาการควบคุมแบบ Integral นี้บางครั้งเรียกว่า Reset Control การควบคุมแบบนี้สัญญาณควบคุมจะแปรค่าตามอินทีเกรตต่อเวลาของผลต่าง เมื่อผลต่างเปลี่ยนเป็น Step สัญญาณควบคุมจะค่อยๆเพิ่มขึ้นตามค่าของเวลา ดังรูป 1.11 ตามรูปความหมายของ Integral time (Ti) คือเวลาที่ใช้ไปในการเพิ่มค่าของสัญญาณควบคุมจนมีขนาดเท่ากับผลต่าง e ที่เปลี่ยนไป ดังนั้นเมื่อ Ti มีค่าน้อยผลของ Integral action จะมากกว่าเมื่อ Ti มีค่ามาก



รูปที่ 1.11 ผลตอบสนองของ Reset Action

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proportional - Integral (PI)

การควบคุมของหน่วยควบคุมแบบ PI นั้นสามารถจะแสดงได้ด้วยสมการต่างต่อไปนี้

$$m(t) = Kc*(e(t) + 1/Ti \int e(t)\,dt)$$

หรือ

$$M(s)/E(s) = Kc*(1+(Ti(s))$$

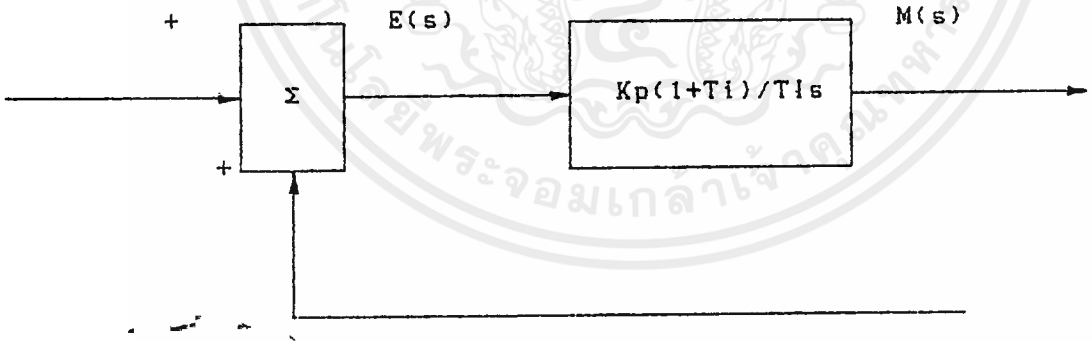
$$= Kc*(1+Ki/s)$$

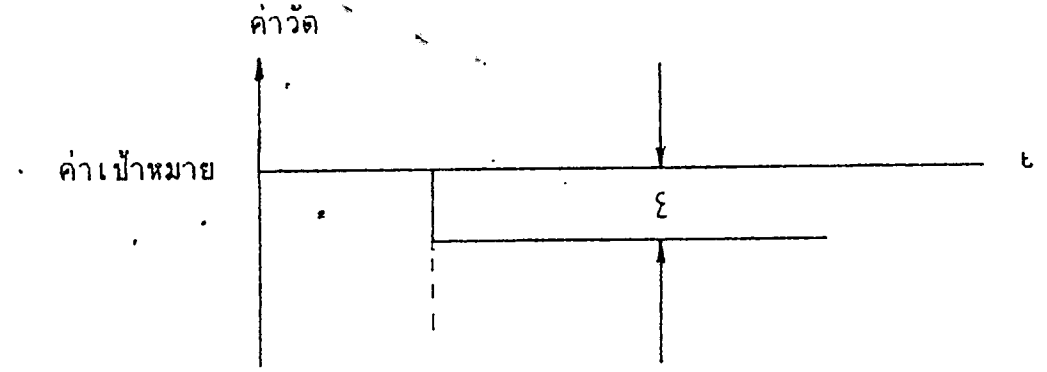
โดยที่

Kc เป็นค่าของ Gain

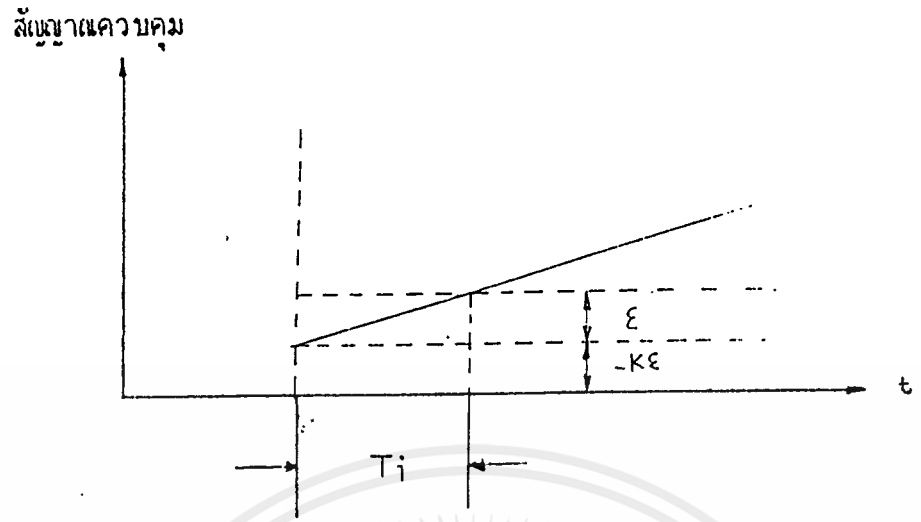
Ti เป็นค่าของ Integral Time

ทั้งนี้ Kc และ Ti เป็นค่าที่ปรับ Ti นั้นจะเป็นการปรับการยาการควบคุมแบบ Integral นั้นจะมีผลต่อส่วน Proportional รูป 1.12 แสดงถึง Block Diagram ของหน่วยควบคุม PI และผลตอบของ PI Action





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.12 Block Diagram & Response of PI Action

คุณสมบัติของ Integral Action

1. Offset ที่เกิดจาก P Action จะถูก Integral Action แก้จนหมดไป
2. เมื่อ Ti มีค่าน้อยลง ผลของ Integral Action จะมาก ทำให้เกิด การแกว่งขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้ระบบขาดเสถียรภาพ

Derivative action (Reset Action)

การควบคุมแบบนี้เหมาะกับกระบวนการที่มี Time Lag มากๆ เพราะสามารถแก้ข้อผิดพลาดโดย การกระทำล่วงหน้าก่อนที่จะมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ทั้งนี้เพราะสัญญาณควบคุมจะแปรตาม อัตราการเปลายนแปลงของสัญญาณ ERROR และในบางครั้งจะเรียก กริยาการควบคุมแบบนี้ว่า Rate Action การควบคุมแบบ Derivative Action นี้ ไม่สามารถนำไปใช้งานตามลำพังได้ เพราะว่า ERROR เป็น 0 หรือมีค่าคงที่ ค่าควบคุมจะไม่ให้ค่าเอาท์พุทเลย ดังนั้น Derivative Action จึงใช้รวมกับการควบคุม Proportional

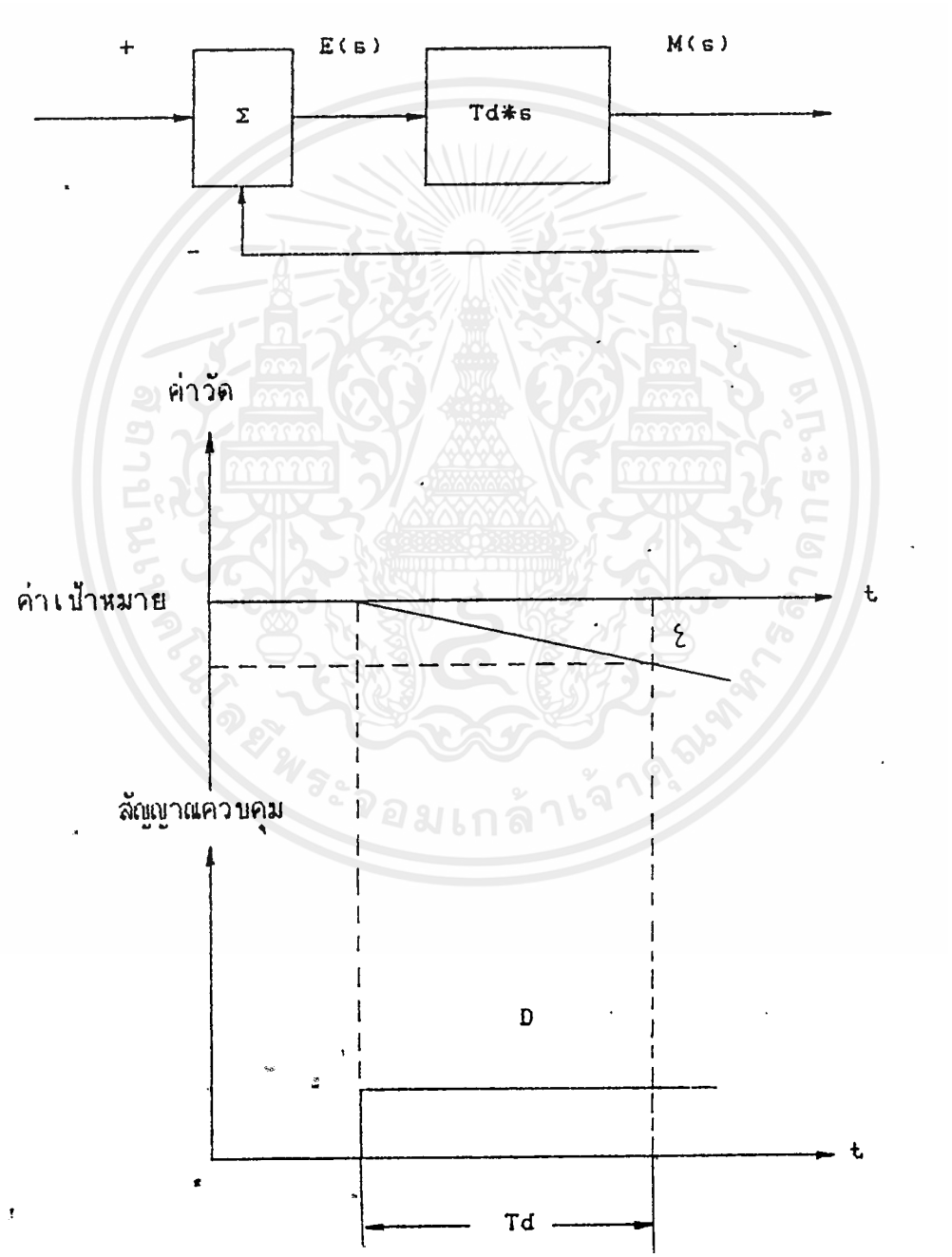
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$m(t) = Td * d\,e(t)/dt$$

หรือ

$$M(s)/E(s) = Td * s$$

โดยที่ Td เป็นค่าของ Derivative Time



รูปที่1.13 ไดอะแกรมของ D Action

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่า Td จะเท่ากับช่วงเวลาที่ผลต่าง e แปรเปลี่ยนไปจนมีค่าเท่ากับค่าความชันของการเปลี่ยนแปลงนี้ ถ้า Td มากจะทำให้ผลของ D Action มาก

คุณสมบัติของ D Action

1. เหมาะสำหรับโปรเซสที่มี Time lag มากๆ จะช่วยให้การควบคุมถึง จุดที่ต้องการเร็วขึ้น
2. ถ้า Td มากไป ผลของ D จะมากทำให้ระบบทั้งระบบไวขึ้น ขาดเสถียรภาพ
3. ไม่เหมาะกับโปรเซสที่มี Time lag น้อยๆ และ ตัวแปรโปรเซสเปลี่ยน แปลงได้ง่าย เช่น ระบบควบคุมการไหล ความดัน เป็นต้น

Proportional - Derivative Action (PD)

การควบคุมของหน่วยควบคุมแบบ PD นี้ จะอยู่ในรูปของสมการ

$$m(t) = Kc*(e(t) + Td*d\ e(t)/dt)$$

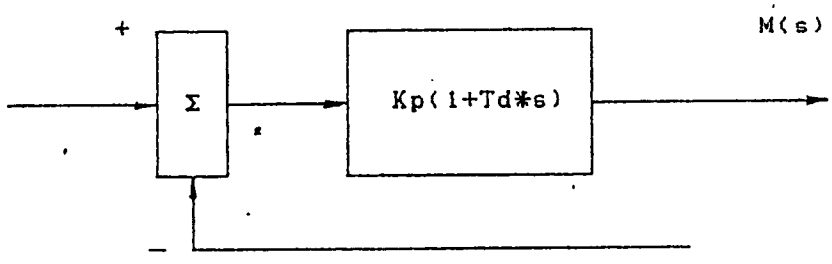
หรือ

$$M(s)/E(s) = KC*(1+Td*s)$$

โดยที่ Kc เป็นค่าของ Gain

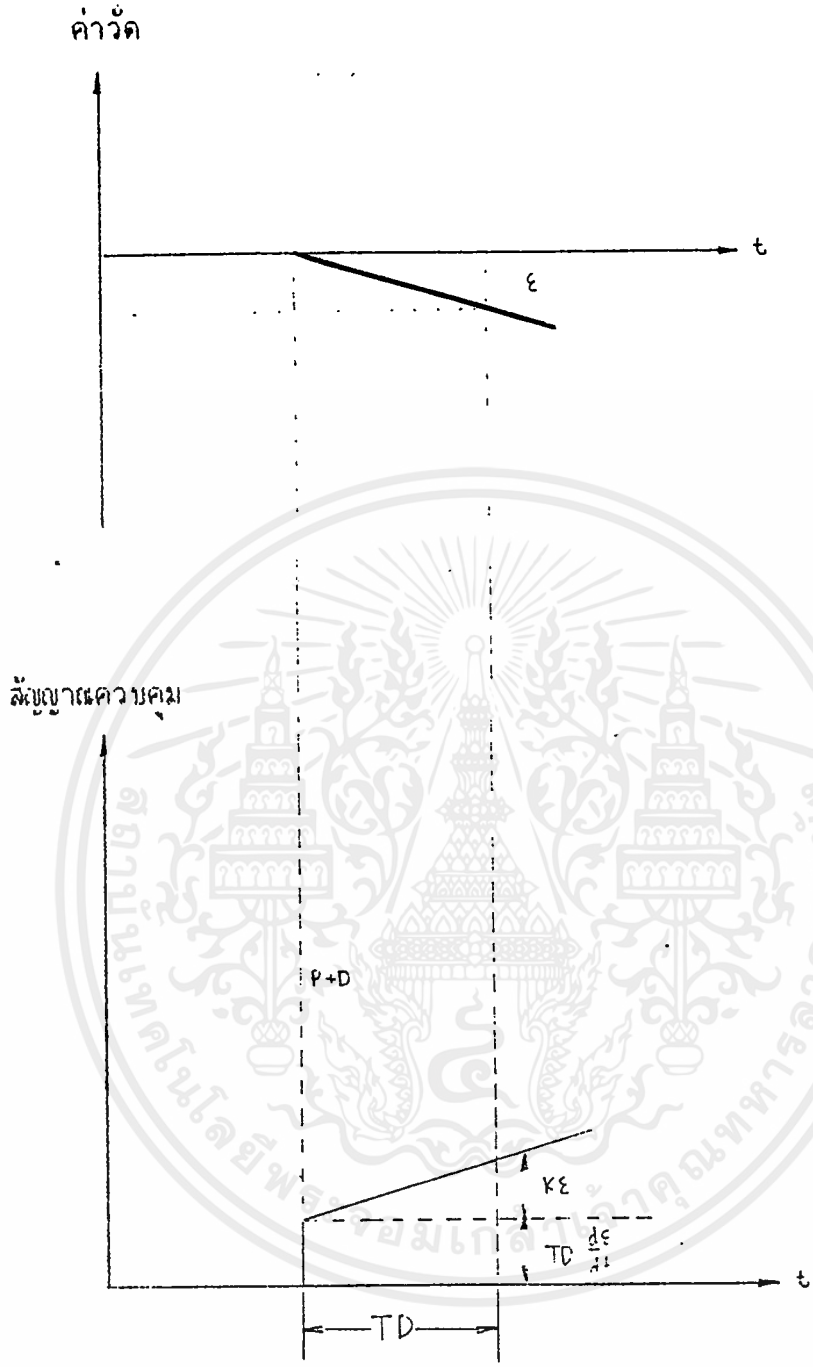
Td เป็นค่าของ Derivative Time

ค่าของ Kc และ Td นั้น จะเป็นสค่าที่สามารถปรับได้



รูปที่ 1.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบ PD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1.15 การควบคุมแบบ PD

Proportional - Integral - Derivative (PID)

การควบคุมแบบ PID นั้นได้จากการรวมเอากริยาควบคุมแบบ Proportional ซึ่งเป็นอัตราขยาย กริยาควบคุมแบบ Integral สามารถแก้ค่า Offset และ Overshoot ที่จะทำให้เกิดการ oscillate และกริยาควบคุมแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

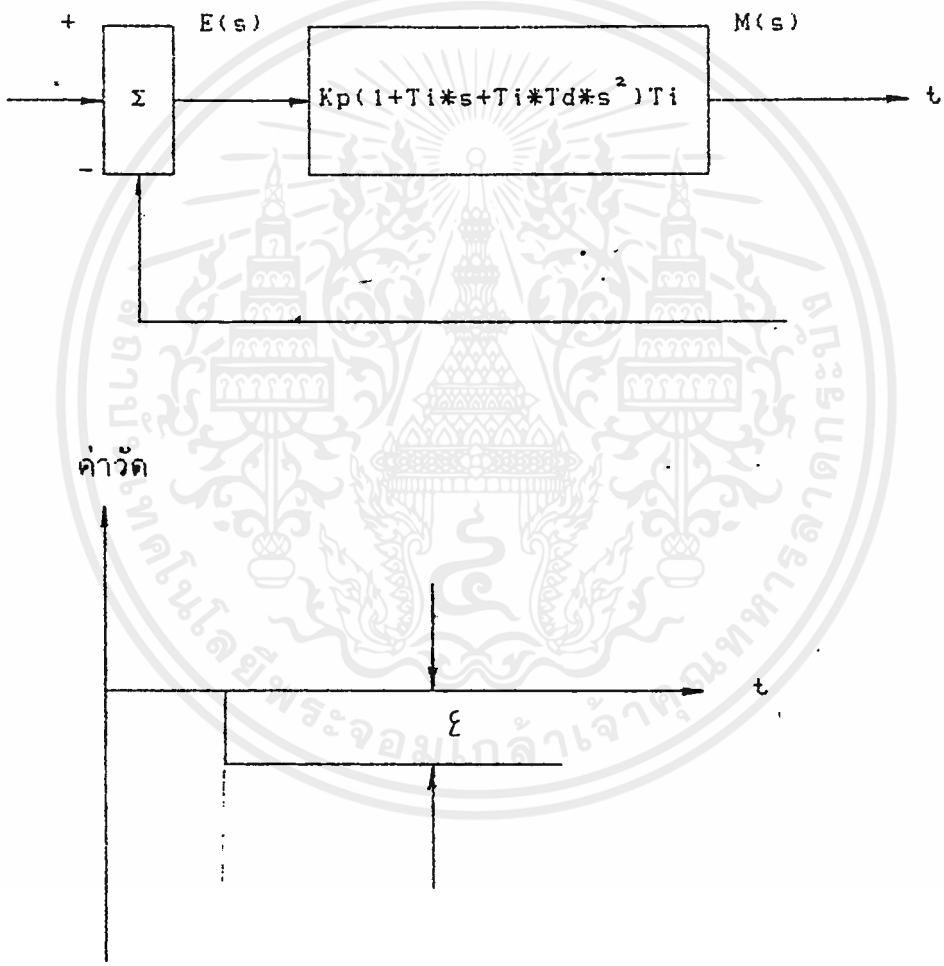
Derivative จะทำให้เกิดผลตอบสนองได้รวดเร็วสมการของ PID มีรูปแบบดังต่อไปนี้

$$m(t) = Kc * (e(t) + Td * d\,e(t)/dt + 1/Ti * \int e(t)dt)$$

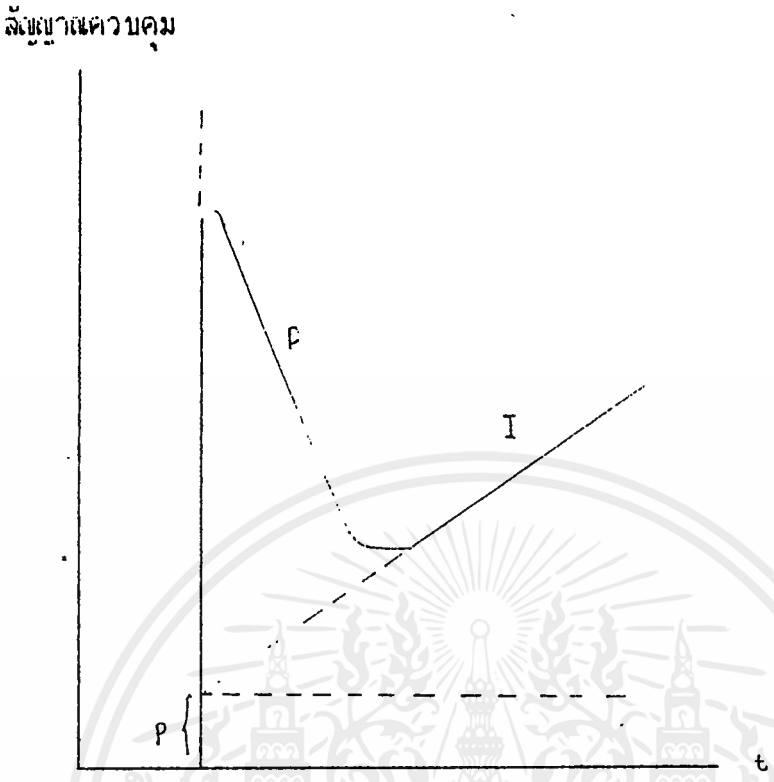
Transfer function คือ

$$M(s)/E(s) = Kp*(1+Td*s + (1/Ti*s))$$

$$= Kp*(1+Kd*s + Ki/s)$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1.16 การควบคุมแบบ PID

2.4 PID CONTROLLER

โดยการใช้สัญญาณเอาท์พุทที่คำนวนได้เป็นช่วงเวลาสั้นๆแทนที่จะเป็นเวลาที่ต่อเนื่อง สมการ PID รูปทั่วๆไปคือ

$$m(t) = Kc\{e(t) + 1/Ti \int e(t)\,dt + Td\, de(t)/dt\} + p(0)$$

$$e(t) = sv(t) - mv(t)$$

เราสามารถเขียนในรูปของสมการความแตกต่างได้ดังนี้

$$\int e(t)dt = \sum_{k=1}^{n} ek\ \Delta t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{de(t)}{dt} = \frac{e(n)-e(n-1)}{\Delta t}$$

$$m(n) = Kc\left[e(n) + \frac{1}{Ti}\sum_{k=1}^{n} ek\,\Delta t + \frac{Td\,(e(n)-e(n-1))}{\Delta t}\right] + p(0)$$

เมื่อ Δt = ช่วงเวลาของการ sampling

$m(n)$ = ค่าของสัญญาณควบคุมแต่ละครั้ง

$e(n)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละช่วง

Velocity Aigorithm

ขั้นตอนของการประมวลผลในรูปแบบ Digital ที่รวดเร็วของการควบคุมแบบ PID เราสามารถเขียนสมการขึ้นมาใหม่ได้ดังนี้

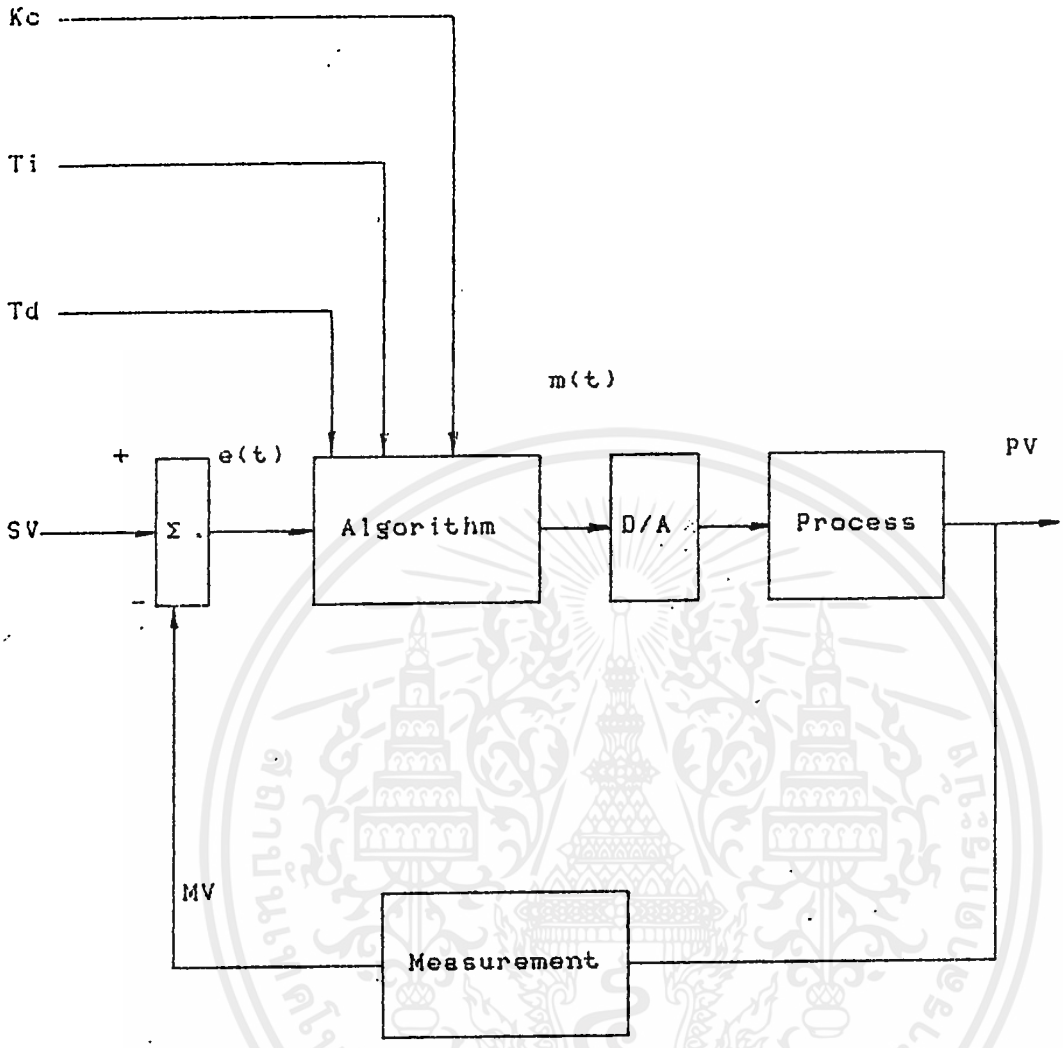
$$\Delta m(n) = m(n) - m(n-1)$$

$$\Delta m(n) = Kc*\{(e(n)-e(n-1)) + \Delta t*e(n)/Ti + Td*(e(n)-2*e(n-1)+e(n-2)/\Delta t\}$$

$$m(n) = \Delta m(n) + m(n-1)$$

$$m(n) = Kc*\{(e(n)-e(n-1) + \Delta t*e(n)/Ti + Td*(e(n)-2*e(n-1) + e(n-2)/\Delta\} + p(n-1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.17 Block Diagram การคำนวณ PID

2.5 การปรับค่า PID

การปรับค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมแบบ PID เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการควบคุมที่ดีที่สุด ในหัวข้อนี้จะได้แนะนำวิธีการปรับค่าparameterของการควบคุม PID เพื่อให้ได้ผลตอบสนองที่ดีที่สุด วิธีการปรับค่ามีหลายวิธี แต่ไม่มีวิธีไหนที่ยอมรับว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด กล่าวคือบางวิธีจะต้องพิจารณาผลตอบสนองของระบบและอาศัยประสบการณ์ในการปรับค่า ในขณะที่บางวิธีจะอาศัยคณิตศาสตร์ในการพิจารณา โดยทั่วไปแล้วการปรับค่าparameter ของการควบคุมแบบ PID จะพิจารณาจากเงื่อนไขใน Time Domain มากกว่าเงื่อนไขใน Frequency Domain ซึ่งจะอยู่ในรูปของ GAIN Margin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

& Phase Margin เงื่อนไขใน Time Domain ที่นิยมใช้เพื่อการปรับค่ามีดังต่อไปนี้

2.5.1 อัตราการเสื่อม 1/4 (Quarter Decay)

กล่าวคือ Peak Overshoot อันที่ 2 ต่อ Peak Overshoot อันแรก (Maximum Overshoot) ของผลตอบสนองของระบบที่มีการแกว่งจะต้องมีค่าเท่ากับ 1/4 รูปที่ . แสดงถึงเงื่อนไขนี้

2.5.2 ดัชนีแสดงสถานะแบบ Integral of Square Error (ISE) ที่มีค่าน้อยที่สุด ดัชนีแสดงสมรรถนะแบบนี้แสดงได้ด้วยสมการ

$$ISE = \int e(t)^2 \, dt = \text{น้อยที่สุด}$$

โดยที่ e(t) = ค่าความคลาดเคลื่อน = sv(t)-mv(t)

2.5.3 ดัชนีแสดงสมรรถนะแบบ Integral of Absolute Error (IAE) ที่มีค่าน้อยที่สุด สมการของดัชนีแสดงสมรรถนะแบบนี้คือ

$$IAE = \int e(t) \cdot dt = \text{น้อยที่สุด}$$

2.5.4 ดัชนีแสดงสมรรถนะแบบ Integral of Time Mutiplied Absolute Error (ITAE) ที่มีค่าน้อยที่สุด นั่นคือ

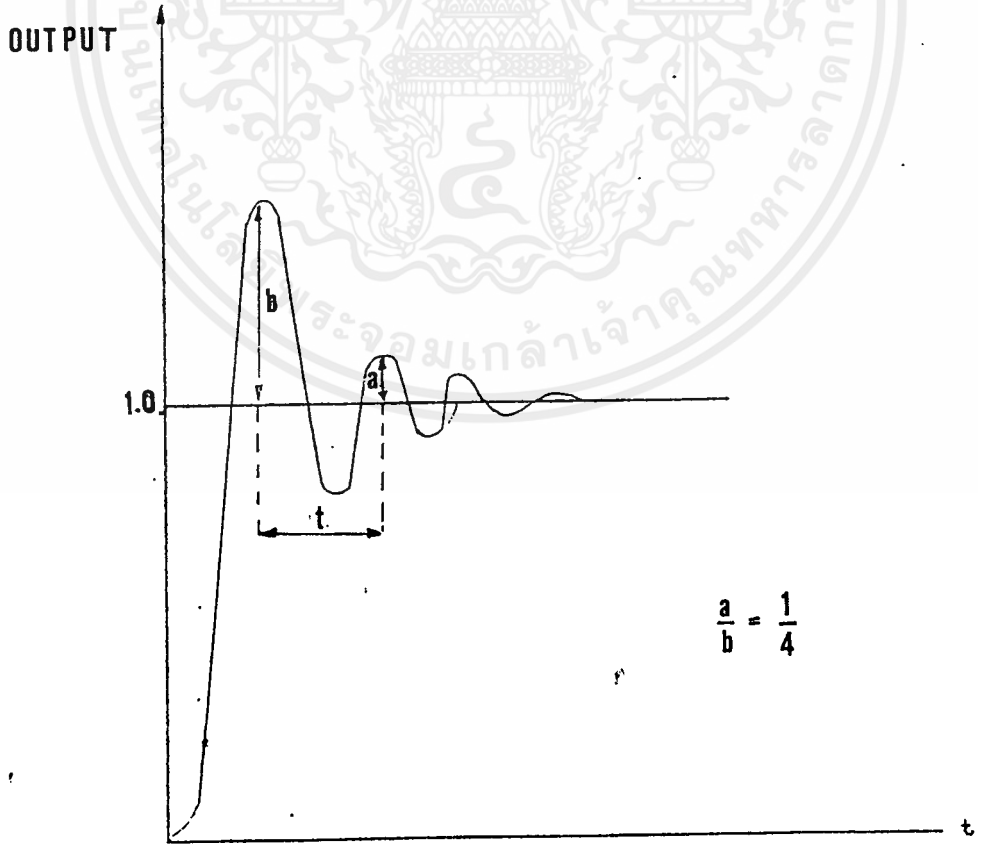
$$ITAE = \int t*e(t)dt = \text{น้อยที่สุด}$$

เงื่อนไขทั้ง 4 ที่กล่าวมานี้ แบบแรกเป็นแบบที่สะดวกเพราะสามารถวัดได้จากผลตอบสนองของระบบโดยตรง ส่วนแบบที่ 2 ถึงแบบที่ 4 มีข้อดีคือ จะมีความแม่นยำสูงกว่าแบบแรก กล่าวคือ parater ต่างๆ ของการควบคุมแบบ PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจมีหลายค่าที่ทำให้ผลตอบสนองมีอัตราการเสื่อม 1/4 แต่จะมีเพียงค่าเดียวที่ทำให้เงื่อนไขมีค่าน้อยที่สุด

เงื่อนไขแบบอัตราการเสื่อม 1/4 นั้นจะเป็นเงื่อนไขที่ดี ในการเข้ากันได้ระหว่าง Rise Time ที่เร็วและ Setting Time ที่น้อย สำหรับเงื่อนไขแบบที่ 2 ถึงแบบที่ 4 นั้น เนื่องจากว่าผลตอบสนองของระบบแต่ระบบจะไม่เหมือนกัน ดังนั้นค่าของดัชนีแสดงสมรรถนะแต่ละแบบก็จะเปลี่ยนแปลงตามระบบด้วย แต่คุณลักษณะโดยทั่วไปของดัชนีแต่ละระบบนั้นสามารถจะอธิบายได้ดังนี้คือ เงื่อนไขแบบที่ 2 ซึ่งเป็นดัชนีแสดงสมรรถนะแบบ ISE นั้นถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมาก ค่าดัชนีแสดงสมรรถนะก็จะมาก ดังนั้นการทำให้ดัชนีแสดงสมรรถนะแบบนี้มีค่าน้อยที่สุดคือ ผลตอบสนองของระบบจะต้องมี Rise Time ที่น้อยมาก ซึ่งทำให้มีข้อเสียคือมี Overshoot ที่สูง สำหรับเงื่อนไขแบบ ITAE ซึ่งเป็นค่าของเวลาคูณกับค่าของความคลาดเคลื่อนนั้น ถ้าต้องการให้มีค่าน้อยที่สุดแล้ว ส่วนเงื่อนไขแบบ IAE จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเงื่อนไขแบบอัตราเสื่อม 1/4



รูปที่ 1.18 ผลตอบสนองของระบบที่มีอัตราการเสื่อม 1/4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การปรับ

ได้มีนักคณิตศาสตร์คิดวิธีที่จะหาทางตั้งค่า PID เพื่อให้ได้การควบคุมที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดหลายวิธี ดังตัวอย่างที่แสดง ในตารางที่ 1.1 ด้านล่างอย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติก็ยังไม่มีวิธีใดที่ดีพอที่จะสามารถนำไปใช้ในทุกระบบได้

ชื่อผู้เสนอ	แบบ	แบบการควบคุม	Control Action			เกณฑ์
			PB (%)	Ti(min)	Td(min)	
zieg-ler	A.B	P PI PID	$2PB_u$ 2.2PBu 1.7PBu	- 0.8Pu 0.5Pu	- - 0.125Pu	25% damp-ratio
zieg-ler	A.B	P PI PID	100kpL/T 110kpL/T 83kpL/T	— 33L 2L	— — 0.5 L	25% damp-ratio
Taka-hashi	A	P PI PID	110kpL/T 110kpL/T 77kpL/T	- 3.3L 2.2L	- - 0.45L	mini-mum
Chien Hrones Rewick	A	P PI PID	333kpL/T 286kpL/T 167kpl/T	- 1.2L T	- - 0.5L	no over shoot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1.1 (ต่อ)

ชื่อผู้เสนอ	แบบ	แบบการควบคุม	Control Action			เกณฑ์
			PB (%)	Ti(min)	Td(min)	
chien Hrones Rewick	B	P PI PID	143KpL/T 167KpL/T 105KpL/T	- T 0.5Pu	- - 0.125Pu	20% over- shoot
chien Hrones Rewick	B	P PI PID	333kpL/T 167kpL/T 105kpL/T	— 4L 2.4L	— — 0.4 L	no over- shoot
chien Hrones	B	P PI PID	143kpL/T 143kpL/T 83kpL/T	- 2.3L 2L	- - 0.42L	20% over shoot
Fuji Yoshi- kawa	A	P PI L/T=1 L/T=1 PIDL/T=1 L/T=1	100kpL/T 167kpL/T 250kpL/T 133kpL/T 200kpL/T	- T+L 2L 0.5* (T+L) 0.25L	- - - 0.125* (T+L) 0.25L	mini- mum cont- -rol area

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางปฏิบัติวิธีที่นิยมใช้ในการปรับค่า PID สำหรับการควบคุมเพื่อให้ได้ 1/4 Damping Ratio มี 3 วิธี คือ

2.6.1 Reaction Curve Method

2.6.2 Ultimate Sensitivity Method

2.6.3 Trial and error

2.6.1 Reaction Curve Method(transient Response Method)

วิธีการ

2.6.1.1 ให้เปลี่ยนระบบควบคุมเป็นแบบลูปเปิด(open Loop)

2.6.1.2ให้ทำการหาคุณสมบัติของกระบวนการ(Process Characteristic) โดยเปลี่ยนค่าสัญญาณควบคุมไป ΔPV แล้วบันทึกรูปคลื่นของตัวแปรกระบวนการ(Process Variable)

2.6.1.3 หา Process Gain (Kp),Dead Time (LE) และค่าคงเวลา (TE) จาก Process Characteristic จากรูปที่

$$Kp = \Delta MV / \Delta PV$$

2.6.1.4 นำค่า Kp,LE,TE ที่หามาได้ไปคำนวนหา PB,Ti และ Td จากตาราง 1.2

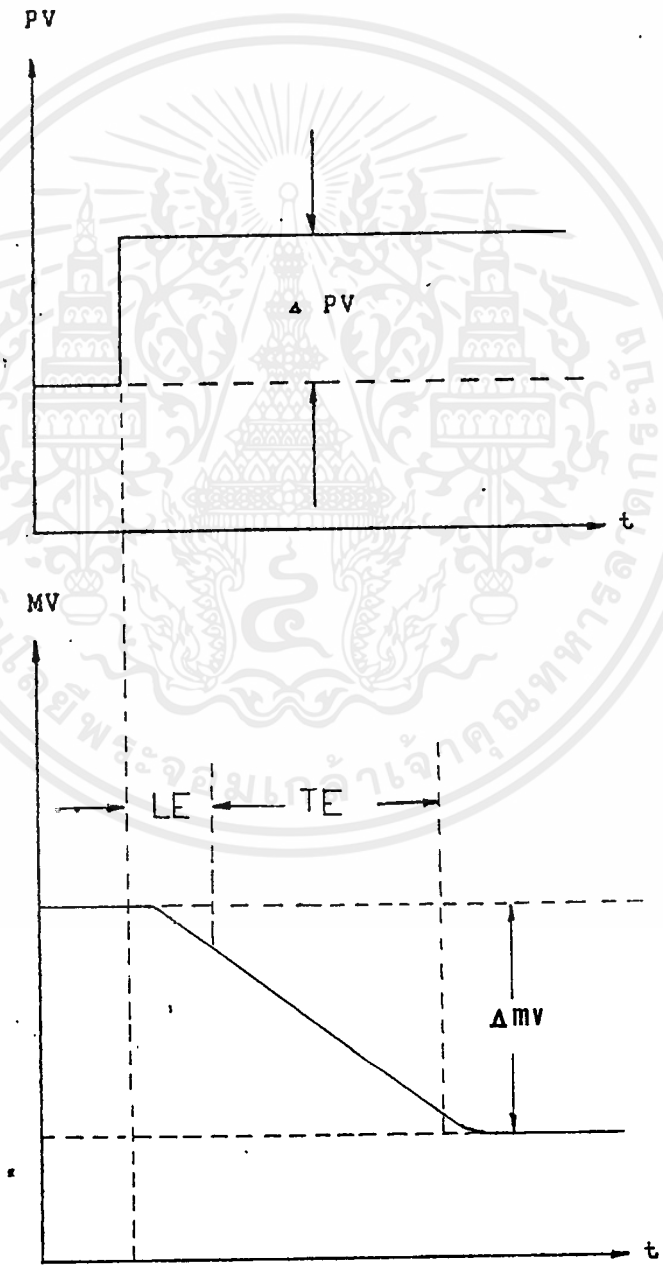
ตาราง 1.2

ชนิดการควบคุม	PB (%)	Ti (min)	Td (min)
P	100 Kp.LE/TE	∞	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1.2 (ต่อ)

PI	110 Kp.LE/TE	3.3 LE	0
PID	83 Kp.LE/TE	2.0 LE	0.5 LE



Reaction Curve Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

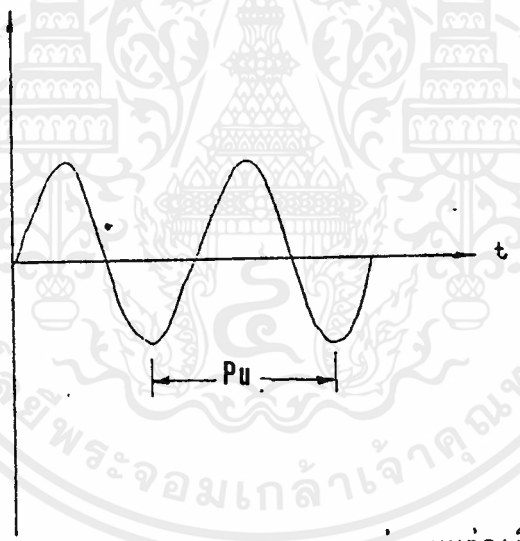
2.6.2 Utimate Sentivity Method

วิธีการฯ

2.6.2.1 ให้ระบบควบคุมเป็นแบบลูปปิด

2.6.2.2 ตั้ง Ti สูงสุด และ Td ต่ำสุด ใช้ P action ในการควบคุมอย่างเดียว

2.6.2.3 ครั้งแรกตั้งค่า PB ไว้ที่ค่าสูงสุด แล้วลองลดค่า PB ลงมา ลองเปลี่ยนค่าเป้าหมายเพื่อดูผลตอบสนองลดค่า PB ให้ต่ำลงเรื่อยๆ จนถึงค่าที่เมื่อเปลี่ยนค่าเป้าหมายไปเล็กน้อย จะทำให้กระบวนการเกิดการแกว่งต่อเนื่องไปตลอดค่า PB ในขณะนั้นเรียกว่า PB_u (Ultimate proportional band)



การแกว่งแบบต่อเนื่อง

2.6.2.4 หาคาบเวลาในการแกว่ง ให้เท่ากับ P_u (ตามรูป 2.20)

2.6.2.5 นำค่า PB_u และ P_u ที่หาได้ไปคำนวนหาค่า PB,Ti & Td จากตารางที่ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1.3

ชนิดการควบคุม	PB (%)	Ti (min)	Td (min)
P	$2\ PB_u$	∞	0
PI	$2.2\ PB_u$	$0.83P_u$	0
PID	$1.7PB_u$	$0.5P_u$	$0.125P_u$

2.6.3 Trial and error

เป็นวิธีการที่ใช้หลักการของ Utimate Sensitivity Method เพียงแต่ว่าไม่ต้องคำนวนค่าและใช้การทดลองปรับค่าต่างๆ เพื่อหาผลตอบที่เร็วที่สุด

2.6.3.1 P control

1. ปรับตัวควบคุมไปที่ Manual Mode
2. ปรับ PB ไปสูงสุด Ti สูงสุด และ Td ต่ำสุด
3. ปรับค่าเป้าหมาย (Set point) ไปสู่ค่าที่ต้องการ
4. ปรับ Mamnual control จนตัวแปรกระบวนการหรือค่าวัดได้เท่ากับค่าเป้าหมาย
5. ปรับตัวควบคุมไปที่ Automatic mode
6. เปลี่ยนค่าเป้าหมายไปเล็กน้อย เมื่อค่าวัดเริ่มเปลี่ยน จึงลดค่าเป้าหมายกับมาอยู่ที่เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ลดค่า PB ลงมา และทำขั้น 6 ใหม่ โดยสังเกตุผลตอบของค่าวัด

8. ทำขั้น 6 และ 7 หลายๆครั้ง จนได้อัตราส่วนช่วงกว้างของการแกว่งของผลตอบเป็น 1/4 Damping Ratio

2.6.3.2 PI Control

1. ทำเหมือน P Control จากขั้น 1 ถึง 8 เพื่อหาค่า PB ที่ดีที่สุด

2. ลดค่า Ti จน Offset หายไป

3. เพิ่มค่า Ti ถ้าเกิดการแกว่งขึ้น

4. ทำขั้น 2 และ 3 จนกว่าจะให้ผลตอบสนองเป็น 1/4 Damping ratio

2.6.3.3 PID Control

1. ทำเหมือน P Control จากขั้น 1 ถึง 2

2. ลดค่า PB ลงมาจนเกิดการแกว่ง

3. เพิ่ม Td จนการแกว่งหยุด

4. ลดค่า PB จนเกิดการแกว่งใหม่อีก

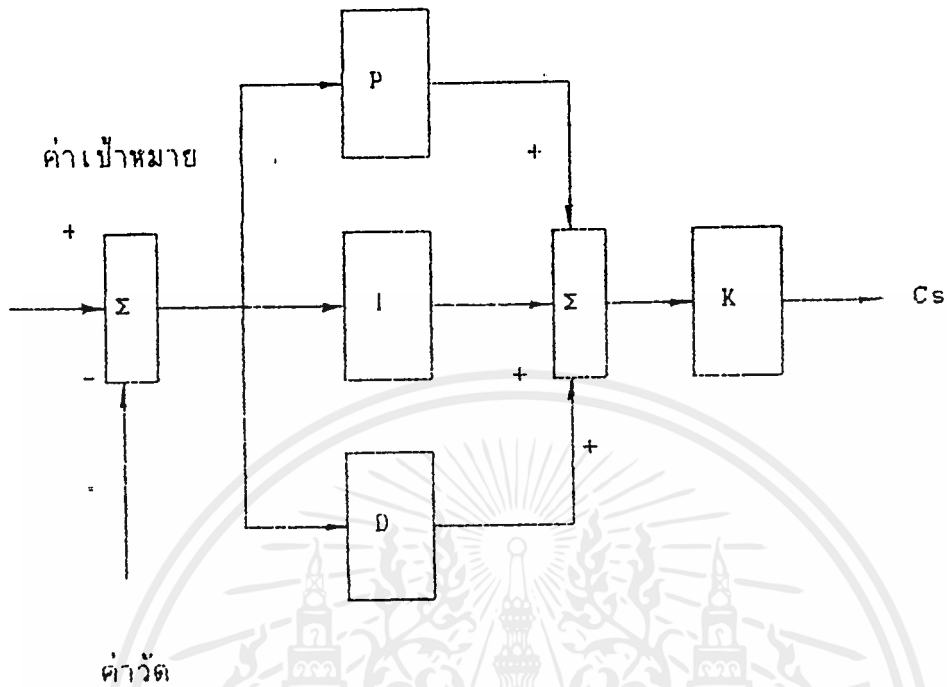
5. ทำขั้น 2 ถึง 4 หลายๆครั้ง จน Td ไม่สามารถหยุดการแกว่งได้

6. เพิ่มค่า PB จนหยุดการแกว่ง

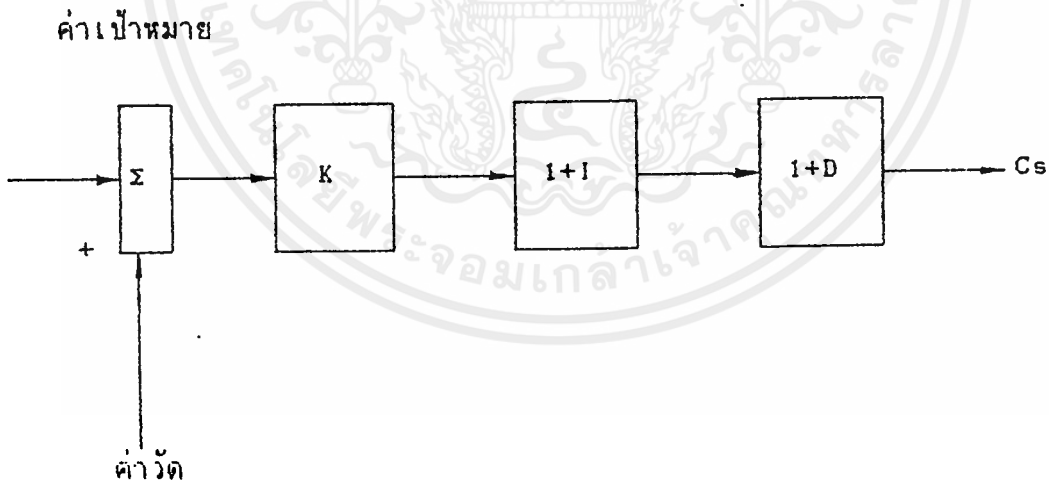
7. ตั้งค่า Ti ให้เท่ากับ Td ค่าสุดท้าย (Ti = Td กรณีที่ PID interfere Coefficient เท่ากับ 2)

2.7 การรบกวนกันและกันของค่า PID (PID mutual interference)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวควบคุมแบบที่ดีที่สุด



ตัวควบคุมทั่วๆไป

แสดง Block Diagram ของตัวควบคุมแบบอุตมคติ ซึ่งค่า PID จะสามารถตั้งค่าได้อย่างอิสระไม่มีการรบกวนซึ่งกันและกัน ตัวควบคุมแบบนี้มักมีราคาแพง ทั่วๆไปตัวควบคุมที่มีขายในท้องตลาดมักจะดัดแปลงวงจรให้ง่ายลง โดยมี Block

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diagram ดังรูป จะเห็นได้ว่า I & D Control ไม่เป็นอย่างอุดมคติ และจะมีการรบกวนซึ่งกันและกัน (Mutual Interference) ซึ่งได้แก่การเปลี่ยนค่า Ti จะมีผลทำให้ PB & Td เปลี่ยนแปลงไป หรือถ้าเปลี่ยนค่า Td ก็จะมีผลทำให้ PB & Ti เปลี่ยนไปเช่นกัน

การเลือกแบบการควบคุม (Control Mode Selection)

ตารางที่ 1.4 ลักษณะสมบัติของกระบวนการและแบบการควบคุม

	อุณหภูมิ	การไหล	ความดัน	ระดับ
ลักษณะสมบัติ	2 nd order ขึ้นไป	แปรผันโดยตรง	1 st order	1 st order
ความเร็วของผลตอบสนอง	ช้า, ปานกลาง	เร็วมาก	ปานกลาง, เร็ว	ปานกลาง
ค่าคงตัวเวลา	ใหญ่, ปานกลาง	เล็ก	เล็กมาก	เล็ก, ปานกลาง
Dead Time	เล็ก, ปานกลาง	เล็ก	เล็ก	เล็ก
แบบการควบคุม	on-off, P, PI, PID	P, PI	on-off, P, PI	on-off, P, PI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 68HC11

MC68HC11เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ประเภท CMOS(HCMOS)ที่มีความเร็วสูงและกินกำลังไฟต่ำ ที่ความถี่ของระบบ 2 MHzโดยใช้ A-XTAL 8 MH_z โดยผ่านความถี่นี้ใช้ได้ตั้งแต่ความถี่สูงสุดจนกระทั่งระดับไฟ DC

ข้อดีของ MC68HC11

1. มี TIMER OUTPUT ขนาด 16 BIT 4 ตัว
2. มี TIMER INPUT ขนาด 16 BIT 3 ตัว
3. มี SERIES PERIHERAL INTERFACE (SPI) สำหรับนำมาต่อกัน เป็นระบบมัลติโปรเซสเซอร์
4. มี SERIES COMMUCATIONS INTERFACE (SCI) สำหรับทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมชนิด FULL DUPLEX
5. มีวงจร PULSE ACCUMULATOR ขนาด 8 BIT
6. มีวงจร REAL-TIME INTERUPT
7. มีคำสั่งในการตรวจสอบบิทและกระโดดไปที่ตำแหน่งต่างๆ
8. มี MODE ในการลดการใช้กำลังงาน (STOP AND WAIT MODE)
9. มี EEPROM ขนาด 512 BYTE
10. มี STATIC RAM ขนาด 256 BYTE
11. มี วงจร A/D ขนาด 8 ช่องสัญญาณ ขนาด 8 BIT

โหมดการทำงาน (OPERATING MODES)

MCU จะใช้ขา MODA และ MODB สำหรับเลือกโหมดการทำงานแบ่งได้เป็น 4 โหมด

1.SINGLE-CHIP MODE

ในโหมดนี้ MCU จะทำหน้าที่เป็นMICROCONTROLLERแบบเดี่ยวโดยมันจะไม่ใช้ขา ADDRESS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ DATA BUS ภายนอกเลย โดย PROT B,C,STROBE A,B ทำหน้าที่เป็น PARALLER I/O PORTและสัญญาณ HANDSHAKE ในโหมดนี้โปรแกรมการควบคุมต่าง ๆ จะอยู่ใน CPU

2.EXPANDED MULTIPLEXED MODE

ในโหมดนี้ PORT B,C,STROBE A,B จะทำหน้าที่เป็นขา ADDRESS และ DATA กับสัญญาณ R/W,ASโดยสามารถอ้างหน่วยความจำภายนอกได้ 64 KBYTEโดยสัญญาณ ADDRESS และ DATA จะ MULTIPLEX ที่ PORT C

3.BOOTSTRAP MODE

ในโหมดนี้จะมีลักษณะการทำงานคล้ายแบบ SINGLE CHIP MODE แต่มีโปรแกรม BOOT-LOADER ขนาด 192 BYTE ซึ่งอยู่ใน ROM ภายในตัว MCU จุดประสงค์ของโปรแกรมนี้มันจะทำการ LOAD ข้อมูลภายนอกเข้ามาไว้ภายใน INTERNAL RAM โดยผ่านทาง PORT สื่อสารแบบอนุกรม

4.TEST MODE

ในโหมดนี้จะใช้ในการทดสอบการทำงานต่างๆ ของ MCU โดยโรงงานผู้ผลิตจะเป็นผู้ทดสอบ

ลักษณะของสัญญาณ

-VDD และ VSS เป็นขาที่จ่ายกำลังให้กับ MICROCONTROLLERโดย VDD ใช้ไฟ DC 5 V. ($^{+}$0.5 v) ส่วน VSS คือ GROUND

-RESET จะทำหน้าที่ ACTIVE LOW ขานี้สามารถควบคุมได้ 2 ทิศทางโดยถ้าใช้เป็นINPUT ในการเริ่มทำงานของ CPU ซึ่งเรียกว่า START UP STATE หรือใช้เป็น OPEN DRAIN OUT-PUT เพื่อแสดงความผิดพลาดของสัญญาณ CLOCK และแสดงความผิดพลาดจากโปรแกรมในการใช้ COMPUTER OPERATING PROPERTY (COP) หรือเรียกว่า WATCH DOG และความผิดพลาดที่เกิดจาก EXECUTE คำสั่ง

-XTAL,EXTAL 2 ขานี้ไว้ต่อกับ CYSTAL ภายนอกหรือใช้สัญญาณ CLOCK จากภายนอกป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าที่ขา EXTAL โดยตรง โดยความถี่ CYATAL จะสูงเป็น 4 เท่าของความถี่ของระบบ ขา E ขานี้จะทำหน้าที่เป็นขา OUTPUT โดยเป็นตัวกำเนิดสัญญาณ E CLOCK ภายนอก คือมันสามารถใช้เป็นสัญญาณ CLOCK อ้างอิงโดยความถี่ของสัญญาณ E CLOCK นี้จะเป็น 1/4 เท่าของควาทถี่ที่ขา XTAL,EXTAL

-IRQ ขานี้ทำหน้าที่เป็น INTERRUPTS ของ MCU โดยสัญญาณที่ป้อนให้นี้จะเป็นสัญญาณระบบต่ำ (0 V.) หรือสัญญาณขอบขาลงโดยขึ้นกับการเลือกภายในโปรแกรม ขานี้ต้องต่อ R PULL UP ภายนอกกับ VDD

-XIRQ เป็นขา NON MASKABLE INTERRUPTS ของ MCUโดยสัญญาณที่ป้อนนี้จะเป็นสัญญาณระดับต่ำ (0 V.) โดยสามารถตรวจสอบได้ที่ X บิท ภายใน CONDITON CODE REGISTER ขานี้ต้องต่อ R PULL UP ภายนอกกับ VDD

-MODA/LIR and MODB/VSTBY ขานี้ใช้ทำหน้าที่สำหรับเลือกโหมด การทำงานต่าง ๆ ที่อธิบายผ่านมาแล้ว โดยลักษณะการใช้จะเป็นดังตาราง

MODB	MODA	MODE SELECTED
1	0	SINGLE CHIP
1	1	EXPANDED MULTIPLEXED
0	0	SPCIAL BOOTSTRAP
0	1	SPCIAL TEST

-V_{RL} AND V_{RH} ขานี้เป็นแรงดันอ้างอิงสำหรับวงจร A/D CONVERTER

-R/W/STRB ขานี้ทำหน้าที่แตกต่างกัน 2 อย่างโดยจะขึ้นอยู่กับโหมดในการทำงานใน SINGLE CHIP MODE จำทำหน้าที่เป็นขา OUTPUT STOBE (STRB)ใน EXPANDED MULTIPLEXED MODE จะทำหน้าที่เป็น R/W โดย R/W จะใช้ในการควบคุมทิศทางส่งและรับข้อมูลบน DATA BUS ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-AS/STRA ขานี้ทำหน้าที่แตกต่างกัน 2 อย่าง โดยขึ้นอยู่กับโหมดในการทำงานใน SINGLE CHIP Mode ขานี้ทำหน้าที่เป็น INPUT STROBE (STRA) ส่วนใน EXPANDED MULTIPLEXED MODE จะทำหน้าที่เป็น ADDRESS STROBE (AS) โดย AS นี้ใช้เป็นสัญญาณ DEMULTIPLEX ระหว่างสัญญาณ ADDRESS และ DATA ที่ PORT C

-INPUT/OUTPUT LINE (PA0-PA7,PB0-PB7,PC0-PC7,PD0-PD5,PE0-PE7) ขาพวกนี้จะทำหน้าที่เป็น I/O PORT ขนาด 8 BIT 4 PORT(A,B,C,E)และขนาด 6 บิท 1 PORT(D) โดยทุก PORT สามารถทำงานได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์บนการทำงานในโหมดต่างๆ ดังตาราง

Table 2-2. Port Signal Summary

Port-Bit	Single-Chip and Bootstrap Mode	Expanded Multiplexed and Special Test Mode
A-0	PA0 IC3	PA0/IC3
A-1	PA1 IC2	PA1/IC2
A-2	PA2 IC1	PA2/IC1
A-3	PA3 OC5/and-or OC1	PA3/OC5/and-or OC1
A-4	PA4 OC4/and-or OC1	PA4/OC4/and-or OC1
A-5	PA5 OC3/and-or OC1	PA5/OC3/and-or OC1
A-6	PA6 OC2/and-or OC1	PA6/OC2/and-or OC1
A-7	PA7 PAI/and-or OC1	PA7/PAI/and-or OC1
B-0	PB0	A8
B-1	PB1	A9
B-2	PB2	A10
B-3	PB3	A11
B-4	PB4	A12
B-5	PB5	A13
B-6	PB6	A14
B-7	PB7	A15
C-0	PC0	A0/D0
C-1	PC1	A1/D1
C-2	PC2	A2/D2
C-3	PC3	A3/D3
C-4	PC4	A4/D4
C-5	PC5	A5/D5
C-6	PC6	A6/D6
C-7	PC7	A7/D7
D-0	PD0 RxD	PD0/RxD
D-1	PD1/TxD	PD1/TxD
D-2	PD2 MISO	PD2/MISO
D-3	PD3/MOSI	PD3/MOSI
D-4	PD4 SCK	PD4/SCK
D-5	PD5 SS	PD5/SS
	STRA	AS
	STRB	R/W
E-0	PE0 AN0	PE0/AN0
E-1	PE1 AN1	PE1/AN1
E-2	PE3 AN2	PE2/AN2
E-3	PE3/AN3	PE3/AN3
E-4	PE4/AN4##	PE4/AN4##
E-5	PE5/AN5##	PE5/AN5##
E-6	PE6 AN6##	PE6/AN6##
E-7	PE7/AN7##	PE7/AN7##

##Not Bonded in 48-Pin Versions

INPUT/OUTPUT PORTS

ฟังก์ชั่นในการทำงานของ PORTS จะถูกควบคุมโดยการเลือก MODES แบบต่าง ๆใน SINGLE CHIP MODES และ BOOTSTRAP MODES จะมีอยู่ 4 PORTSที่ทำหน้าที่เป็น PORTS ขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ I/O และ PORTS E สามารถใช้ทำงานทั่วไปหรือจะทำหน้าที่เป็น A/D CONVERSTER ก็ได้ ส่วนใน EXPANDED MULTIPLEXED MODES โดย PORTS B,C,AS และ R/W ทำหน้าที่เป็นส่วนขยายข้อมูลภายนอก

-PORT A

ในทุก MODES การทำงาน PORT A จะใช้สำหรับเป็น TIMER INPUT 3 ตัว TIMER OUT PUT 3 ตัว และ PULSE ACCUMULATOR INPUT (PAI) โดยแต่ละขาของ TIMER INPUT จะใช้สำหรับเป็นการ TRIG แทนสัญญาณ CLOCK ของระบบโดยค่าของ TIMER นี้จะถูกเก็บไว้ในIN PUT CAPTURE REGISTER ขนาด 16 BIT โดยที่ OUTPUT TIMER แต่ละขาจะ Active ก็ต่อเมื่อค่าใน FREE RUNNING COUNTER มีค่าเท่ากับค่าที่เราใส่เข้าไปใน OUTPUT COMPARE REGISTER ส่วนขาที่ 7 ของ PORT A ทำหน้าที่เป็น PAI คือมันจะทำหน้าที่นับสัญญาณ PULX จากภายนอกที่ป้อนเข้ามาที่ขานี้ นอกจากนั้น PORT A ยังใช้เป็น I/O PORT แบบทั่ว ๆ ไป

-PORT B

ใน SINGLE CHIP MODES ทุกขาของ PORT B จะให้ทำหน้าที่เป็น OUTPUT PORT แต่ถ้าในEXPANDED MULTIPLEXED MODES ทุกๆขาของ PORT B จะใช้เป็น ADDRESS BYTE BYTE สูง (A8-A15)

-PORT C

ในแบบ SINGLE CHIP MODES ทุกๆขาของ PORT C จะใช้ทำหน้าที่เป็น I/O PORT แต่ถ้าในEXPANDED MULTIPLEXED MODES PORT C นี้จะทำหน้าที่ MULTIPLEXED กันระหว่างขา ADDRESS โดยระหว่าง CYCLE ของ ADDRESS BIT 0 - BIT 7 ของ PORT c ก็คือ A0 - A7 แต่ถ้าในระหว่าง CYCLE ของข้อมูล BIT 0 - BIT 7 จะเป็น D0 - D7 ดังนั้นขาของ PORT C ใน MODES นี้ จะส่งข้อมูลได้สองทิศทาง จะถูกควบคุมโดยสัญญาณ R/W

-PORT D

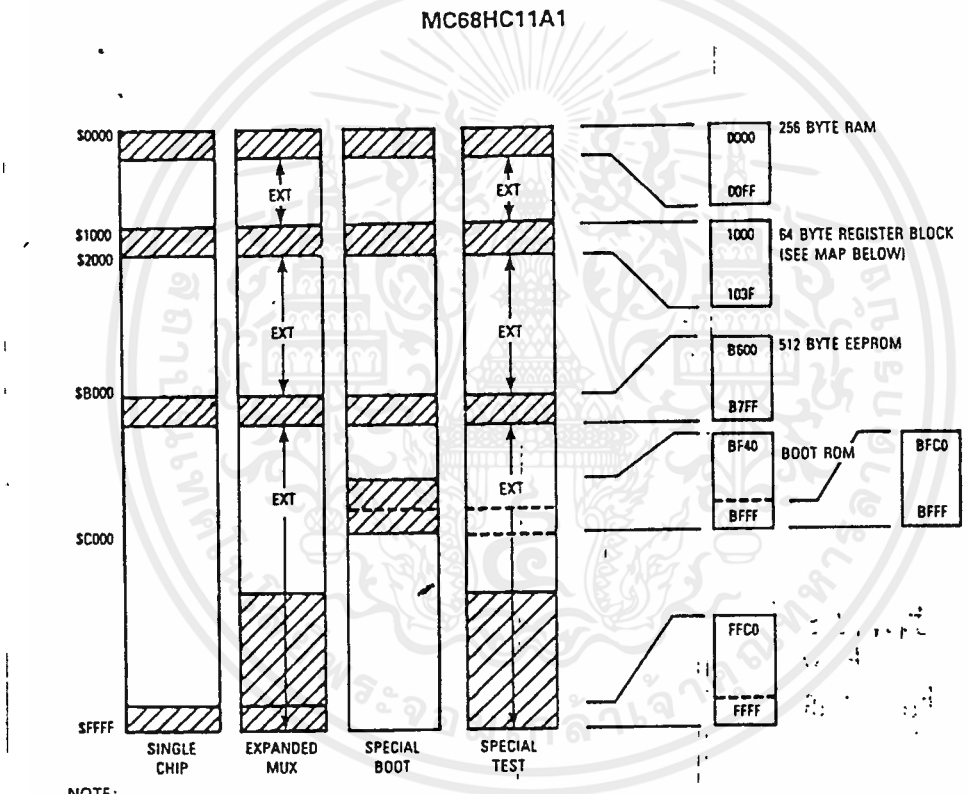
ในทุก MODES PORT D ที่ BIT 0 - BIT 5 จะใช้ทำหน้าที่เป็น I/O PORT หรือจะทำหน้าที่เป็น PORT สื่อสารแบบอนุกรม [SERIAL COMMUCATION INTERFACE (SCI)] และSE-RIAL PERIPHERAL INTERFACE (SPI) ซึ่งใช้สำหรับทำหน้าที่เป็น MULTIPROCESSING โดย BIT 0 เป็นขารับข้อมูล(RxD) และ BIT 1 ใช้เป็นขาส่งข้อมูล (TxD) สำหรับการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (SCI) ส่วน BIT 2 ถึง BIT 5 จะใช้เป็น SPI

-PORT E

จะใช้เป็น INPUT PORT หรือจะทำหน้าที่เป็น A/D สำหรับการทำงานของทุกๆ MODES MEMORY แผนผังของหน่วยความจำของแต่ละ MODES แสดงไว้ดังรูปที่ 2 ใน SINGLE CHIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE โดยที่ MCU จะไม่ใช้ ADDRESS ภายนอก ดังนั้นตำแหน่งหน่วยความจำภายในจะแสดงด้วยพื้นที่ที่แรเงาใน EXPANDED MULTIPLEXED หน่วยความจำพื้นฐานจะเหมือนกับ SINGLE CHIP MODES ยกเว้นตำแหน่งหน่วยความจำระหว่างพื้นที่แรเงา จะใช้สำหรับหน่วยความจำภายนอกและ I/O PORT ส่วน SPECIAL BOOTSTRAP MODES จะคล้ายกับ SINGLE CHIP MODES ยกเว้นส่วนของ BOOTSTRAP โปรแกรมใน ROM ที่หน่วยความจำตำแหน่ง BF40H-BFFFH และ SPECIAL TEST MODE จะคล้ายกับ EXPANDED MULTPLEXED MODES ยกเว้น VECTOR ในการ INTERRUPT ที่ตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก



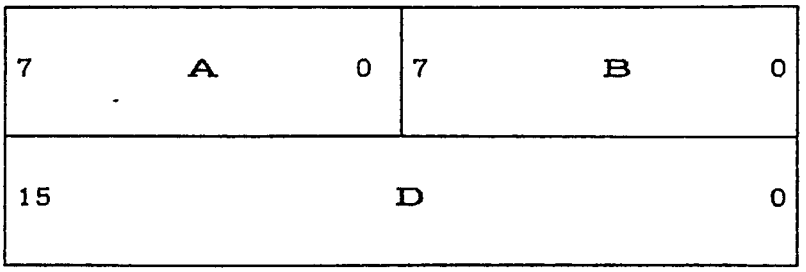
NOTE:
1. Either or both the internal RAM and registers can be remapped to any 4K boundary by software.
2. The EEPROM can be disabled using a control register (CONFIG), which is implemented with EEPROM cells.

REGISTERS

-ACCUMULATOR A และ B

ACCUMULATOR A และ B จะเป็นREGISTERขนาด 8 BIT จะใช้เป็น HOLD OPERANDS และตัวแสดงผลทางคณิตศาสตร์ โดย ACCUMULATORS 2 ตัวนี้สามารถนำมารวมกันเป็น ACCUMULATOR ขนาด 16 BIT ซึ่งถูกเรียกว่า ACCUMULATOR D โดยจะใช้คำสั่งเหมือนเดิมทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

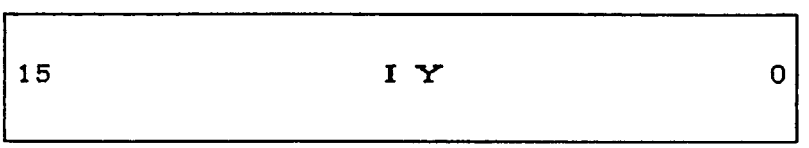


-INDEX REGISTER X (IX)

INDEX REGISTER นี้จะเป็น REGISTER ขนาด 16 BIT ใช้สำหรับเป็นตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล โดยค่า 16 BIT ใน INDEX REGISTER นำมาบวกกับ OFFSET ขนาด 8 BIT ใช้ในคำสั่งประเภท INDEX ADDRESSING MODES

-INDEX REGISTER Y (IY)

INDEX REGISTER นี้จะเป็น REGISTER ขนาด 16 BIT โดยจะมีการทำงานเหมือนกับ INDEX REGISTER X ทุกประการแต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของคำสั่งจะมากกว่าคำสั่งของ INDEX REGISTER X อยู่ 1 BYTE

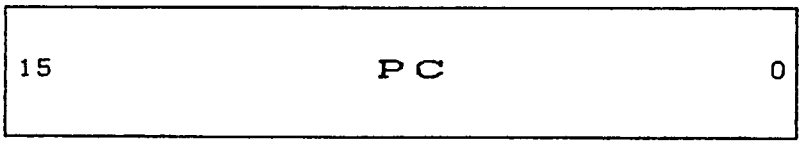


-PROGRAM COUNTER (PC)

PROGRAM COUNTER เป็น REGISTER ขนาด 16 BIT โดยจะบรรจุด้วยคำสั่งต่อไปที่จะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FETCHED เข้ามา

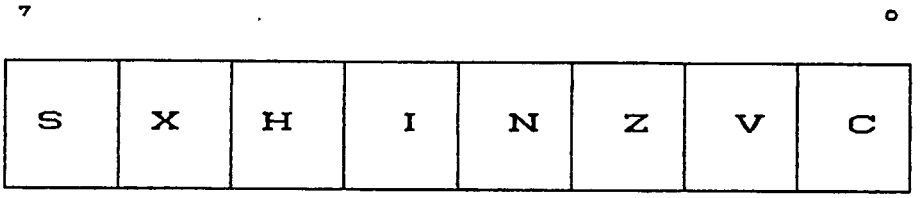


-STACK POINTER (SP)

STACK POINTER คือ REGISTER ขนาด 16 BIT โดยลักษณะของ SP นี้จะเป็นแบบเข้าหรือออกก่อน (LAST-IN-FIRST-OUT) โดยมันจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่สำคัญ เพราะในระหว่างการใช้ INTERRUPT และเรียก SUBROUTINE ในแต่ละครั้งที่ DATA BYTE ใหม่ถูกเก็บเข้าไปใน STACK SP จะลดค่าในตัวมันเองลงและในแต่ละครั้งที่ Data ถูกนำออกจาก STACK SP จะเพิ่มค่าขึ้น

-CONDITION CODE REGISTER (CCR)

CONDETION CODE REGISTER เป็น REGISTER ขนาด 8 BIT ซึ่งใช้แสดงผลของการประมวลผลของคำสั่ง โดยแต่ละบิทสามารถทดสอบโดยตรงโดยการใช้โปรแกรม



-CARRY/BORROW (C)

เมื่อ BIT นี้ SET จะแสดงตัวทดหรือตัวยืมที่เกิดขึ้นใน ALU ในการทำคำสั่งที่เกี่ยวกับทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณิตศาสตร์และ BIT นี้จะมีผลกับคำสั่งประเภท SHIFT และ ROTATE ด้วย

-OVERFLOW (V)

BIT OVERFLOW นี้จะ SEG ถ้าการประมวลผลทางคณิตศาสตรเกิดการ OVERFLOW ขึ้น นอกนั้น V BIT นี้จะเป็น LOGIC O

-ZERO (Z)

เมื่อ BIT นี้ SET แสดงว่าผลของการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ทาง LOGIC หรือ DATA MANIPULATION จะมีค่าเป็น O

-NEGATIVE (N)

เมื่อ BIT นี้ SET แสดงว่าผลของการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ทาง LOGIC หรือ DATA MANIPULATION มีค่าเป็นค่าลบ (MSB BIT จะให้ผลเป็น LOGIC 1)

-INTERRUPT (I)

BIT นี้จะถูก SET โดย HARD WARE หรือคำสั่งในโปรแกรมที่จะ DISABLE มันสำหรับทุกๆ INTERRUPT แบบ MASKABLE ทั้งภายในและภายนอก

-HALF CARRY (H)

BIT นี้จะ SET ในระหว่างการทำงานของคำสั่งคือ ADD, ABA และ ADC โดยมันจะแสดงการทดขึ้นระหว่าง BIT ที่ 3 และ 4 โดย BIT นี้มีประโยชน์ในการคำนวณทาง BCD

-X INTERRUPT MASK (X)

MASK BIT นี้จะถูก SET โดย HARD WARE เท่านั้น (RESET หรือ XIRQ) และจะถูก CLEAR โดยคำสั่งโปรแกรมเท่านั้น (TAP หรือ RTI)

-STOP DISABLE (S)

BIT นี้จะถูกควบคุมด้วยโปรแกรมถ้า SET แสดงว่าไม่สามารถใช้คำสั่ง STOP ได้ และถ้า CLEAR แสดงว่าใช้คำสั่ง STOP ได้

RESET

MCU สามารถจะ RESET ได้ 4 วิธีคือ

1. ให้ LOGIC O ที่ขา RESET
2. โดย POWER ON RESET
3. ใช้ระบบ WATCH DOG-TIMER
4. จากการผิดพลาดของสัญญาณ CLOCK ของระบบ (CLOCK MONITOR FAILURE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERRUPTS

MCU เบอร์นี้จะมีการ INTERRUPTS ทาง HARD WARE 17 ชนิด และทาง SOFT WARE 1 ชนิด (โดยจะรวมการ INTERRUPTS ชนิด RESET ด้วย) INTERRUPTS นี้ แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือแบบ MASKABLES และ NONMASKABLES INTERRUPTS และมี INTERRUPTS อยู่ 15 ชนิด ที่สามารถกำหนดได้โดย CONDITION CODE REGISTER ที่ตำแหน่ง BIT I โดย SOFT WARE INTERRUPTS จะเป็นชนิด NON MASKABLES ส่วน INTERRUPTS ภายนอกนี้จะเข้าที่ขา XIRQ ซึ่งเป็นชนิด NON MASKABLES INTERRUPTS โดยไม่สามารถกำหนดได้โดย SOFT WARE ส่วน INTERRUPTS สุดท้ายคือ ILLEGAL OPCODE จะเป็นชนิด NON MASKABLE INTERRUPTS ส่วนตารางที่ 3 จะแสดงรายการของ INTERRUPT แบบต่างๆโดยจะแสดงพร้อมกับตำแหน่งVECTOR แต่ละตัวที่อยู่ภายใน ROM ส่วนในรูปที่ 4 แสดงการเก็บค่า REGISTER ต่างๆเมื่อเกิดการ INTERRUPTS

Table 9-2. Interrupt Vector Assignments

Vector Address	Interrupt Source	CC Register Mask	Local Mask
FFC0, C1	Reserved	—	—
FFD4, D5	Reserved	—	—
FFD6, D7	SCI Serial System	I Bit	See Table 9-3
FFD8, D9	SPI Serial Transfer Complete	I Bit	SPIE
FFDA, DB	Pulse Accumulator Input Edge	I Bit	PAII
FFDC, DD	Pulse Accumulator Overflow	I Bit	PAOVI
FFDE, DF	Timer Overflow	I Bit	TOI
FFE0, E1	Timer Output Compare 5	I Bit	OC5I
FFE2, E3	Timer Output Compare 4	I Bit	OC4I
FFE4, E5	Timer Output Compare 3	I Bit	OC3I
FFE6, E7	Timer Output Compare 2	I Bit	OC2I
FFE8, E9	Timer Output Compare 1	I Bit	OC1I
FFEA, EB	Timer Input Capture 3	I Bit	OC3I
FFEC, ED	Timer Input Capture 2	I Bit	OC2I
FFEE, EF	Timer Input Capture 1	I Bit	OC1I
FFF0, F1	Real Time Interrupt	I Bit	RTII
FFF2, F3	$\overline{IRQ}$ (External Pin or Parallel I/O)	I Bit	See Table 9-4
FFF4, F5	$\overline{XIRQ}$ Pin (Pseudo Non-Maskable Interrupt)	X Bit	None
FFF6, F7	SWI	None	None
FFF8, F9	Illegal Opcode Trap	None	None
FFFA, FB	COP Failure (Reset)	None	NOCOP
FFFC, FD	COP Clock Monitor Fail (Reset)	None	CME
FFFE, FF	$\overline{RESET}$	None	None

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

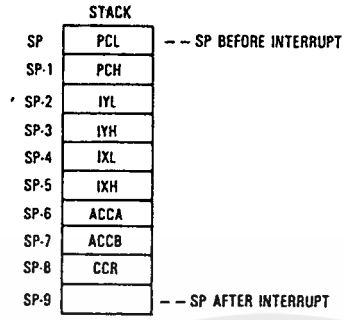


Figure 9-4. Interrupt Stacking Order

REGISTER ควบคุมชนิดต่างๆ

หน่วยความจำแรกภายใน MCU แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แรมที่ใช้ในการอ่านเขียนข้อมูลและรีจิสเตอร์ โดยตั้งแต่แอดเดรส 0000H-00FFH (256 BYTE) เป็นหน่วยความจำที่ใช้ในการเขียนข้อมูลทั่วไป ซึ่งหน่วยความจำบริเวณนี้จะสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไฟเลี้ยงของวงจรจะหายไป ข้อมูบแรมส่วนนี้ในสภาวะปกติจะได้ไปเลี้ยงจาก VDD แต่เมื่อ VDD หายไปจะรับไฟเลี้ยงจากอีกทางหนึ่ง โดยก่อนที่VDD จะหายไปจะต้องมีสัญญาณรีเซตเพื่อทำให้ซีพียูหยุดการทำงานเพื่อป้องกันไม่ให้มีการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำ และเมื่อมี VDD เข้ามาก็จะไปจ่ายให้กับแรมในส่วนนี้แทนไฟเลี้ยงอีกชุดหนึ่งได้ทันที โดยข้อมูลที่อยู่ในแรมจะไม่เปลี่ยนแปลง กระแสที่ใช้ในการเลี้ยงแรมนี้ใช้กระแสไฟน้อยมากจึงสามารถใช้แบตเตอรี่เล็ก ๆ เป็นไปเลี้ยงให้กับแรมนี้ได้ ส่วนแรมอีกส่วนหนึ่งที่เป็นรีจิสเตอร์จะถูกใช้ในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของซีพียูโดยมีหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

-DDRD รีจิสเตอร์ควบคุมทิศทางการติดต่อข่องพอร์ต D

-PORTE รีจิสเตอร์พอร์ต E ใช้สำหรับอ่านข้อมูลของพอร์ต E

-CRORC รีจิสเตอร์บอกผลของการเปรียบเทียบของไทเมอร์ต่าง ๆ

-OCIM รีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับกำหนดบิตของข้อมูลในพอร์ต A ที่มีการเปรียบเทียบกับ OCI

-OCID รีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของการเปรียบเทียบระหว่างพอร์ต A กับ OCI

-OCIM รีจิสเตอร์สำหรับเซตผลการเปรียบเทียบบิตต่อ BITระหว่างพอร์ต A กับรีจิสเตอร์ TOCI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-1. Register and Control Bit Assignments (Sheet 1 of 2)

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0		
$1000	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	PORTA	I/O Port A
$1001									Reserved	
$1002	STAF	STAI	CWOM	HNDS	OIN	PLS	EGA	INVB	PIOC	Parallel I/O Control Register
$1003	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	PORTC	I/O Port C
$1004	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	PORTB	Output Port B
$1005	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	PORTCL	Alternate Latched Port C
$1006									Reserved	
$1007	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	DDRC	Data Direction for Port C
$1008			Bit 5	—	—	—	—	Bit 0	PORTD	I/O Port D
$1009			Bit 5	—	—	—	—	Bit 0	DDRD	Data Direction for Port D
$100A	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	PORTE	Input Port E
$100B	FOC1	FOC2	FOC3	FOC4	FOC5				CFORC	Compare Force Register
$100C	OC1M7	OC1M6	OC1M5	OC1M4	OC1M3				OC1M	OC1 Action Mask Register
$100D	OC1D7	OC1D6	OC1D5	OC1D4	OC1D3				OC1D	OC1 Action Data Register
$100E	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TCNT	Timer Counter Register
$100F	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		
$1010	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TIC1	Input Capture 1 Register
$1011	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		
$1012	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TIC2	Input Capture 2 Register
$1013	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		
$1014	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TIC3	Input Capture 3 Register
$1015	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		
$1016	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TOC1	Output Compare 1 Register
$1017	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		
$1018	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TOC2	Output Compare 2 Register
$1019	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		
$101A	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TOC3	Output Compare 3 Register
$101B	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		
$101C	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TOC4	Output Compare 4 Register
$101D	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		
$101E	Bit 15	—	—	—	—	—	—	Bit 8	TOC5	Output Compare 5 Register
$101F	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-1. Register and Control Bit Assignments (Sheet 2 of 2)

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0		
$1020	OM2	OL2	OM3	OL3	OM4	OL4	OM5	OL5	TCTL1	Timer Control Register 1
$1021			EDG1B	EDG1A	EDG2B	EDG2A	EDG3B	EDG3A	TCTL2	Timer Control Register 2
$1022	OC1I	OC2I	OC3I	OC4I	OC5I	IC1I	IC2I	IC3I	TMSK1	Timer Interrupt Mask Register 1
$1023	OC1F	OC2F	OC3F	OC4F	OC5F	IC1F	IC2F	IC3F	TFLG1	Timer Interrupt Flag Register 1
$1024	TOI	RTII	PAOVI	PAII			PR1	PR0	TMSK2	Timer Interrupt Mask Register 2
$1025	TOF	RTIF	PAOVF	PAIF					TFLG2	Timer Interrupt Flag Register 2
$1026	DDRA7	PAEN	PAMOD	PEDGE			RTR1	RTR0	PACTL	Pulse Accumulator Control Register
$1027	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	PACNT	Pulse Accumulator Count Register
$1028	SPIE	SPE	DWOM	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	SPCR	SPI Control Register
$1029	SPIF	WCOL		MODF					SPSR	SPI Status Register
$102A	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	SPDR	SPI Data Register
$102B	TCLR		SCP1	SCP0	RCKB	SCR2	SCR1	SCR0	BAUD	SCI Baud Rate Control
$102C	R8	T8		M	WAKE				SCCR1	SCI Control Register 1
$102D	TIE	TCIE	RIE	ILIE	TE	RE	RWU	SBK	SCCR2	SCI Control Register 2
$102E	TDRE	TC	RDRF	IDLE	OR	NF	FE		SCSR	SCI Status Register
$102F	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	SCDR	SCI Data (Read RDR, Write TDR)
$1030	CCF		SCAN	MULT	CD	CC	CB	CA	ADCTL	A/D Control Register
$1031	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	ADR1	A/D Result Register 1
$1032	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	ADR2	A/D Result Register 2
$1033	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	ADR3	A/D Result Register 3
$1034	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	ADR4	A/D Result Register 4
$1035 Thru $1038									Reserved	
$1039	ADPU	CSEL	IRQE	DLY	CME		CR1	CR0	OPTION	System Configuration Options
$103A	Bit 7	—	—	—	—	—	—	Bit 0	COPRST	Arm/Reset COP Timer Circuitry
$103B	ODD	EVEN		BYTE	ROW	ERASE	EELAT	EEPGM	PPROG	EEPROM Programming Control Register
$103C	RBOOT	SMOD	MDA	IRV	PSEL3	PSEL2	PSEL1	PSEL0	HPRIO	Highest Priority I-Bit Int and Misc
$103D	RAM3	RAM2	RAM1	RAM0	REG3	REG2	REG1	REG0	INIT	RAM and I/O Mapping Register
$103E	TILOP		OCCR	CBYP	DISR	FCM	FCOP	TCON	TEST1	Factory TEST Control Register
$103F	—	—	—	—	NOSEC	NOCOP	ROMON	EEON	CONFIG	COP, ROM, and EEPROM Enables

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-TCNT รีจิสเตอร์ 16 BIT ใช้เป็นตัวฟรีเคาน์เตอร์ของระบบไทเมอร์โดยจะทำการนับตั้งแต่ 0000-FFFF แล้วกลับมาเริ่มต้นใหม่

-TIC1 รีจิสเตอร์ 16 BIT เป็นอินพุตไทเมอร์ 1

-TIC2 รีจิสเตอร์ 16 BIT เป็นอินพุตไทเมอร์ 2

-TIC3 รีจิสเตอร์ 16 BIT เป็นอินพุตไทเมอร์ 3

-TOC1 รีจิสเตอร์ 16 BIT ใช้ในการเปรียบเทียบกับไทเมอร์เคาน์เตอร์

-TOC2 รีจิสเตอร์ 16 BIT ใช้ในการเปรียบเทียบกับไทเมอร์เคาน์เตอร์

-TOC3 รีจิสเตอร์ 16 BIT ใช้ในการเปรียบเทียบกับไทเมอร์เคาน์เตอร์

-TOC4 รีจิสเตอร์ 16 BIT ใช้ในการเปรียบเทียบกับไทเมอร์เคาน์เตอร์

-TOC5 รีจิสเตอร์ 16 BIT ใช้ในการเปรียบเทียบกับไทเมอร์เคาน์เตอร์

-TCTL1 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเลือกลักษณะเอาต์พุตจากการใช้ฟังก์ชันการ เปรียบเทียบเอาต์พุต

-TCTL2 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเลือกลักษณะของอินพุตเพื่อใช้ฟังก์ชันอินพุตแคบเจอร์(INPUT CAPTURE) CAPTURE ฟังก์ชัน

-TMSK1 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับอีนาเบิล หรือดิสเอเบิลอินเตอร์รัพต์ ของตัวเปรียบเทียบเอาต์พุตกับตัวเปรียเทียบอินพุต

-TFLG1 เป็นรีจิสเตอร์ที่แสดงถึงการเท่ากันของไทเมอร์เคาน์เตอร์กับตัวเปรียบเทียบเอาต์พุตกับอินพุต

-TFSK2 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการอีนาเบิลหรือดิสเอเบิลอินเตอร์รัพต์ของรีลไทม์และเป็นตัวกำหนดตัวหารของเวลารีลไทม์

-TFLG2 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้แสดงการทำงานต่าง ๆ เป็นรีบไทม์อินเตอร์รัพต์โอเวอร์โฟลว์

-PACTL เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมพัลส์แอกคิวมูเลเตอร์

-PACNT เป็นรีจิสเตอร์เคาน์เตอร์ของพัลส์แอกคิวมูเลเตอร์

-APCR เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานแบบ SPI(SERIAL PERLHERALINTERFACE)

-SPSR เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการบอกลักษณะการติดต่อแบบ SPI

-SPDR เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการรับข้อมูลและส่งข้อมูลของ SPI

-BACD เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดเร็วในการส่งข้อมูลแลล SCI (SERIAL COMMUNICATION INTERFACE)

-SCCRI เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบในการส่งข้อมูลแบบ SCIS CCR2 เป็นรีจิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการอิเตอร์รัพต์

-SCCR เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในบอกสถานะการรับส่งข้อมูลแบบ SCI

-SCDR เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากการรับหรือส่งข้อมูลแบบ SCI

-ADCTL เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เลือกการอ่านข้อมูลแบบอะนาลอกและแสดงสถานะการอ่านข้อมูล

-ADR1 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลที่ได้จากวงจร A/D

-ADR2 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลที่ได้จากวงจร A/D

-ADR3 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลที่ได้จากวงจร A/D

-ADR4 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็ยข้อมูลที่ได้จากวงจร A/D

-OPTION เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดเวลาของการใช้ระบบCOP(COMPUTER OPERATING PROPERLY) การเปิดสัญญาณนาฬิกาสำหรับการแซมปลิ้งในวงจร A/D

-COPRST การเปิดสัญญาณนาฬิกาเลือกรีเซตค่าเวลาในระบบ COP

-PPROG เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้กำหนดรูปแบบของการติดต่อกับอีพรอม

-HPIRO เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการจัดลำดับการอินเตอร์รัพต์

-INIT เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของแรมและรีจิสเตอร์

-TEST1 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบของโรงงานผู้ผลิต

-CONFIG เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการบ่งบอกอุปกรณ์ภายในตัวซีพียู

ANALOG TO DIGITAL

เป็นวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกให้เป็นดิจิตอลขนาด 8 BIT โดย สามารถรับอินพุตได้ถึง 8 ช่องจะทำการรับครั้งละช่องโดยการโปรแกรมเลือกว่าจะทำการแปลงสัญญาณที่ช่องใด ผลลัพธ์ที่ได้จากแปลงจะเป็นอัตราส่วนระหว่างสัญญาณอินพุตกับแหล่งจ่ายที่เป็นไฟอ้างอิงของวงจร A/D โดยแรงดันที่ใช้จะอยู่ในช่วง 2.5-5 โวลต์เวลาที่ใช้ในการแปลงสัญญาณนั้นจะใช้จำนวนสัญญาณนาฬิกา 32 ลูกต่อหนึ่งครั้ง หรือที่เวลา 16 ไมโครวินาที ที่ความถี่ 8 เมกะเฮิรตซ์ ผลลัพธ์ที่อ่านเข้ามาได้แล้วจะถูกเก็บอยู่ในรีจิสเตอร์ ADR1 - ADR4 ดังในตารางที่ 5

TIMER

68HC11มีไทเมอร์ขนาด16 BIT ที่ทำงานในลักษณะรีรันนิ่ง คือจะทำการนับตั้งแต่ 0000H - FFFFH และกลับมาเริ่มต้นนับใหม่ โดยจะใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายในตัวซีพียู ไทเมอร์นี้จะนำไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เป็น ตัวเปรียบเทียบกับรีจิสเตอร์ไทเมอร์อินพุต และไทเมอร์เอาต์พุตรีจิสเตอร์ไทเมอร์อินพุต (INPUT CAPTURE) เป็นรีจิสเตอร์ที่อ่านได้อย่างเดียวมีทั้งหมด 3 ตัวถ้ามีสัญญาณลอจิก 0 ที่ขาอินพุตของแต่ละตัวหลังจากที่ได้ทำการโหลดค่าจากฟรีรันไทเมอร์แล้ว สามารถที่จะทำการอินเตอร์รัพต์ซีพียูได้ และยังสามารถนำค่าที่โหลดมา ใช้ในการวิเคราะห์คาบเวลาได้ว่าเป็นความถี่เท่าไร รีจิสเตอร์ไทเมอร์เอาต์พุต(OUTPUT COMPARE) เป็นรีจิสเตอร์ที่เขียนและอ่านได้มีทั้งหมด 5 ตัว อยู่ตำแหน่งตั้งแต่แอดเดรส 1016H-101FH เราสามารถเขียนค่าลงไปยังรีจิสเตอร์ไทเมอร์เอาต์พุต เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับฟรีรันไทเมอร์ เมื่อค่าทั้งสองเท่ากันจะทำการอิเตอร์รัพต์ MCU หรือจะทำการหารความถี่จากสัญญาณนาฬิกาไปยังเอาต์พุตได้ทั้ง 5 ตัว ซึ่งสามารถควบคุมโดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ TMSK1 และ TCTL1

REAL - TIME

เป็นวงจรส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นฐานเวลาให้กับโปรแกรม โดยสามารถโปรแกรมเลือกเวลาไปยังรีจิสเตอร์ PACTL ที่บิต RTRO และ RTR1 บิต RTIF ในรีจิสเตอร์ TFLG2 จะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้ทำการอิเตอร์รัพต์หรือไม่ ถ้าต้องการก็ควบคุมให้บิต RTIF มีเท่ากับ 1

PULSE ACCUMULATOR

68HC11 มีรีจิสเตอร์สำหรับนับพัลส์จากภายนอกขนาด 8 BIT โดยความถี่ที่สามารถนับได้สูงสุดจะเท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาภายในตัวซีพียูหารด้วย 64 ลักษณะของการนับจะเป็นการนับขึ้น และถ้านับจนเกินค่าของรีจิสเตอร์ แล้วจะทำการอินเตอร์รัพต์ซีพียูได้ โดยการเซ็ตที่ BIT PAOVI ของรีจิสเตอร์ TMSK2

SERIAL COMMUNICATION INTERFACE

พอร์ตอนุกรมของ 68HC11 มีลักษณะเหมือนกับพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทั่วไปการรับส่งข้อมูบเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์คือ สามารถรับส่งข้อมูลได้พร้อมกันในเวลาเดียวกันก่อนจะรับข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ จะต้องอ่านข้อมูบเดิมออกไปก่อน มิฉะนั้นข้อมูลที่ส่งมาใหม่จะมาทับข้อมูลเดิม แอดเดรสของรีจิสเตอร์อยู่ที่ตำแหน่ง 102FH การรับส่งข้อมูบสามารถที่จะกำหนดการรับส่งข้อมูลได้ว่าจะเป็นแบบ10 BIT หรือ 11 BIT แต่ลักษณะที่พิเศษของพอร์ตอนุกรมสำหรับ 68HC11

นี้คือ สามารถที่จะทำการตรวจสอบสัญญาณรบกวนได้ โดยความกว้างของสัญญาณรบกวนจะต้องไม่เกิน 1/16 ของอัตราความเร็วในการส่ง

SERIAL PERIPHERAL INTERFACE

นอกจากการติดต่อข้อมูลแบบพอร์ตอินพุต เอาต์พุต และอนุกรมแล้ว 68HC11 ยังมีการติดต่อแบบมัลติโปรเซสเซอร์ที่สามารถนำซีพียูมาต่อหลาย ๆ ตัวได้โดยมี MCU ตัวหนึ่งเป็นมาสเตอร์และมี MCU ตัวอื่น ๆ เป็นสเลฟจะใช้สัญญาณที่ขา SS, SCK, MISO, MOSI เป็นตัวติดต่อดังแสดงในรูปที่ 6 จากที่กล่าวมาทั้งหมด คงพอที่จะสามารถนำ 68HC11 ไปประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางด้วยความเร็วในการทำงานสูง และมีระบบป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ CONTROL BOARD โดย 68HC11

จากวงจรจะเห็นว่าประกอบด้วยส่วนหลัก คือ หน่วยประมวลผล,วงจร RESET,หน่วยความจำ,หน่วยสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม,และหน่วย INPUT และ OUTPUT PORT

-หน่วยประมวลผลจะใช้ MICROCONTROLLER เบอร์ 68HC11เป็นตัวประมวลผลพร้อมทั้งควบคุมส่วนต่างๆของวงจร โดยจะใช้ความถี่จาก CYSTAL ขนาด 8 MH_z ต่อเข้าที่ ขา XTAL และ EXTAL โดยต่อผ่าน C1,C2 ลง GND ส่วนขา IRQ,MODA,MODB,XIRQ ผ่าน R2 ถึง R5 เข้าที่ VCC ขา V_{RH},V_{RL} ต่อที่ VDD และ GND ตามลำดับ

-วงจร RESET จะประกอบด้วยสองส่วนคือ โดยส่วนแรกจะเป็นวงจร LOW VOLTAGE INTHIBIT(LVI) คือจะให้ระดับสัญญาณที่ ขา C ของ Q1 เป็น LOW หรือประมาณ 0 V เมื่อระดับแรงดันที่จ่ายให้กับ MCU น้อยกว่าระดับแรงดันต่ำสุดที่ MCU จะทำงานได้ โดยระดับแรงดันจะถูกควบคุมด้วย R7,R8,R9 และ Q3 ส่วนอีกวงจรจะเป็นวงจร POWER ON RESETคือเมื่อป้อนไฟเข้าวงจรจะทำให้ขา C ของ Q1 เป็นระดับ LOW อยู่ช่วงเวลาหนึ่ง โดยช่วงเวลานี้จะถูกกำหนดได้โดยค่า R15 และ C7 นอกจากนั้นเราสามารถทำการ RESET ได้ทุกสภาวะโดยกดที่ SW1

-หน่วยความจำ จะใช้ IC 4 ทำการ DECODE ตำแหน่งของหน่วยความจำโดยหน่วยความจำ ROM ซึ่งมีขนาด 8 KBYTE ที่ตำแหน่ง E000H ถึง FFFFH และหน่วยความจำ RAM ขนาด 8 KBYTE ที่ตำแหน่ง 2000H ถึง 3FFFH คือ IC7 และ IC6 ตามลำดับส่วนสัญญาน R/W ที่ออกจากขา R/W ของ MCU จะถูก LATCH ตำแหน่ง ADDRESS BYTE ต่ำ คือจาก A0 - A7 เพราะที่ขาของ MCU นี้ จะเป็น MULTIPLEXED กัน ระหว่าง DATA และ ADDRESS

-หน่วยสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งในส่วนนี้จะอยู่ภายใน MCU แล้วส่วน IC3 จะเปลี่ยนสัญญาน 0V ถึง 5V เป็นสัญญาน -12V ถึง +12V ตามมาตรฐาน RS232

-หน่วย INPUT และ OUTPUT PORT ได้แก่ IC11 ที่จะทำเป็น INPUT และ OUTPUT PORT โดยขึ้นกับ PROGRAM ส่วน ADDRESS ของ PORT จะถูก DECODE ด้วย IC9, IC10 ที่ ADDRESS 8FF0H ถึง 8FF3H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V TO I CONVERTER CIRCUIT

เนื่องจากการส่งสัญญาณเป็นแรงดันมีปัญหาเกิดขึ้นมากมาย ซึ่งทำให้เกิด %ERROR ขึ้นได้ กระแสนั้นมีบทบาทสำคัญมากในการส่งสัญญาณเป็นแบบ LOOP การเปลี่ยนสัญญาณเป็นกระแส และการส่งสัญญาณไปยังโหลด นั้น จะไม่มีการสูญเสียของสัญญาณ เนื่องจากค่าความต้านทานของสายไฟ หรือจุดต่อที่ไม่ดีในการส่งสัญญาณให้กับกระบวนการมาตราฐานที่ใช้ในการส่งสัญญาณคือถ้าเป็นความดัน จะมีค่า 3-15 PSI ,แรงดันไฟฟ้าใช้ 1-5 VOLT และถ้าเป็นกระแส จะใช้ 4-20 mA ในการส่งสัญญาณ 0-100 % สาเหตุที่ 0% สัญญาณที่ส่งมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั้นเพราะว่าจะได้ทำให้ทราบว่ามีสัญญาณควบคุมอยู่หรือไม่โดยแสดงค่า3 PSI,1 VOLT และ 4 mA ให้เราได้ทราบ การเลือกวงจร V TO I จะขึ้นอยู่กับคาความต้องทานของโหลด และการต่อกราวด์ของ โหลดแบบ FLOATION LOAD จะช่วยลดสัญญานรบกวนและอีกแบบหนึ่งคือ GROUND LOAD ซึ่งก็เหมาะกับการใช้ในการขับสัญญาณเพราะ ส่วนแสดงผลและอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่ใช้ในการควบคุมส่วนใหญ่จะออกกแบบมาในลักษณะเดียวกับแบบ GROUND LOAD

วงจรอย่างง่ายสำหรับ V/I ดังแสดงในรูป ซึ่งเป็น NON INVERTING AMPLIFIER CIRCUIT การส่งสัญญาณและการควบคุม LOAD นี้ได้จากสัญญาณที่ขับจากส่วนป้อนกลับแบบลบซึ่งเราสามารถวิเคราะห์วงจรง่าย ๆ คือ OP-AMP เป็นตัวทำหน้าที่ต่อครบ LOOP และแรงดันที่ขา NON INVERTING จะปรากฏที่ขา NON INVERING ด้วย แต่แรงดันนี้จะตกคร่อมความต้านทานอยู่ ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่าน R คือ I

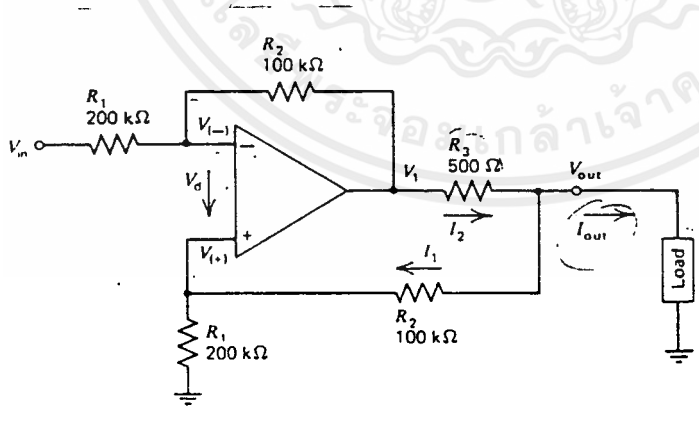


Figure 10.21 Voltage-controlled current source.

วงจรการเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันง่าย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

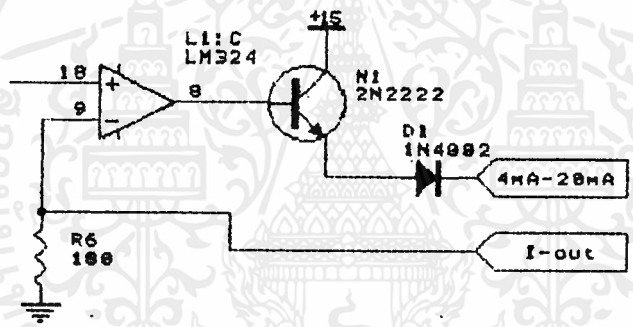
$$I = e_{in}/R$$

มีข้อพิจารณาหลายข้อที่ต้องพิจารณาในการใช้วงจร V/I แบบ โหลดลอย ดังวงจรในรูป

- ค่าความต้านทานในรูปที่ใช้ในการส่ง($R_{loop} = R_{wire} + R_{load}$) จะไม่มีผลต่อกระแสในการส่ง แต่แรงดันเอาท์พุทจะขึ้นอยู่กับ R_{loop}

$$V_{out} = (I+R_{loop}/R)Ein < Vsat$$

โดยต้องพยายามทำให้ R_{loop} มีค่ามากเกินไป จนทำให้เกิดการ saturation ได้ Op-amp ต้องสามารถจ่ายกระแสได้เพียงพอตามความต้องการ เพราะมีการส่งสัญญาณอยู่หลายมาตราฐานที่ต้องใช้กระแส 20-60 mA ซึ่ง OP-AMP ทั่วไปไม่สามารถจ่ายได้จึงต้องใช้ TRANSISTOR ช่วยดังรูป



วงจร V/I แบบมีตัวขับกระแส

เนื่องจาก Transistor อยู่ใน LOOP การป้อนกลับแบบลบ OP-AMP จึงสามารถทำการชดเชย TRANSISTOR ในเรื่องการ BIAS, การ OFFSET & NON-LINEARITY ถ้าสัญญาณต้องเปลี่ยนไปถึงช่วงล่าง ซึ่งมีกระแสไหลกลับทิศทางเราต้องใส่ Q2 (PNP) ซึ่งเป็น COMPLEMENT ของQ1 สำหรับจ่ายกระแสช่วงลบกระแสจากโหลด ต้องไหลกลับมาตามที่สายที่ต่อกลับ OP-AMP เพราะวงจรไม่สามารถขับกระแสต่อลงกราวน์ได้เลย ซึ่งเป็นสัญญาณที่ต้องใช้สาย 2 เส้นในการทำงานของวงจรซึ่งกระแสที่ไหลในสายทั้งสองมีทิศทางตรงกันข้ามกันเราสามารถใช้ความแตกต่างหรือวงจรขยายของเครื่องมือวัดที่โหลด เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่สายสัญญาณทั้ง 2 เส้นระหว่างการส่งสัญญาณควบคุม

-ห้ามทำการเปิดโหลด เพราะถ้าถอดโหลดออกจะทำให้มีการป้อนกลับแบบลบซึ่งจะส่งผลให้ OP-AMP เกิดการ SATURATION โดยเราสามารถป้องกันได้โดยการ SHOT OUTPUT ซึ่งจะทำให้วงจรมีการทำงานเหมือน วงจรตามแรงดันสัญญาณกระแสก็จะไม่มีผลต่อวงจรNON-INVERTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นตัวป้องกันแหล่งจ่ายแรงดันอินพุทถูกโหลดดึงกระแส เราสามารถสร้าง วงจร I to vโดยใช้วงจรขยายแบบ INVERTING ได้

จากวงจรในรูป ปัญหาที่จะเกิดขึ้นอีกอย่างหนึ่งก็คือเมื่อ

$e_{in}=0$

$I_1=0$

ในลักษณะเดียวกันถ้าเปิดโหลดหรือการส่งสัญญาณของ อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์เกิดการผิดพลาดก็จะทำให้เกิดการผิดพลาดก็จะทำให้เกิด $I_1=0$ เช่น

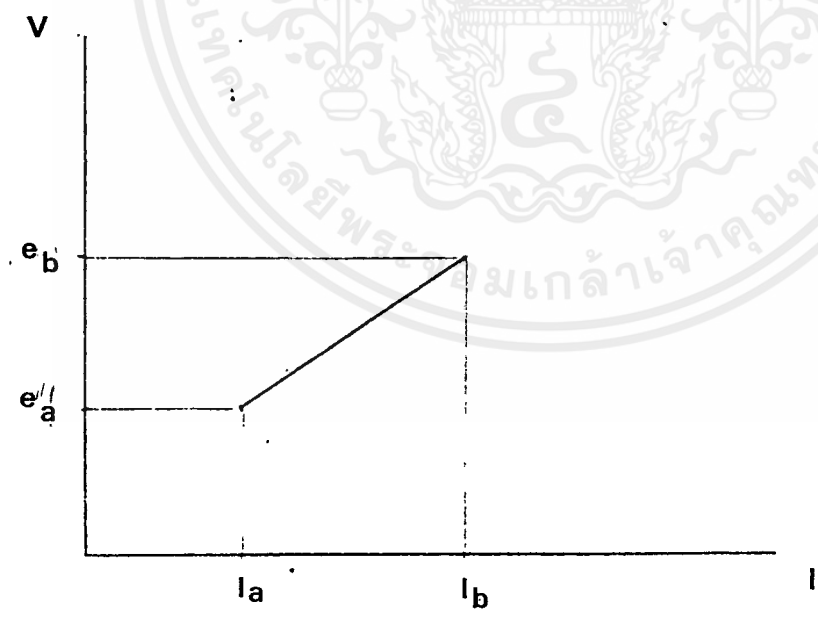
กระแสจะตกลงเป็นศูนย์เมื่อ$E_{in}=0$

เราสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการปรับ OFFSET ให้

$$e_{in} = 0 \text{ หรือ } e_{in} = \text{MINIMUM}$$

$$I_1 = I_{(o)>>o}$$

แรงดันอินพุทที่มีค่าแรงดันเกือนเป็นศูนย์ จะทำให้กระแสในลูปมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ วงจร OFF SETจะทำให้กระแสในลูปที่มีค่ามากหรือเท่ากันมีค่าเท่ากับ I(o) ถ้าวงจรเกิดการผิดพลาด



วงจรและเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของ V/I CONVERTER

วงจร V/I ที่มี OFFSET ดังแสดงในรูป โดยใช้วงจรขยาย NON - INVERTING แบบมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUMMINGแทนในวงจรรูป กระแสเอาท์พุทจะเปลี่ยนตามแรงดันอินพุท(e_{in}) และ แรงดันอ้างอิง (e_{ref})ค่าความต้านทานสองตัวจะป้องกันการโหลดของแหล่งจ่ายของแรงดันตัวอื่น

เส้นกราฟดังแสดงในรูป มีความเป็นเชิงเส้นดีตลอดย่าน ที่อยู่ในควอทแดนท์ที่กำหนดโดยให้อินพุท $e_{(A)}$ควบคุมเอาท์พุท $I_{(A)}$และอินพุท $e_{(B)}$ ควบคุมเอาท์พุท $I_{(B)}$

โดยเราสามารถหาค่าต่าง ๆ ในวงจรได้จาก

$$R=\frac{e(B)-e(A)}{2[I_{(B)}-I_{(A)}]} \quad \text{และ}$$

$$E=2RI(B)-e(B)$$

เราสามารถแก้สมการได้ตามนี้ เพราะว่า OP-AMP มีการป้อนกลับแบบลบ

$$v_x=v_r$$

$$I_1=v_x/r$$

ผลรวมของลูปจาก e_{in}ถึง e_{ref} ถ้าเราไม่พิจารณา R IO กิโลโอห์ม เมื่อทำการเปรียบเทียบ

$$e_{in}-I_{in}(IM)-I_{in}(IM)-e_{ref}=0$$

หาค่า I_{in} ได้จาก

$$I_{in}=(e_{in}-e_{ref})/2M$$

ผลรวมของลูปจาก e_{in} ถึง v_x ได้ดังนี้

$$e_{in}-I_{in}(1M)-v_x=0$$

$$v_x=e_{in}-(e_{in}-e_{ref})*1M/2M$$

$$=(e_{in}+e_{ref})/2$$

จากสมการด้านบนเราจะได้ว่า

$$I_L=(e_{in}-e_{ref})/2R$$

และที่จุด A เราจะได้

$$I_a=(e_a+e_{ref})/2R$$

และที่จุด B เราจะได้

$$I_b=(e_b+e_{ref})/2R$$

จากสมการที่จุดทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$2R * I_a = e_a + e_{ref}$$

$$2R * I_b = e_a + e_{ref}$$

หาค่าRได้โดยการทำให้ค่า e_{ref} หมดไป

$$2R\,(I_a - I_b) = e_b - e_a$$

หรือ

$$R = \frac{(e_b - e_a)}{2\{I[B] - I(A)\}}$$

เราสามารถหาค่า e_{ref} ได้จาก

$$e_{ref} = 2RI(B) - e(B)$$

เราสามารถคำนวณหาค่า R และค่า e_{ref} ของวงจรได้เมื่อกำหนดค่าตัวแปรดังนี้

$e(A) = 0$ V. $\quad I(A) = 4$ mA

$e(B) = 5$ V. $\quad I(B) = 20$ mA

$$R = \frac{e(B) - e(A)}{2\{I(B) - I(A)\}}$$

$$= \frac{5V - OV}{2\{20\ mA - 4\ mA\}}$$

ดังนั้นเราจะได้ค่าความต้านทาน

$$R = 156.25 \text{ โอห์ม}$$

จากค่า R เราสามารถนำมาหาค่า e_{ref} ได้ดังนี้

$$e_{ref} = 2RI(B) - e(B)$$

$$= 2(156.25 \text{ โอห์ม})(20 \text{ mA}) - 5 \text{ VOLT}$$

$$= 1.25 \text{ VOLT}$$

ในการปรับแต่งวงจร v/i ขั้นแรก เราต้องทำการปรับค่า R เพื่อทำการปรับย่านการวัดให้มีขนาดความต้องการ และปรับค่า e_{ref} เพื่อตั้งค่า ZERO ให้กับวงจรด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/V CONVERTER

ในการใช้การส่งสัญญาณแบบกระแสนั้นเราจะต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณกระแสกลับมาเป็นสัญญาณแรงดันซึ่งเราสามารถทำได้ง่ายๆโดยการใช้ความต้านทานมาต่อกับOP-AMPสำหรับโหลดที่ใช้ GROUND เป็นจุดอ้างอิงดังที่

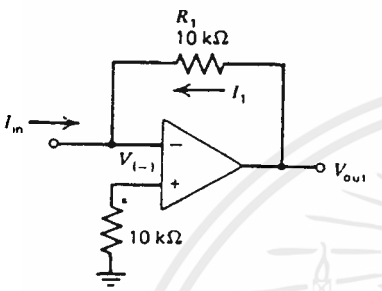


Figure 10.22 Current-to-voltage converter.

I/V CIRCUIT แบบใช้กราวน์อ้างอิง

กระแสที่ใช้ในการส่งสัญญาณจะถูกเปลี่ยนเป็น สัญญาณแรงดันโดย R_1 ซึ่งก็ยังใช้งานได้ไม่ดีเท่าที่ควรเพราะไม่สามารถปรับค่า SPAN & ZERO ได้เพื่อที่ปรับค่าทั้งสองได้จึงต้องต่อ U2 & U3เข้าไปไว้ในวงจรส่วนวงจรตามแรงดัน U1จะทำหน้าที่เป็นตัวกันระหว่าง R_1 & R_1วงจรนี้มีปัญหามากมาย ซึ่งต้องมีกราวท์สำหรับกระแสไหลกลับของระหว่างตัวส่งกับตัวรับสัญญาณ ค่าความต้านทานในสายที่ใช้ในการส่งจะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมในสาย ถึงแม้จะมีการปรับแต่ง ค่าแล้วก็ตามความแตกต่างของค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นระหว่างวงจรอิเลคทรอนิคส์ต้องการสภาวะแรงดันจากโหลดลอย

การส่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแรงดันโดย R_{SPAN} ,OPAMP U1, RI , RF จากวงจรขยายความแตกต่าง ซึ่งมี R_{SPAN} เป็นตัวกันให้กับแรงดันที่ตกคร่อมอยู่ที่ถูกขยายด้วย Rf/Ri และต้องมีกราวด์อ้างอิงให้กับเอาท์พุทด้วยในการห้องกันความผิดพลาดกับโหลดต้องใช้ค่า Ri >> R_{SPAN}

การปรับ OFFSET ให้เป็นศูนย์สามารถปรับได้โดยใช้ R_{POT} และ U2 เอาท์พุท U1 จะขึ้นอยู่กับกระแส I,R_{SPAN} ของโหลดลอย อัตราขยายของ Rf/Ri และแรงดัน OFFSET 0 ของV_x

$$V_{OUT} = (Rf/Ri)IR_{SPAN} + V_x \quad (A)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V(a) = (Rf/Ri)I(a)R_{SPAN} + V_x \quad (B)$$

ที่จุด b.

$$V(b) = (Rf/Ri)I(b)R_{SPAN} + V_x \quad (C)$$

(B) - (C) :

$$V(a) - V(a) = (Rf/Ri)I(b)R_{SPAN} - (Rf/Ri)I(a)R_{SPAN}$$

$$= (Rf/RI)R_{SPAN}(I(b)-I(a)) \quad (D)$$

ดังนั้น

$$R_{SPAN} = (V(b)-V(a))/(Rf/Ri)R_{SPAN}(I(b)-I(A)) \quad (E)$$

จากสมการ (b)

$$V_x = V(a)-(Rf/Ri)I(a)R_{SPAN} \quad (F)$$

ซึ่งเราสามารถคำนวนหาค่า R_{SPAN} กับ V_x ได้ดังนี้ จากรูปที่

$I(a) = 4$ mA $\quad V(a) = 0$ V.

$I(b) = 20$ mA $\quad V(b) = 5$ V.

เราเลือกใช้ $Rf/Ri = 10$ คำนวนค่า R_{SPAN} ได้จากสมการ

$$R_{SPAN} = \frac{5 \text{ V} - 0 \text{ V}}{(10)(20 \text{ mA} - 4 \text{ mA})} = 31.25 \text{ โอห์ม}$$

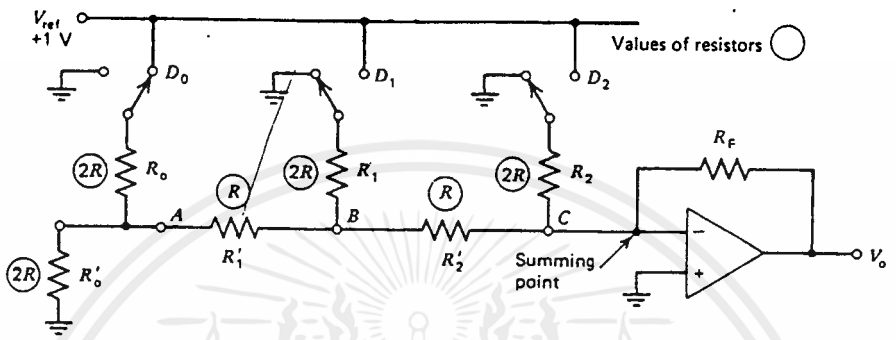
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกใช้ R-TRIMPOT ขนาด 100 โอมห์ ในการปรับค่า R_{SPAN} และเมื่อให้ค่า

โดยกำหนด Ri >> R กิโลโอมห์

หลักการของ D/A แบบง่าย ๆ คือ หลักการความต้านทานลองค่า โดยใช้ค่าความต้านทานเป็นอัตราส่วนทำให้คำนวณได้ง่ายขึ้น

410 LINEAR INTEGRATED CIRCUITS

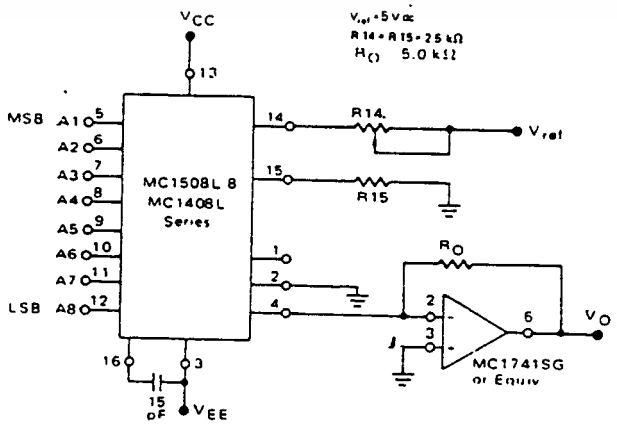


ในโครงงานนี้ใช้วงจร D/A ขนาด 8bit คือ MC 1408 ซึ่งมีผังแสดงการทำงานในรูปที่

แสดงผังการทำงานของ MC1408

ใน 1408 R/2R LADDER แบ่งกระแสที่ได้จาก ภาคขยายเป็น 8 ระดับ ขึ้นอยู่กับค่าของเลขฐานสอง TRANSISTOR แบบ BIPOIAR จะสวิทช์ให้กระแสที่ได้สอดคล้องกับอินพุท A1 ถึง A8 การเรียงจากบิท MSB ถึง LSB จะกลับกันกับวงจรนับทั่ว ๆ ไป MC1408 มีกระแสเอาท์พุทที่สามารถเปลี่ยนเป็นแรงดันสามารถคำนวณได้โดย

$$V_{OUT} = V_{REF}/R_{14} * R_0(A_1/2 + A_2/4 + A_3/8 + A_4/16 + A_5/32$$
$$A_6/64 + A_7/128 + A_8/256)$$



แสดงการต่อใช้งาน D/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะคุณสมบัติของ D/A

ความละเอียดซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนบิททางด้านอินพุท เช่น วงจรเปลี่ยนสัญญาณขนาด 8 บิท มีระดับเอาท์พุทอยู่ 256 ระดับดังนั้น ความละเอียดคือ 1 ใน 256 ความละเอียดบางครั้งจะคิด% คือ 1/256 มีค่าเท่ากับ0.39%ความถูกต้อง เป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างเอาท์พุทและเอาท์พุททีปรากฏ โดยคิดที่เต็มสเกล ถ้าวงจรเปลี่ยนสัญญาณมีเอาท์พุทเต็มสเกล 5volt มีค่าความถูกต้อง + 0.19%ดังนั้นความผิดพลาดสูงสุดคือ 0.0019*5volt หรือ 9.5 mv ในทฤษฎีแล้ว ความถูกต้องของวงจร D/A ไม่ควรต่ำกว่า+1/2ของค่าที่ LSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองนี้เป็นการนำเอาเครื่องควบคุมที่ได้ออกแบบ มาต่อทดลองใช้กับขบวนการจำลอง ซึ่งเป็นลักษณะแบบ 1 ลูปหรือ 1 ขบวนการ

การทำงานของขบวนการจำลอง

ในการทดลองนี้เป็นการควบคุมระดับของของเหลว โดยจะทำการวัดระดับของเหลวในกระบอกแก้วแล้วส่งสัญญาณเอาท์พุทเป็นความดันลม 3 ถึง 15 psig ไปยังหน่วยเปลี่ยนสัญญาณความดันลมเป็นสัญญาณไฟตรง สัญญาณนี้จะเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นสัดส่วนกับระดับของของเหลว โดยเรียกสัญญาณนี้ว่า ค่าตัวแปรขบวนการ(PROCESS VARIABLE : PV)ค่าตัวแปรนี้จะถูกส่งไปที่หน่วยควบคุมเพื่อทำการประมวลผลเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ (SET POINT : SP) การประมวลผลนี้จะเป็นลักษณะแบบ PID โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลเรียกว่าค่าตัวแปรจัดการ(Manipulated Variable : MV) ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอล ค่าตัวแปรนี้จะมีหน้าที่ควบคุมกระบวนการให้มีค่าตามที่กำหนดไว้ จะถูกส่งไปแปลงเป็นสัญญาณกระแสไฟตรง แล้วจึงถูกส่งเข้าหน่วยแปลงสัญญาณกระแสไฟตรงเป็นสัญญาณความดันลม จากนั้นจึงส่งออกไปเป็นสัญญาณอินพุทให้กับวาล์วควบคุม โดยวาล์วควบคุมนี้จะทำหน้าที่ควบคุมระดับของของเหลวตามค่าตัวแปรจัดการ ที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก เพื่อให้ระดับของของเหลวเป็นไปตามค่าที่ต้องการ

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ทำการปรับเทียบ (Calibrate) อุปกรณ์ทุกๆหน่วยให้ได้ค่าตามมาตรฐานที่กำหนดไว้
2. ต่ออุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเข้ากับกระบวนการจำลอง
3. เริ่มขบวนการควบคุม โดยการเซ็ตค่าพารามิเตอร์ต่างๆเช่น SP KP KI Kd จากการป้อนค่าเริ่มแรกจากคีย์บอร์ดที่ตัวคอนโทรลเลอร์ หรือป้อนทาง PC ก็ได้ เมื่อป้อนพารามิเตอร์ต่างๆเรียบร้อยแล้ว กำหนดให้อยู่ในโหมดออโตเมตริกและสังเกตการเปลี่ยนแปลงของขบวนการ ว่าระดับของเหลวมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าที่ตั้งไว้หรือไม่
4. ทดลองเปลี่ยนค่า SP หลังจากเลือกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สังเกตดูว่าคอนโทรลเลอร์สามารถควบคุมขบวนการได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้แสดงว่าพารามิเตอร์ที่เลือกไว้ยังไม่ถูกต้อง ให้เลือกค่าพารามิเตอร์ใหม่
5. ทดลองเปลี่ยนแปลงโหลดเพื่อทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นในขบวนการ แล้วสังเกตดูว่ายังสามารถควบคุมขบวนการได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลจากการทดลอง ในการควบคุมขบวนการจำลองปรากฏว่าสามารถควบคุมได้เป็นอย่างดี รูปต่างๆต่อไปนี้จะแสดงถึงผลที่ได้จากการทดลองคือ

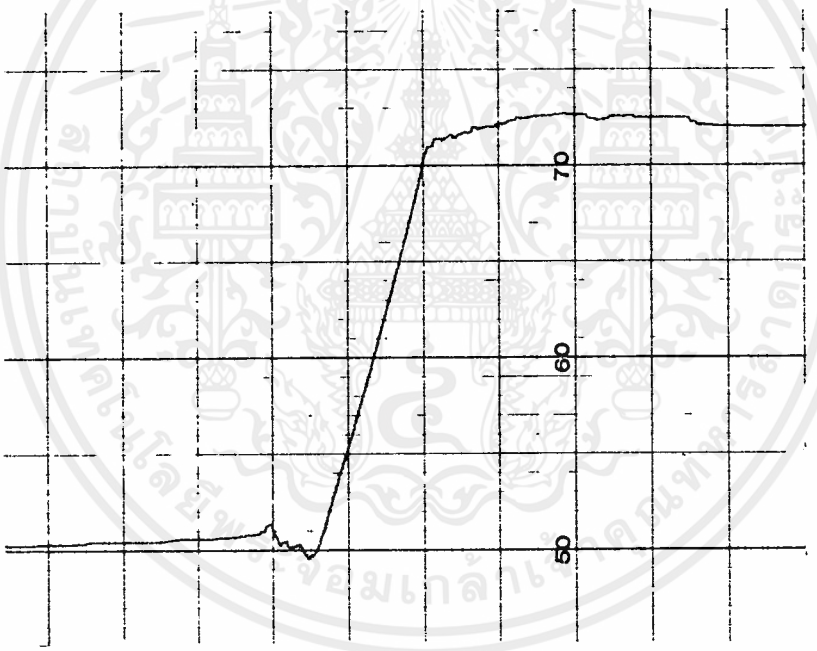
รูปที่ 3.1 แสดงถึงกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของ SP และค่าพารามิเตอร์ของหน่วยควบคุมหลักถูกเลือกไว้อย่างเหมาะสม ดังนี้

SP = 50 %

KP = 2.5

KI = 1.0 sec

Kd = 0.04 sec



รูปที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรกระบวนการ เมื่อ SV เปลี่ยนแปลงโดยที่ค่าพารามิเตอร์ของหน่วยควบคุมหลักถูกกำหนดไว้อย่างเหมาะสม

รูป 3.2 แสดงถึงกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของ SV แต่ค่าพารามิเตอร์ของหน่วยควบคุมถูกกำหนดไว้อย่างไม่เหมาะสม และค่าพารามิเตอร์ของหน่วยควบคุมหลักถูกเลือกไว้ ดังนี้

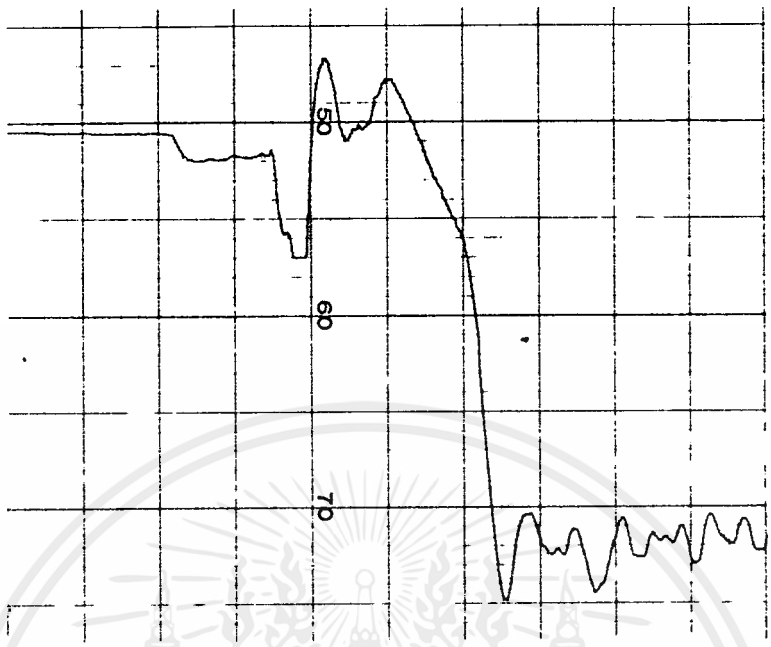
SP = 25 %

KP = 15.0

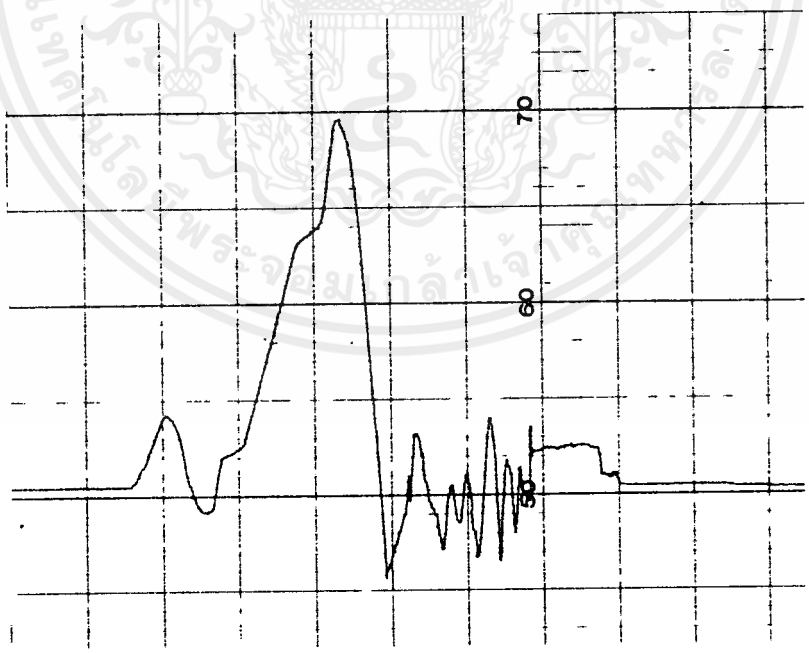
KI = 2.5 sec

Kd = 0.5 sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรกระบวนการ เมื่อ SV เปลี่ยนแปลงโดยที่ค่าพารามิเตอร์ของหน่วยควบคุมหลักถูกกำหนดไว้ไม่อย่างเหมาะสม



รูปที่ 3.3 การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรกระบวนการเมื่อเกิดสัญญาณรบกวนโดยค่าพารามิเตอร์ของหน่วยควบคุมหลักถูกเลือกไว้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

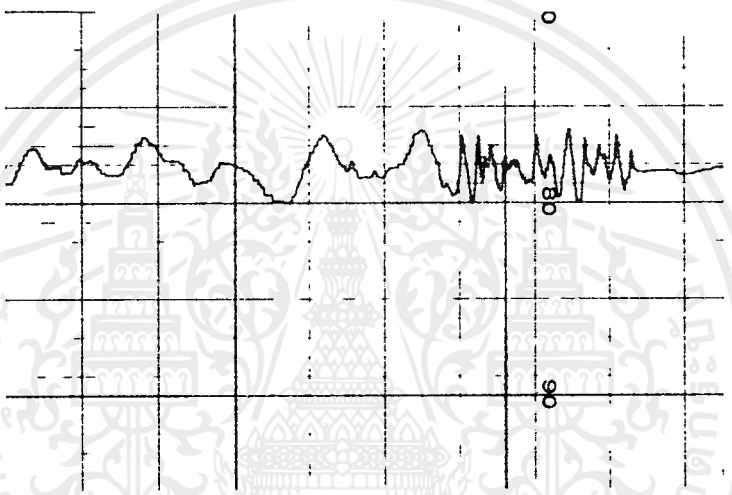
รูปที่ 3.3 แสดงถึงกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรกระบวนการเมื่อเกิดสัญญาณรบกวนและค่าพารามิเตอร์ของหน่วยควบคุมหลักถูกเลือกไว้อย่างเหมาะสม ดังนี้

SP = 50 %

KP = 2.5

KI = 1.0 sec

Kd = 0.04 sec



รูปที่ 3.4 การเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรกระบวนการเมื่อเกิดสัญญาณรบกวนโดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของหน่วยควบคุมไม่เหมาะสม

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการทดลองหน่วยควบคุมกับกระบวนการจำลองปรากฏว่า สามารถควบคุมกระบวนการได้ดี โดยเราสามารถใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือใส่ค่าที่ตัวเครื่องได้โดยตรง

ช่วงของค่าพารามิเตอร์

- Sampling Time (Dt)	= 1 - 999	milisec
- Proportional Gain (KP)	= 0 - 255.99	
- Integral Time (KI)	= 0 - 255.99	sec
- Derivative Time (Kd)	= 0 - 255.99	sec
- Initial Error (DCO)	= 0 - 100	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุป

เนื่องจากโครงงานนี้ เป็นการนำเอา ไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ 68HC11A1 และไมโครคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้งานทางอุตสาหกรรม โดยใช้เป็นหน่วยการรับส่งข้อมูลและ เป็นหน่วยประมวลผล โดยการควบคุมจะเป็นลักษณะแบบ PID CONTROL และยังสามารถเปลี่ยนแปลงค่า PARAMETERS ต่างๆของการควบคุมได้ โดยการเปลี่ยนค่าจาก ไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีส่วน SOFT WARE ช่วยในการสนับสนุน ในส่วนของการรับค่าและป้อนค่าจากคีย์บอร์ด

สำหรับการทดลองนี้ ได้นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 68HC11 เป็นหน่วยควบคุมหลัก ซึ่งจะทำการติดต่อกันระหว่าง HARD WARE ต่างๆในส่วน DIGITAL ให้มีการทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างมีประสิทธิภาพ และจากการทดลองในส่วนนี้ ได้ผลเป็นที่หน้าพอใจ

ในส่วนของการรับส่ง INPUT และ OUTPUT หรือในส่วน ANALOG ซึ่งออกแบบเพื่อรับค่าและส่งค่าในรูปแบบของ VOLTAGE และ CURRENT ซึ่งในส่วนนี้ได้ทดลองแล้วได้ผลเป็นที่หน้าพอใจ

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลองครั้งนี้ จะแบ่งเป็น 2 ข้อด้วยกันคือ

1. ในส่วนของหน่วยควบคุมหลัก
2. ในส่วนของหน่วยรับ-ส่ง INPUT และ OUTPUT

ในส่วนของหน่วยควบคุมหลัก ปัญหาจะอยู่ที่ แหล่งจ่ายแรงดัน DC ต้องมีเสถียรภาพดีคือหมายถึง RIPPLE จะต้องมีให้น้อยที่สุดและกระแสต้องมีเพียงพอสำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆเนื่องจากปัญหาเหล่านี้เป็นตัวแปรสำคัญที่จะทำให้ วงจรหน่วยควบคุมหลักสามารถ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีเสถียรภาพที่สุด

ในส่วนของหน่วยรับส่ง INPUT และ OUTPUT ปัญหาอยู่ที่ความไม่เป็นเชิงเส้นของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบกัน ทำให้เสถียรภาพของวงจรไม่ดีเพียงพอ ในการปรับแต่งวงจรนั้นเราจึงต้องทำการปรับแต่งหลายๆครั้ง เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและมีเสถียรภาพจนเป็นที่หน้าพอใจและสามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อ.วิทยา ทิพย์สุวรรณพร , อ.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ ,อ.ภากร หุตะสังกาศ และ อ.ธนิตย์ ตรีสุวรรณ อย่างสูง ที่ได้ให้การประสิทธ์ประสาทวิชา ให้คำแนะนำปรึกษาในเรื่องต่างๆ แก่คณะผู้จัดทำ และขอขอบคุณ พยุงศักดิ์ ใจคำ คุณธีรพล ปวิตรปก และ คุณนิพนธ์ วัฒนาพูนชัย ตลอดจนเพื่อนๆทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือคำแนะนำต่างๆ และ กำลังใจแก่พวกเรา ตั้งแต่ต้นตลอดมา ในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. JOHN B. PEATMAN "DISIGN WITH MICROCONTROLLERS" SINGAPORE,McGRAW - HILL,1988

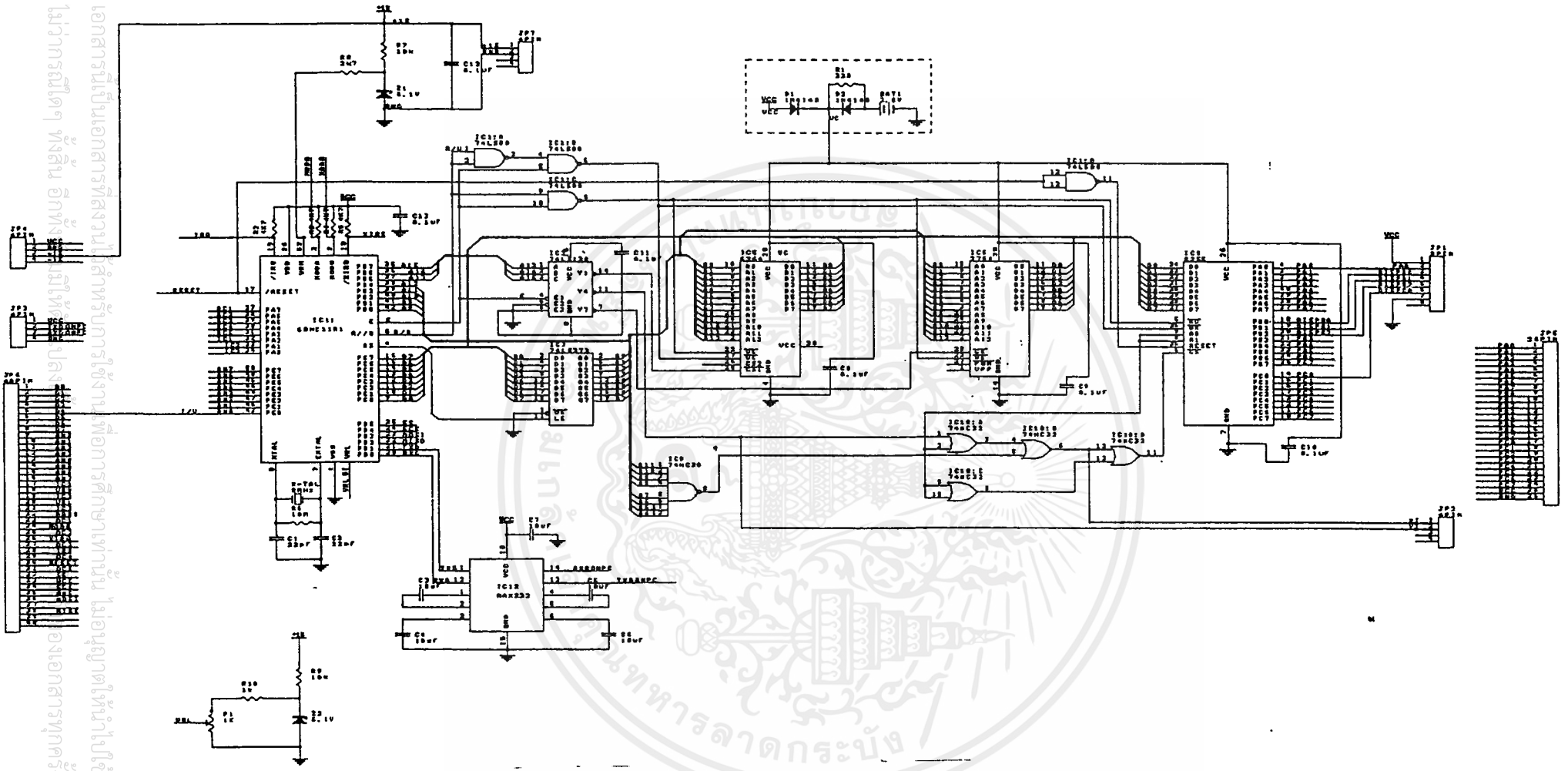
2. MOTOROLA HANDBOOK, "MC68HC11A1 TECHNICAL DATA" ,MOTOROLA INC..,1991

3. NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION "LINEAR DATABOOK 1,2 " NATIONAL SEMI CONDUCTOR CORP,1987

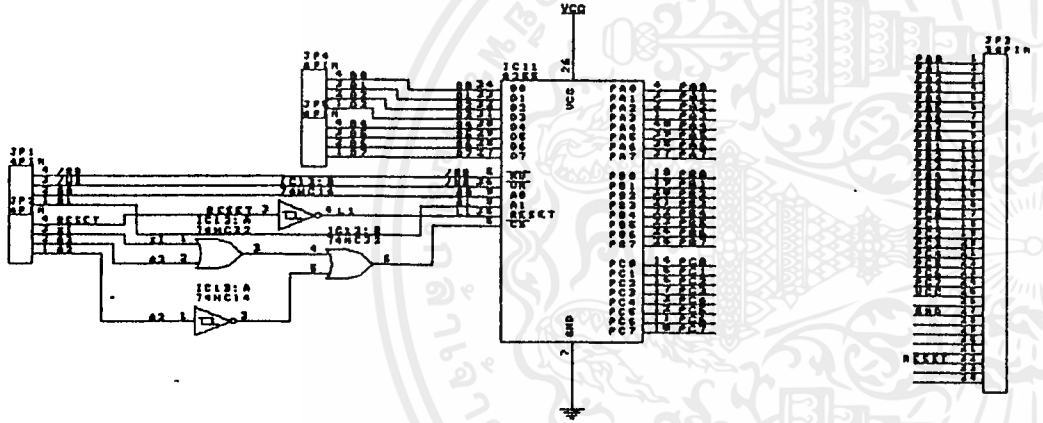
4. UNIVERSAL CROSS-ASSEMBLERS "CROSS-32 META - ASSEMBLER USER'S GUIDE" UNIVERSAL CROSS - ASSEMBLERS BEDFORD, NOVA SCOTIA CANADA,1988

5. BEN EZZELL "GRAPHICS PROGRAMMING IN TURBO C++" ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY,INC.,1990

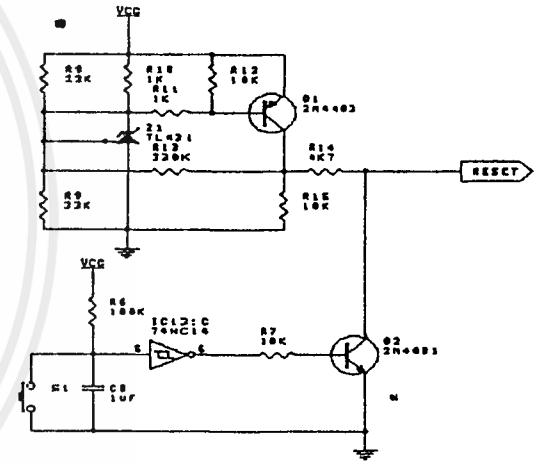
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรควบคุมหลัก

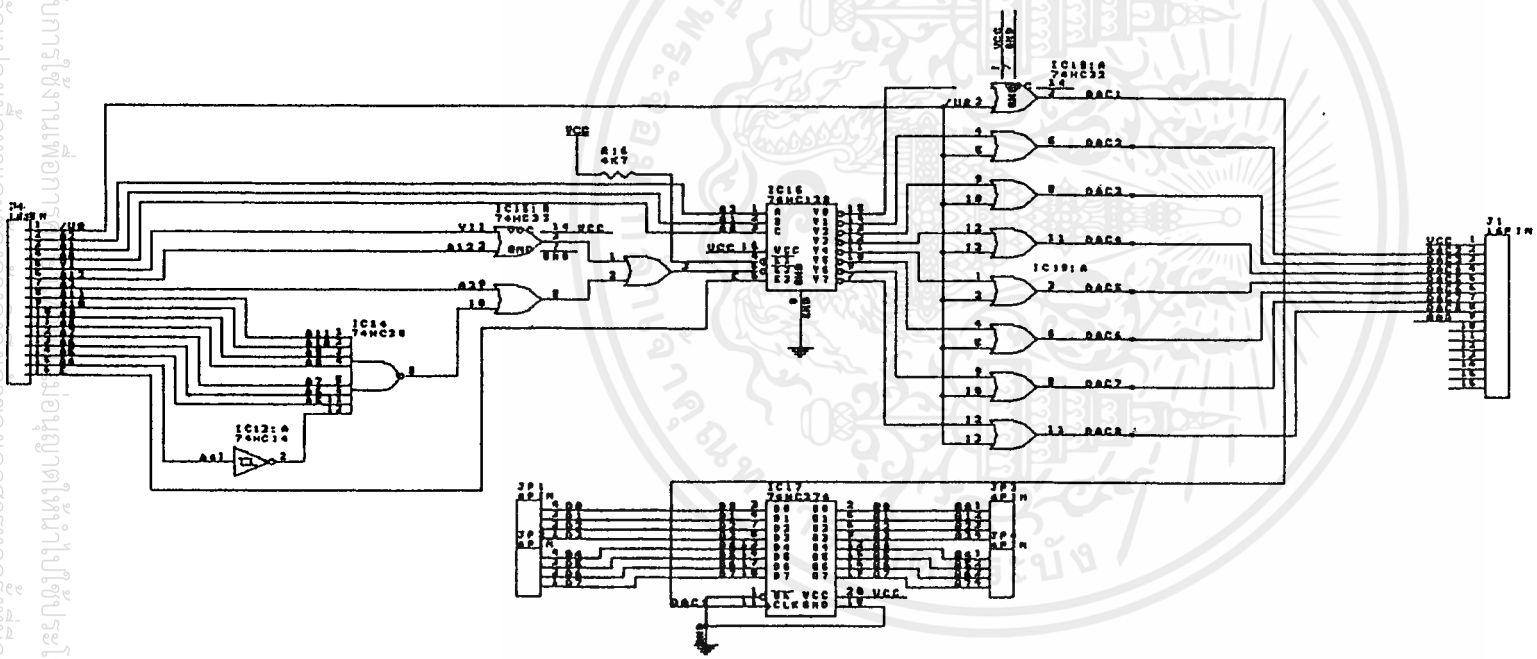


วงจรควบคุม KEYBOARD

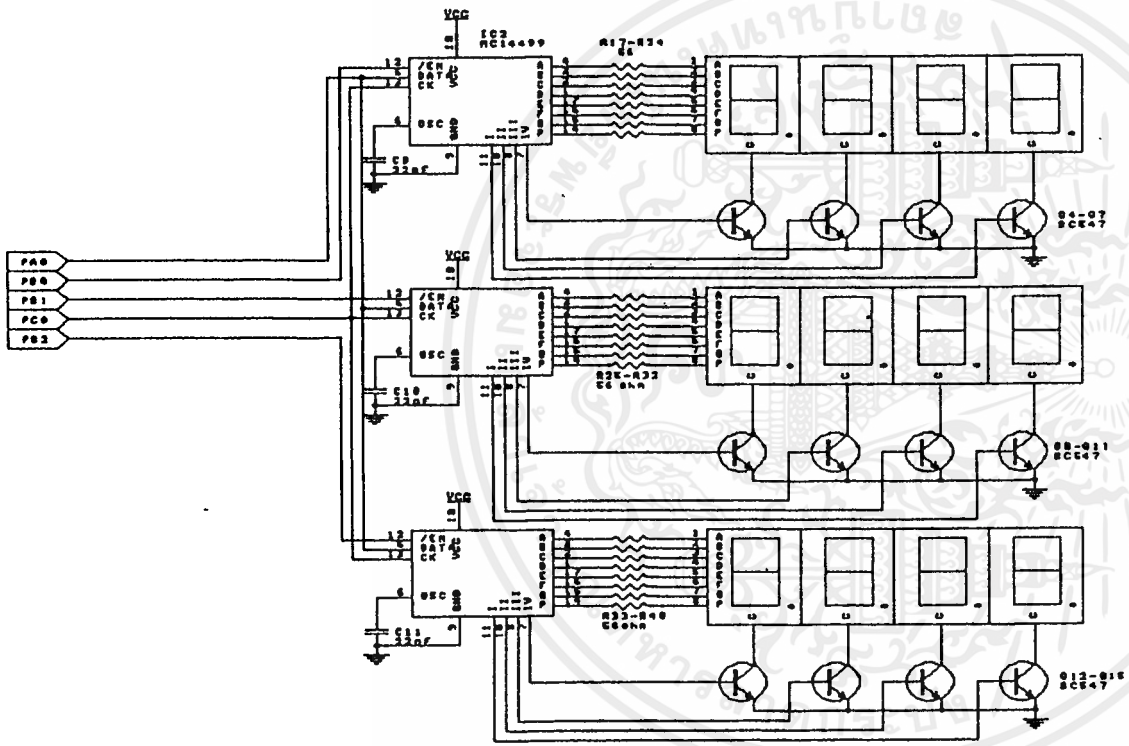


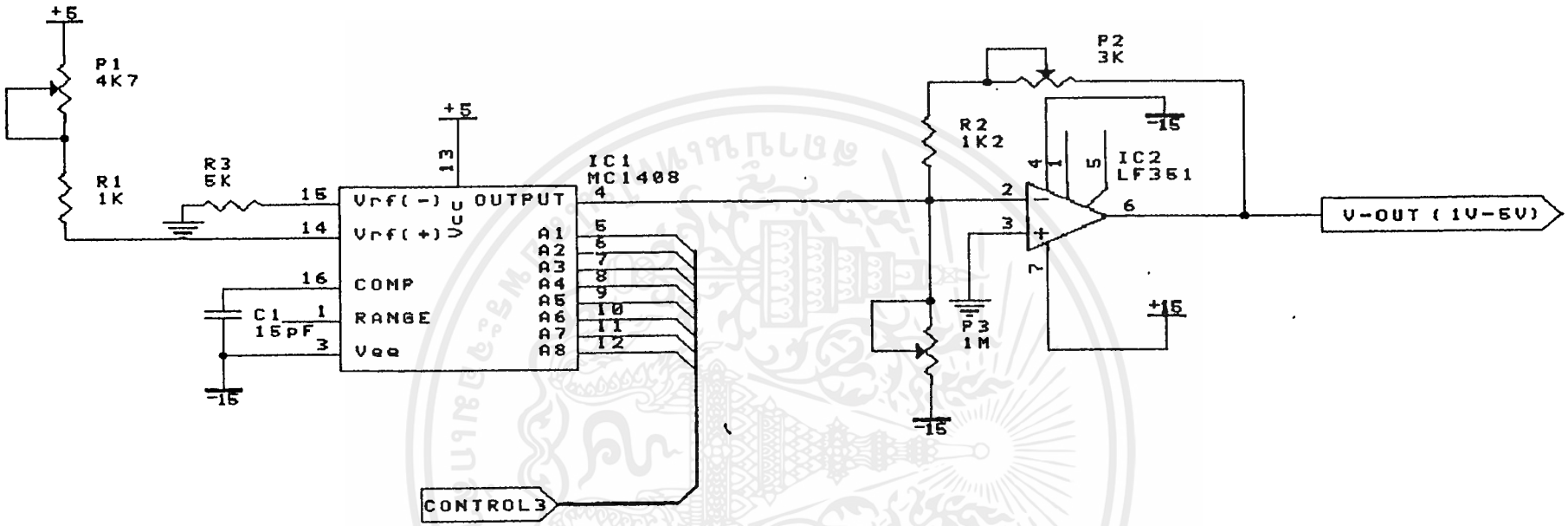
วงจร RESET

วงจรส่วนส่งค่าในการคำนวณไปยัง D TO A

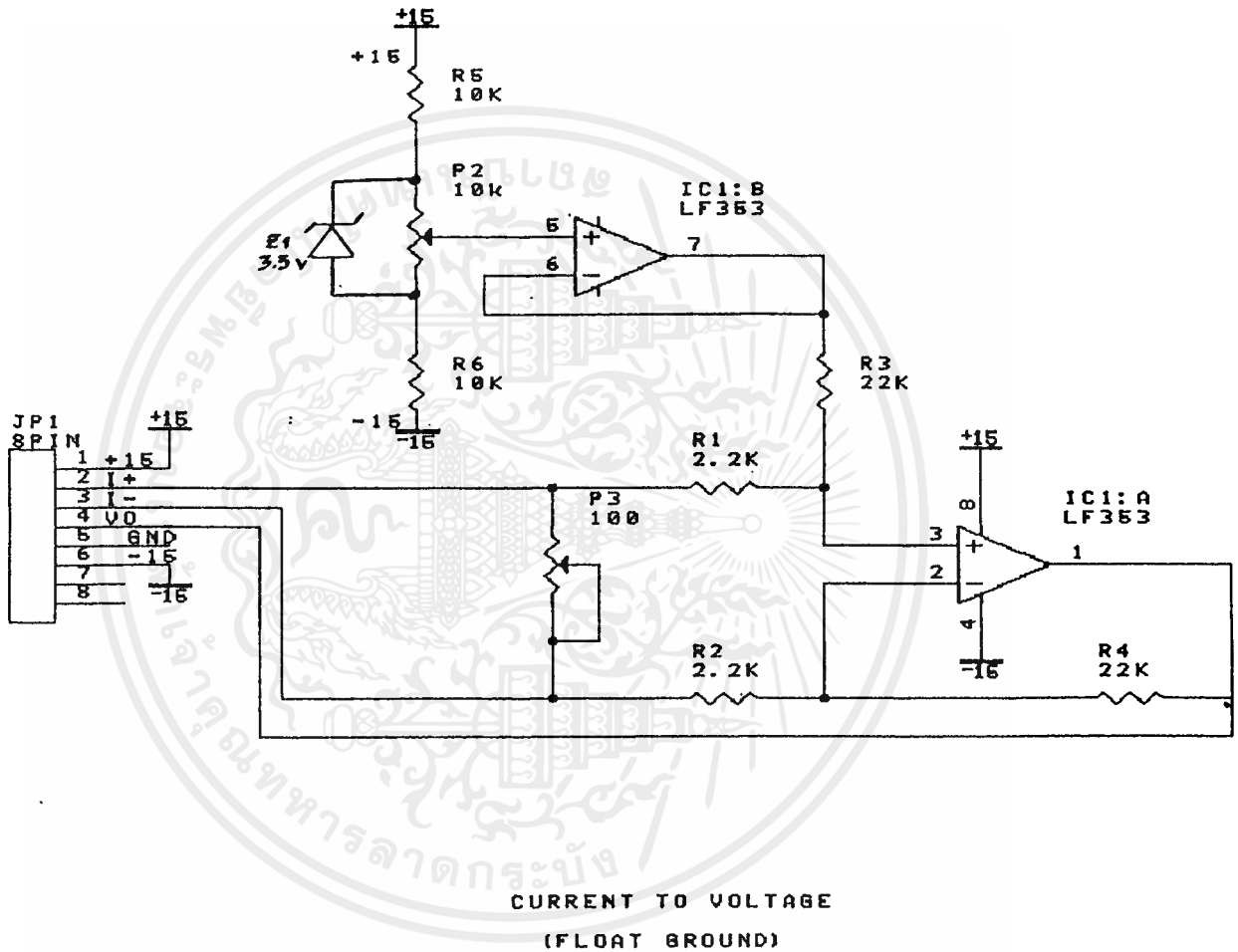


วงจรแสดงผล SEVEN SEGMENTS

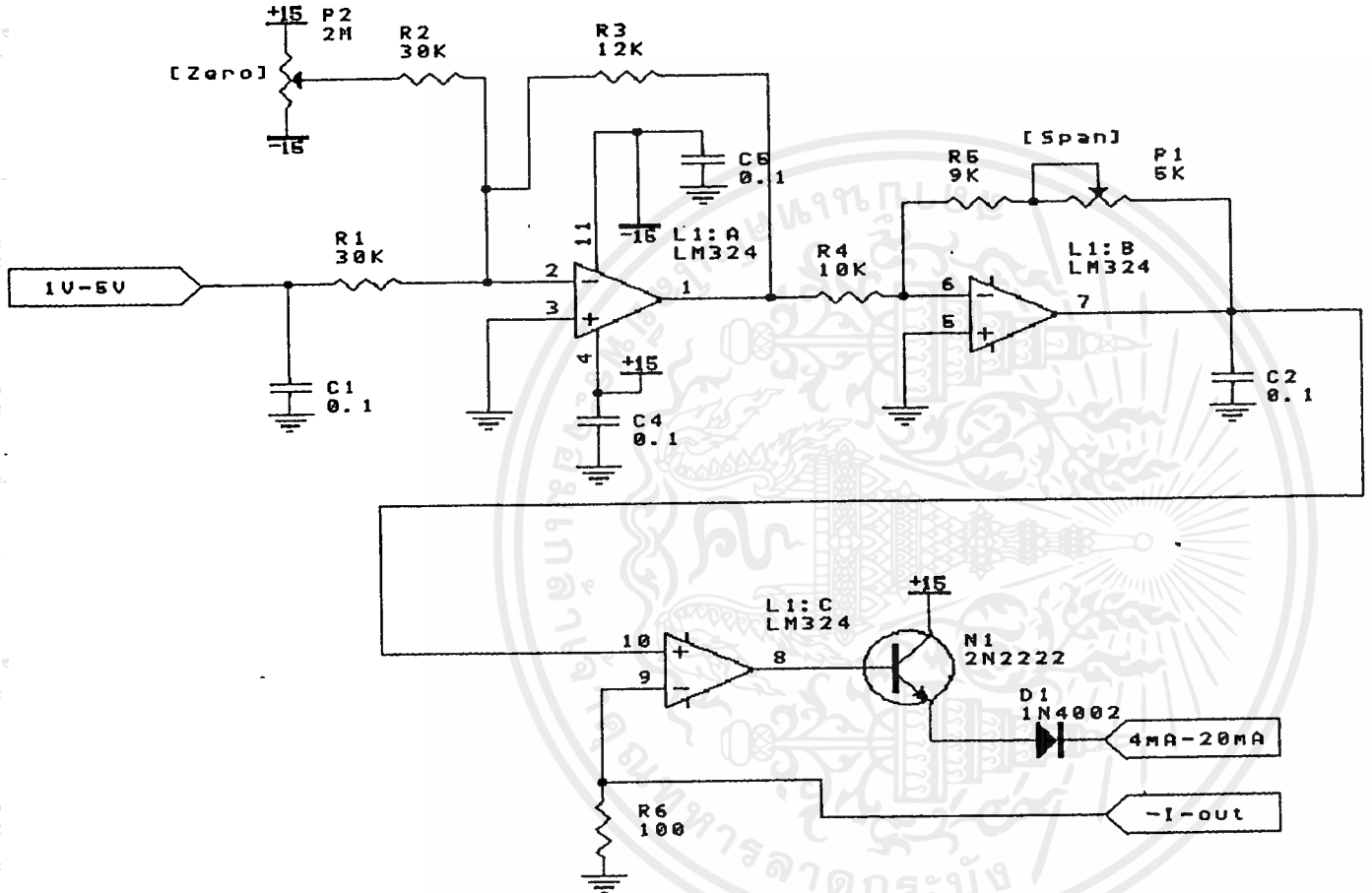




รูปที่ D TO A CONVERTER



วงจรเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดัน (I TO V CONVERTER)



วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแส (V TO I CONVERTER)

APPENDIX A

– KEYBOARD PROGRAM –

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ORG     0000H
BUF]KEYDIP      EQU     08H     ;INTERNAL RAM WITHIN 8051
                                ;BUFFER FOR KEY AND DISPLAY FOR ASCII
                                ; $$$.%%%%%%
                                ;08H -> 0AH = $$$
                                ;0BH = POINT
                                ;0CH -> 11H = .%%%%%%
                                ;TOTAL = 10 BYTE
ADDRESS]CHAR    EQU     12H
VALUE]CHAR      EQU     13H
KEEP]DATA       EQU     14H     ;KEEP DATA DECIMAL (4BIT)
LAST]ADDRESS    EQU     15H     ;KEEP ADDRESS INTERNAL RAM (LAST VALUE)
ADDRESS]DIS     EQU     16H     ;KEEP ADDRESS FOR DISPLAY
CHECK]SUM       EQU     17H     ;KEEP DATA CHECK]SUM
FIRST]KEY       EQU     2000H
KEEP]CON]SEL    EQU     2001H
KEEP]CON]PAT    EQU     2002H
BUF]HEX         EQU     2010H   ;9010H -> 9011H =  0$$$ : 2 BYTE
                                ;9012H -> 9014H = .%%%%%% : 3 BYTE
                                ;TOTAL = 5 BYTE
BUF]DEC         EQU     2020H   ;9020H -> 9021H =  0$$$ : 2 BYTE
                                ;9022H -> 9024H = .%%%%%% : 3 BYTE
                                ;TOTAL = 5 BYTE
BUF]DECHEX      EQU     2026H   ;9026H -> 2028H = DEC : 3 BYTE
                                ;9029H -> 202AH = HEX : 2 BYTE
BUF]POINT       EQU     2030H   ;9030H -> 9032H = .%%%%%% : 3 BYTE
BUF]DATA        EQU     2040H
DATA]KP         EQU     2050H
DATA]KI         EQU     2060H
DATA]TD         EQU     2070H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATA]DCO        EQU     2080H
DATA]SPMV       EQU     2090H
DATA]PATTERN    EQU    20A0H
DATA]BAUD]RATE  EQU     20B0H
DATA]ACTION       EQU    20C0H
COMMAND         EQU     0E0C0H     ;Read-Write Register
READBUSY        EQU     0E0C1H     ;Read BF(Busy Flag) and address
WRITEDATA       EQU     0E0C2H     ;Write character
READDATA        EQU     0E0C3H     ;Read Data from DD ram
PORTA]8255      EQU     0E0E0H     ;PORT A
PORTB]8255      EQU     0E0E1H     ;PORT B
PORTC]8255      EQU     0E0E2H     ;PORT C
PORTCON]8255    EQU     0E0E3H     ;PORT CONTROL
MARK]HIGH       EQU     00001111B ;HIGH NIBBER = 0 (D4..D7)
MARK]LOW        EQU     11110000B ;LOW NIBBER = 0 (D0..D3)
CODE]DIRE       EQU     12H        ;DIRECT ACTION
CODE]REVE       EQU     15H        ;REVERSE ACTION
CODE]AUTO       EQU     22H        ;AUTOMATIC
CODE]MANU       EQU     25H        ;MANUAL
CODE]9600       EQU     30H        ;BAUD RATE = 9600
CODE]4800       EQU     31H        ;BAUD RATE = 4800
CODE]2400       EQU     32H        ;BAUD RATE = 2400
CODE]1200       EQU     33H        ;BAUD RATE = 1200
CODE]600        EQU     34H        ;BAUD RATE = 600
CODE]300        EQU     35H        ;BAUD RATE = 300
CODE]150        EQU     36H        ;BAUD RATE = 150
CODE]75         EQU     37H        ;BAUD RATE = 75
COMMAND]RE]BAU]RAT    EQU     0A0H    ;RECEIVE  BAUD RATE FROM 68HC11
COMMAND]RE]CON]PAT    EQU     90H     ;RECEIVE  PATTERN(AUTO OR MANU)
                                      ;FROM 68HC11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COMMAND]RE]CON]ACT   EQU    80H     ;RECEIVE  ACTION(DIR OR REV)
                                     ;FROM 68HC11
COMMAND]RE]KP        EQU    0B0H    ;RECEIVE  KP  FROM 68HC11
COMMAND]RE]KI        EQU    0B1H    ;RECEIVE  KI  FROM 68HC11
COMMAND]RE]TD        EQU    0B2H    ;RECEIVE  TD  FROM 68HC11
COMMAND]RE]DC0       EQU    0B3H    ;RECEIVE  DC0  FROM 68HC11
COMMAND]RE]SP        EQU    0B4H    ;RECEIVE  SP  FROM 68HC11
COMMAND]RE]MV        EQU    0B5H    ;RECEIVE  MV  FROM 68HC11
COMMAND]SE]BAU]RAT   EQU    0A5H    ;SEND BAUD RATE TO 68HC11
COMMAND]SE]CON]PAT   EQU    95H     ;SEND PATTERN(AUTO OR MANU)
                                     ;FROM 68HC11
COMMAND]SE]CON]ACT   EQU    85H     ;SEND ACTION(DIR OR REV)
                                     ;FROM 68HC11
COMMAND]SE]KP        EQU    0C0H    ;SEND  KP  FROM 68HC11
COMMAND]SE]KI        EQU    0C1H    ;SEND  KI  FROM 68HC11
COMMAND]SE]TD        EQU    0C2H    ;SEND  TD  FROM 68HC11
COMMAND]SE]DC0       EQU    0C3H    ;SEND  DC0  FROM 68HC11
COMMAND]SE]SP        EQU    0C4H    ;SEND  SP  FROM 68HC11
COMMAND]SE]MV        EQU    0C5H    ;SEND  MV  FROM 68HC11
STX          EQU     02H     ;START TEXT
ETX          EQU     03H     ;END TEXT
ENQ          EQU     05H     ;START BLOCK
ACK          EQU     06H     ;
NAK          EQU     15H     ;FAIL
STATUS       BIT     0F0H
STATUS]LINE  BIT     0F1H
SAVE]CF      BIT     0F2H        ;KEEY STATUS CARRY FLAG
POINT]NUM    BIT     0F3H
NO]DATA      BIT     0F4H
BIT]WAIT]KEY BIT     0F5H
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATA_FAIL     BIT    0F6H

              LJMP   0100H

              ORG    0100H
        ;********** POWER ON RESET **********
        ;          R5  :  HIGH BYTE
        ;          R4  :  LOW BYTE
        ;***************************************

              MOV    R5,#0A0H
SUB_POWER:    MOV    R4,#0A0H
              DJNZ   R4,$
              DJNZ   R5,SUB_POWER

              MOV    PSW,#00H
              MOV    IE,#00H
              MOV    SP,#18H     ;STACK = 12H ->

         ;******* INITIAL 8255 (MODE 0) ********
         ;     PC0 -> PC3 : OUTPUT
         ;     PC4 -> PC7 : INPUT
         ;     PB0 -> PB7 : OUTPUT
         ;     PA0 -> PA7 : INPUT
         ;     CONTROL WORD : 98H

              MOV    DPTR,#PORTCON_8255
              MOV    A,#98H
              MOVX   @DPTR,A
              MOV    A,#00001011B   ;PC0 : ACK = 1   INTITIAL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                    ;PC1 : STB = 1
                                    ;PC3 : INT (IRQ 68HC11)(ACTIVE LOW)
        MOV     DPTR,#PORTC8255
        MOVX    @DPTR,A

;--------------- INITIAL LCD ---------------

        MOV     DPTR,#COMMAND
        MOV     A,#38H          ;8bit, 2 line, 5x7 dot
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#0FH
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#6            ;increment cursor
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#1            ;clear and home
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF


;-------------- INTRO DISPLAY -------------
;               DISPLAY
;       "       KMITL       "
;       " SINGLE LOOP CONTROL"
;-----------------------------------------

INTRO:  MOV     DPTR,#INTRO1
        LCALL   SCANJLINE1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     DPTR,#INTRO2
            LCALL   SCAN]LINE2

;--------------- MAIN PROGRAM ---------------

TEST]KEY]M: LCALL   SCANKEY
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY     ;= KEY M (mode)?
            MOVX    A,@DPTR
            CJNE    A,#'M',TEST]KEY]M   ;Not equal : jump SCANKEY
            LCALL   CLEAR]LCD           ;Clear screen LCD

            MOV     DPTR,#MODE
            LCALL   SCAN]LINE1          ;Display "MODE"
            LCALL   SCAN]INPUT          ;Display "->"

SUB]FOX:    LCALL   SCANKEY
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY
            MOVX    A,@DPTR
            CJNE    A,#'1',TEST]KEY]2   ;= KEY 1 (CONTROL SELECT)?
            SJMP    BAU]SELECT
TEST]KEY]2: CJNE    A,#'2',TEST]KEY]3   ;= KEY 2 (CONTROL PATTERN)?
            SJMP    CON]PATTERN
TEST]KEY]3: CJNE    A,#'3',TEST]KEY]4   ;= KEY 3 (SET PARAMETER)?
            SJMP    SET]PARAMETER
TEST]KEY]4: CJNE    A,#'4',MODE]ERROR
            SJMP    CON]ACTION
MODE]ERROR: LJMP    MAIN]ERROR      ;Display " ERROR "

;--------------- BAUD RATE -------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BAU]SELECT:  MOV     DPTR,#BAUD]SEL1     ;Display " BAUD RATE "
             LCALL   SCAN]LINE1
             MOV     DPTR,#BAUD]SEL2
             LCALL   SCAN]LINE2

               LCALL   SCANKEY
               MOV     DPTR,#FIRST]KEY
               MOVX    A,@DPTR
               CJNE    A,#'W',BAU]SEL]KEY]N  ;Jump at KEY -
               LJMP    MAIN]BAU]SELECT      ;Jump at program BAUD RATE
BAU]SEL]KEY]N: CJNE    A,#'-',BAU]SEL]KEY]P  ;Jump at KEY +
               LJMP    CON]ACTION
BAU]SEL]KEY]P: CJNE    A,#'+',BAU]SEL]ERROR
               LJMP    CON]PATTERN
BAU]SEL]ERROR: LJMP    MAIN]ERROR

;-------------- CONTROL PATTERN --------------

CON]PATTERN: MOV     DPTR,#CON]PAT1     ;Display " CONTROL PATTERN"
             LCALL   SCAN]LINE1
             MOV     DPTR,#CON]PAT2
             LCALL   SCAN]LINE2

               LCALL   SCANKEY
               MOV     DPTR,#FIRST]KEY
               MOVX    A,@DPTR
               CJNE    A,#'W',CON]PAT]KEY]N  ;Jump at KEY -
               LJMP    MAIN]CON]PATTERN     ;Jump at program CONTROL SELECT
CON]PAT]KEY]N: CJNE    A,#'-',CON]PAT]KEY]P  ;Jump at KEY +
               LJMP    BAU]SELECT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CON]PAT]KEY]P: CJNE    A,#'+',CON]PAT]ERROR
               LJMP    SET]PARAMETER
CON]PAT]ERROR: LJMP    MAIN]ERROR

;-------------- SET PARAMETER --------------

SET]PARAMETER:  MOV     DPTR,#SET]PAR1    ;Display " SET PARAMETER"
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     DPTR,#SET]PAR2
            LCALL   SCAN]LINE2

              LCALL   SCANKEY
              MOV     DPTR,#FIRST]KEY
              MOVX    A,@DPTR
              CJNE    A,#'W',SET]PAR]KEY]N  ;Jump at KEY -
              LJMP    MAIN]SET]PARAMETER   ;Jump at program CONTROL SELECT
SET]PAR]KEY]N: CJNE    A,#'-',SET]PAR]KEY]P  ;Jump at KEY +
              LJMP    CON]PATTERN
SET]PAR]KEY]P: CJNE    A,#'+',SET]PAR]ERROR
              LJMP    BAU]SELECT
SET]PAR]ERROR: LJMP    MAIN]ERROR

;-------------- CONTROL ACTION --------------

CON]ACTION:  MOV     DPTR,#CON]ACT1    ;Display " CONTROL PATTERN"
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     DPTR,#CON]ACT2
            LCALL   SCAN]LINE2

              LCALL   SCANKEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#FIRST]KEY
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#'W',CON]ACT]KEY]N  ;Jump at KEY -
                LJMP    MAIN]CON]ACTION      ;Jump at program CONTROL ACTION
CON]ACT]KEY]N:  CJNE    A,#'-',CON]ACT]KEY]P  ;Jump at KEY +
                LJMP    SET]PARAMETER
CON]ACT]KEY]P:  CJNE    A,#'+',CON]ACT]ERROR
                LJMP    BAU]SELECT
CON]ACT]ERROR:  LJMP    MAIN]ERROR

;-------------- MAIN BAUD RATE SELECT ---------------

       ;****** TRANSFER DATA FROM 68HC11 *******
MAIN]BAU]SELECT:   MOV     07,#00           ;SEND COMMAND
          MOV     06,#COMMAND]RE]BAU]RAT    ;NO SEND ADDRESS DATA
          MOV     DPTR,#DATA]BAUD]RATE
          LCALL   SEND]DATA
          MOV     DPTR,#DATA]BAUD]RATE
          MOVX    A,@DPTR
          MOV     R7,A

          LCALL   CLEAR]LCD          ;Clear display

          CJNE    R7,#CODE]9600,DIP]4800
          MOV     DPTR,#BAR]9600       ;Display " 9600 "
          SJMP    BAU]DIS]FIRST
DIP]4800: CJNE    R7,#CODE]4800,DIP]2400
          MOV     DPTR,#BAR]4800       ;Display " 4800 "
          SJMP    BAU]DIS]FIRST
DIP]2400: CJNE    R7,#CODE]2400,DIP]1200
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     DPTR,#BAR]2400        ;Display " 2400 "
            SJMP    BAU]DIS]FIRST
DIP]1200:   CJNE    R7,#CODE]1200,DIP]600
            MOV     DPTR,#BAR]1200        ;Display " 1200 "
            SJMP    BAU]DIS]FIRST
DIP]600:    CJNE    R7,#CODE]600,DIP]300
            MOV     DPTR,#BAR]600         ;Display " 600 "
            SJMP    BAU]DIS]FIRST
DIP]300:    CJNE    R7,#CODE]300,DIP]150
            MOV     DPTR,#BAR]300         ;Display " 300 "
            SJMP    BAU]DIS]FIRST
DIP]150:    CJNE    R7,#CODE]150,DIP]75
            MOV     DPTR,#BAR]150         ;Display " 150 "
            SJMP    BAU]DIS]FIRST
DIP]75:     CJNE    R7,#CODE]75,BAU]DA]ERR
            MOV     DPTR,#BAR]75          ;Display " 75 "
            SJMP    BAU]DIS]FIRST

BAU]DA]ERR:  MOV     DPTR,#RS232]ERR     ;Transfer data ERROR
             LCALL   SCAN]LINE1
             LJMP    MAIN]ERROR

BAU]DIS]FIRST:  LCALL   SCAN]LINE1
                LCALL   SCAN]INPUT     ;" -> "

BAU]INKEY:  LCALL   SCANKEY
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY    ;Move key code
            MOVX    A,@DPTR

            CJNE    A,#'0',NUM]4800    ;= 9600 ?
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            SJMP    SUB]9600
NUM]4800:   CJNE    A,#'1',NUM]2400   ;= 4800 ?
            SJMP    SUB]4800
NUM]2400:   CJNE    A,#'2',NUM]1200   ;= 2400 ?
            SJMP    SUB]2400
NUM]1200:   CJNE    A,#'3',NUM]600    ;= 1200 ?
            LJMP    SUB]1200
NUM]600:    CJNE    A,#'4',NUM]300    ;= 600 ?
            LJMP    SUB]600
NUM]300:    CJNE    A,#'5',NUM]150    ;= 300 ?
            LJMP    SUB]300
NUM]150:    CJNE    A,#'6',NUM]75     ;= 150 ?
            LJMP    SUB]150
NUM]75:     CJNE    A,#'7',NUM]BAU    ;= 75 ?
            LJMP    SUB]75
NUM]BAU:    SJMP    BAU]INKEY

          ;--------- 9600 ---------

SUB]9600:   MOV     R0,#4
            MOV     DPTR,#WORD]9600
            LCALL   SCAN]WORD
SUB]9600]SCANK:   LCALL   SCANKEY
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     R4,A

            CJNE    R4,#'W',SUB]9600]N  ;= W?
            MOV     DPTR,#BAR]9600
            LCALL   SCAN]LINE1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     A,#CODE]9600        ; 9600 = CODE 30H
            LJMP    END]BAU]RAT
SUB]9600]N:   CJNE    R4,#'-',SUB]9600]P     ;= -(N)?
              LJMP    SUB]75
SUB]9600]P:   CJNE    R4,#'+',SUB]9600]ERR   ;= +(P)?
              SJMP    SUB]4800
SUB]9600]ERR: LJMP    SUB]9600]SCANK

            ;--------- 4800 -----------

SUB]4800:   MOV     R0,#4
            MOV     DPTR,#WORD]4800
            LCALL   SCAN]WORD
SUB]4800]SCANK:  LCALL   SCANKEY
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     R4,A

            CJNE    R4,#'W',SUB]4800]N    ;= W?
            MOV     DPTR,#BAR]4800
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     A,#CODE]4800          ; 4800 = CODE 31H
            LJMP    END]BAU]RAT
SUB]4800]N:   CJNE    R4,#'-',SUB]4800]P   ;= -(N)?
              SJMP    SUB]9600
SUB]4800]P:   CJNE    R4,#'+',SUB]4800]ERR ;= +(P)?
              SJMP    SUB]2400
SUB]4800]ERR: SJMP    SUB]4800]SCANK

            ;---------- 2400 -----------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB]2400:  MOV     R0,#4
           MOV     DPTR,#WORD]2400
           LCALL   SCAN]WORD
SUB]2400]SCANK:   LCALL   SCANKEY
           MOV     DPTR,#FIRST]KEY
           MOVX    A,@DPTR
           MOV     R4,A

           CJNE    R4,#'W',SUB]2400]N    ;= W?
           MOV     DPTR,#BAR]2400
           LCALL   SCAN]LINE1
           MOV     A,#CODE]2400          ; 2400 = CODE 32H
           LJMP    END]BAU]RAT
SUB]2400]N:   CJNE    R4,#'-',SUB]2400]P   ;= -(N)?
              SJMP    SUB]4800
SUB]2400]P:   CJNE    R4,#'+',SUB]2400]ERR  ;= +(P)?
              SJMP    SUB]1200
SUB]2400]ERR: SJMP    SUB]2400]SCANK

          ;---------- 1200 ----------

SUB]1200:  MOV     R0,#4
           MOV     DPTR,#WORD]1200
           LCALL   SCAN]WORD
SUB]1200]SCANK:  LCALL   SCANKEY
           MOV     DPTR,#FIRST]KEY
           MOVX    A,@DPTR
           MOV     R4,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CJNE    R4,#'W',SUB]1200]N      ;= W?
            MOV     DPTR,#BAR]1200
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     A,#CODE]1200           ; 1200 = CODE 33H
            LJMP    END]BAU]RAT
SUB]1200]N:   CJNE    R4,#'-',SUB]1200]P    ;= -(N)?
              SJMP    SUB]2400
SUB]1200]P:   CJNE    R4,#'+',SUB]1200]ERR ;= +(P)?
              LJMP    SUB]600
SUB]1200]ERR: SJMP    SUB]1200]SCANK

          ;--------- 600 ---------

SUB]600:    MOV     R0,#3
            MOV     DPTR,#WORD]600
            LCALL   SCAN]WORD
SUB]600]SCANK:  LCALL   SCANKEY
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     R4,A

            CJNE    R4,#'W',SUB]600]N    ;= W?
            MOV     DPTR,#BAR]600
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     A,#CODE]600         ; 600 = CODE 34H
            LJMP    END]BAU]RAT
SUB]600]N:    CJNE    R4,#'-',SUB]600]P    ;= -(N)?
              SJMP    SUB]1200
SUB]600]P:    CJNE    R4,#'+',SUB]600]ERR ;= +(P)?
              SJMP    SUB]300
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB]600]ERR: LJMP    SUB]600]SCANK

          ;--------- 300 -----------

SUB]300:   MOV      R0,#3
           MOV      DPTR,#WORD]300
           LCALL    SCAN]WORD
SUB]300]SCANK:  LCALL   SCANKEY
           MOV      DPTR,#FIRST]KEY
           MOVX     A,@DPTR
           MOV      R4,A

           CJNE     R4,#'W',SUB]300]N     ;= W?
           MOV      DPTR,#BAR]300
           LCALL    SCAN]LINE1
           MOV      A,#CODE]300           ; 300 = CODE 35H
           LJMP     END]BAU]RAT
SUB]300]N:    CJNE    R4,#'-',SUB]300]P   ;= -(N)?
              SJMP    SUB]600
SUB]300]P:    CJNE    R4,#'+',SUB]300]ERR ;= +(P)?
              SJMP    SUB]150
SUB]300]ERR: SJMP    SUB]300]SCANK

          ;---------- 150 -----------

SUB]150:   MOV      R0,#3
           MOV      DPTR,#WORD]150
           LCALL    SCAN]WORD
SUB]150]SCANK:  LCALL   SCANKEY
           MOV      DPTR,#FIRST]KEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     R4,A

            CJNE    R4,#'W',SUB]150]N     ;= W?
            MOV     DPTR,#BAR]150
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     A,#CODE]150           ; 150 = CODE 36H
            LJMP    END]BAU]RAT
SUB]150]N:    CJNE    R4,#'-',SUB]150]P   ;= -(N)?
              SJMP    SUB]300
SUB]150]P:    CJNE    R4,#'+',SUB]150]ERR ;= +(P)?
              SJMP    SUB]75
SUB]150]ERR:  SJMP    SUB]150]SCANK

           ;--------- 75 ---------

SUB]75:     MOV     R0,#2
            MOV     DPTR,#WORD]75
            LCALL   SCAN]WORD
SUB]75]SCANK:  LCALL   SCANKEY
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     R4,A

            CJNE    R4,#'W',SUB]75]N      ;= W?
            MOV     DPTR,#BAR]75
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     A,#CODE]75             ; 75 = CODE 37H
            LJMP    END]BAU]RAT
 SUB]75]N:    CJNE    R4,#'-',SUB]75]P   ;= -(N)?
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            SJMP    SUB]150
SUB]75]P:   CJNE    R4,#'+',SUB]75]ERR ;= +(P)?
            LJMP    SUB]9600
SUB]75]ERR: SJMP    SUB]75]SCANK

        ;******* SEND DATA TO 68HC11 *******

END]BAU]RAT: MOV    DPTR,#DATA]BAUD]RATE
             MOVX   @DPTR,A
             MOV    07,#1
             MOV    06,#COMMAND]SE]BAU]RAT
             LCALL  SEND]DATA

             MOV    DPTR,#OK
             LCALL  SCAN]LINE2
             LCALL  DELAY
             LJMP   INTRO

;-------------- MAIN CONTROL PATTERN ----------------

        ;TRANSFER DATA FROM 68HC11

MAIN]CON]PATTERN:  MOV     07,#00          ;SEND COMMAND
         MOV       06,#COMMAND]RE]CON]PAT  ;NO SEND ADDRESS DATA
         MOV       DPTR,#DATA]PATTERN
         LCALL     SEND]DATA

         MOV       DPTR,#DATA]PATTERN
         MOVX      A,@DPTR
         MOV       R7,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL   CLEAR]LCD           ;Clear display

          CJNE    R7,#CODE]AUTO,DIP]MANU   ;= AUTOMATIC ?
          MOV     DPTR,#BAR]AUTO
          SJMP    PAT]FIRST
DIP]MANU: CJNE    R7,#CODE]MANU,PAT]ERR    ;= MANUAL ?
          MOV     DPTR,#BAR]MANU
          SJMP    PAT]FIRST
PAT]ERR:  MOV     DPTR,#RS232]ERR    ;Transfer data ERROR
          LCALL   SCAN]LINE1
          LJMP    MAIN]ERROR

PAT]FIRST: LCALL   SCAN]LINE1
           LCALL   SCAN]INPUT   ; " -> "

PAT]LOOP:  LCALL   SCANKEY
           MOV     DPTR,#FIRST]KEY   ;Move key code
           MOVX    A,@DPTR

           CJNE    A,#'0',NUM]MANU   ;= AUTOMATRIC ?
           SJMP    SUB]AUTO
NUM]MANU:  CJNE    A,#'.',PAT]LOOP   ;= MANUAL ?
           SJMP    SUB]MANU

        ;------------ AUTOMATRIC -------------

SUB]AUTO:  MOV     R0,#10
           MOV     DPTR,#WORD]AUTO
           LCALL   SCAN]WORD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB]AUTO1: LCALL   SCANKEY
           MOV     DPTR,#FIRST]KEY
           MOVX    A,@DPTR
           MOV     R4,A

           CJNE    R4,#'W',SUB]AUTO]N      ;= W?
           MOV     DPTR,#BAR]AUTO
           LCALL   SCAN]LINE1
           MOV     A,#CODE]AUTO            ; AUTOMATRIC = CODE 22H
           LJMP    END]CON]PAT
SUB]AUTO]N:   CJNE    R4,#'-',SUB]AUTO]P   ;= -(N)?
              SJMP    SUB]MANU
SUB]AUTO]P:   CJNE    R4,#'+',SUB]AUTO1    ;= +(P)?
              SJMP    SUB]MANU

        ;------------ MANUAL ------------

SUB]MANU:  MOV     R0,#6
           MOV     DPTR,#WORD]MANU
           LCALL   SCAN]WORD
SUB]MANU1: LCALL   SCANKEY
           MOV     DPTR,#FIRST]KEY
           MOVX    A,@DPTR
           MOV     R4,A

           CJNE    R4,#'W',SUB]MANU]N      ;= W?
           MOV     DPTR,#BAR]MANU
           LCALL   SCAN]LINE1
           MOV     A,#CODE]MANU            ; MANUAL = CODE 25H
           LJMP    END]CON]PAT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB]MANU]N:   CJNE    R4,#'-',SUB]MANU]P  ;= -(N)?
              SJMP    SUB]AUTO
SUB]MANU]P:   CJNE    R4,#'+',SUB]MANU1   ;= +(P)?
              SJMP    SUB]AUTO

       ; +++++++++ SEND DATA TO 68HC11 +++++++

END]CON]PAT:  MOV     DPTR,#DATA]PATTERN
              MOVX    @DPTR,A
              MOV     07,#1
              MOV     06,#COMMAND]SE]CON]PAT
              LCALL   SEND]DATA

              MOV     DPTR,#OK
              LCALL   SCAN]LINE2
              LCALL   DELAY
              LJMP    INTRO

;-------------- MAIN CONTROL ACTION ----------------

         ;TRANSFER DATA FROM 68HC11
MAIN]CON]ACTION:   MOV     07,#00          ;SEND COMMAND
          MOV      06,#COMMAND]RE]CON]ACT  ;NO SEND ADDRESS DATA
          MOV      DPTR,#DATA]ACTION
          LCALL    SEND]DATA

          MOV      DPTR,#DATA]ACTION
          MOVX     A,@DPTR
          MOV      R7,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL   CLEAR]LCD           ;Clear display

          CJNE    R7,#CODE]DIRE,DIP]REVE   ;= DIRECT ?
          MOV     DPTR,#BAR]DIRE
          SJMP    ACT]FIRST
DIP]REVE: CJNE    R7,#CODE]REVE,ACT]ERR    ;= REVERSE ?
          MOV     DPTR,#BAR]REVE
          SJMP    ACT]FIRST
ACT]ERR:  MOV     DPTR,#RS232]ERR    ;Transfer data ERROR
          LCALL   SCAN]LINE1
          LJMP    MAIN]ERROR

ACT]FIRST: LCALL  SCAN]LINE1
           LCALL  SCAN]INPUT   ; " -> "

ACT]LOOP:  LCALL  SCANKEY
           MOV    DPTR,#FIRST]KEY   ;Move key code
           MOVX   A,@DPTR

           CJNE   A,#'9',NUM]REVE       ;= DIRECT  ?
           SJMP   SUB]DIRE
NUM]REVE:  CJNE   A,#'8',ACT]LOOP       ;= REVERSE ?
           SJMP   SUB]REVE

        ;------------ DIRECT -------------

SUB]DIRE:  MOV    R0,#6
           MOV    DPTR,#WORD]DIRE
           LCALL  SCAN]WORD
SUB]DIRE1: LCALL  SCANKEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     R4,A

            CJNE    R4,#'W',SUB]DIRE]N      ;= W?
            MOV     DPTR,#BAR]DIRE
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     A,#CODE]DIRE            ; DIRECT = CODE 12H
            LJMP    END]CON]ACT
SUB]DIRE]N: CJNE    R4,#'-',SUB]DIRE]P      ;= -(N)?
            SJMP    SUB]REVE
SUB]DIRE]P: CJNE    R4,#'+',SUB]DIRE1       ;= +(P)?
            SJMP    SUB]REVE

        ;------------ REVERSE ------------

SUB]REVE:   MOV     R0,#7
            MOV     DPTR,#WORD]REVE
            LCALL   SCAN]WORD
SUB]REVE1:  LCALL   SCANKEY
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     R4,A

            CJNE    R4,#'W',SUB]REVE]N      ;= W?
            MOV     DPTR,#BAR]REVE
            LCALL   SCAN]LINE1
            MOV     A,#CODE]REVE            ; REVERSE = CODE 15H
            LJMP    END]CON]ACT
SUB]REVE]N: CJNE    R4,#'-',SUB]REVE]P      ;= -(N)?
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    SUB]DIRE
SUB]REVE]P:     CJNE    R4,#'+',SUB]REVE1    ;= +(P)?
                SJMP    SUB]DIRE

        ; +++++++++ SEND DATA TO 68HC11 +++++++

END]CON]ACT:    MOV     DPTR,#DATA]ACTION
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     07,#1
                MOV     06,#COMMAND]SE]CON]ACT
                LCALL   SEND]DATA

                MOV     DPTR,#OK
                LCALL   SCAN]LINE2
                LCALL   DELAY
                LJMP    INTRO

;------------ MAIN SET PARAMETER -------------

      ;******* KP = 999.9999 ********
      ;      KP = 4 BYTE

      ;**** TRANSFER DATA FROM 68HC11 ****
      ;     BY KEEP HEX-DATA TO BUF]HEX

MAIN]SET]PARAMETER:   NOP
PAR]KP:     MOV     07,#0               ;SEND COMMAND
            MOV     06,#COMMAND]RE]KP    ;NO SEND ADDRESS DATA
            MOV     DPTR,#BUF]HEX
            LCALL   SEND]DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL    HTOD
        LCALL    DTOA  ;Internal ram at 08H -> 10H
        LCALL   CLEAR]LCD

        MOV     DPTR,#BAR]KP        ;DISPLAY '[ KP =          ]'
        LCALL   SCAN]LINE1
        LCALL   SCAN]VALUE]LINE1    ;DISPLAY '[ KP = $$$.$$$$]'
        LCALL   SCAN]INPUT    ; " -> "

PAR]KP1: LCALL   SCANKEY
        MOV     DPTR,#FIRST]KEY   ;Move key code
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     R4,A

        CJNE    R4,#'W',PAR]KP]N      ;= W?
        LCALL   SCAN]VALUE]LINE2
        LCALL   SCANKEY
        LCALL   CLEAR]C2H]LCD
        LCALL   SCAN]VALUE]KEY]TO]DIS
        JB      NO]DATA,PAR]KP]EXIT
        LCALL   CHECK]MAX999]9999
        LCALL   ATOD
        LCALL   DTOH

    ;***** TRANSFER DATA TO 68HC11 *****

        MOV    DPTR,#BUF]HEX
        MOV    07,#4
        MOV    06,#COMMAND]SE]KP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL   SEND]DATA

          MOV     DPTR,#OK
          LCALL   SCAN]LINE2
          LCALL   DELAY

PAR]KP]EXIT:  SJMP    PAR]KI

PAR]KP]N:     CJNE    R4,#'-',PAR]KP]P       ;= -(N)?
              LJMP    PAR]MV
PAR]KP]P:     CJNE    R4,#'+',PAR]KP]ERR     ;= +(P)?
              SJMP    PAR]KI
PAR]KP]ERR:   SJMP    PAR]KP1

       ;******* KI = 999.9999 ********
       ;      KI = 4 BYTE

       ;***** TRANSFER DATA FROM 68HC11 *****
       ;      BY KEEP HEX-DATA TO BUF]HEX

PAR]KI:   MOV     07,#0                 ;SEND COMMAND
          MOV     06,#COMMAND]RE]KI     ;NO SEND ADDRESS DATA
          MOV     DPTR,#BUF]HEX
          LCALL   SEND]DATA


          LCALL    HTOD
          LCALL    DTOA  ;Internal ram at 08H -> 10H
          LCALL   CLEAR]LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#BAR]KI        ;DISPLAY '[ KI =         ]'
        LCALL   SCAN]LINE1
        LCALL   SCAN]VALUE]LINE1    ;DISPLAY '[ KI = $$$.$$$$]'
        LCALL   SCAN]INPUT    ; " -> "

PAR]KI1: LCALL  SCANKEY
        MOV     DPTR,#FIRST]KEY    ;Move key code
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     R4,A

        CJNE    R4,#'W',PAR]KI]N      ;= W?
        LCALL   SCAN]VALUE]LINE2
        LCALL   SCANKEY
        LCALL   CLEAR]C2H]LCD
        LCALL   SCAN]VALUE]KEY]TO]DIS
        JB      NO]DATA,PAR]KI]EXIT
        LCALL   CHECK]MAX999]9999
        LCALL   ATOD
        LCALL   DTOH

    ;***** TRANSFER DATA TO 68HC11 *****
        MOV     DPTR,#BUF]HEX
        MOV     07,#4
        MOV     06,#COMMAND]SE]KI
        LCALL   SEND]DATA

        MOV     DPTR,#OK
        LCALL   SCAN]LINE2
        LCALL   DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAR]KI]EXIT:  SJMP    PAR]TD


PAR]KI]N:     CJNE    R4,#'-',PAR]KI]P       ;= -(N)?
              LJMP    PAR]KP
PAR]KI]P:     CJNE    R4,#'+',PAR]KI]ERR     ;= +(P)?
              SJMP    PAR]TD
PAR]KI]ERR:   SJMP    PAR]KI1


      ;******* TD = 999.9999 ********
      ;     TD = 4 BYTE


      ;***** TRANSFER DATA FROM 68HC11 *****
      ;     BY KEEP HEX-DATA TO BUF]HEX


PAR]TD:   MOV     07,#0                 ;SEND COMMAND
          MOV     06,#COMMAND]RE]TD     ;NO SEND ADDRESS DATA
          MOV     DPTR,#BUF]HEX
          LCALL   SEND]DATA


          LCALL   HTOD
          LCALL   DTOA  ;Internal ram at 08H -> 10H
          LCALL   CLEAR]LCD


          MOV     DPTR,#BAR]TD          ;DISPLAY '[ TD =          ]'
          LCALL   SCAN]LINE1
          LCALL   SCAN]VALUE]LINE1      ;DISPLAY '[ TD = $$$.$$$$]'
          LCALL   SCAN]INPUT    ; " -> "


PAR]TD1:  LCALL   SCANKEY
          MOV     DPTR,#FIRST]KEY     ;Move key code
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     R4,A

        CJNE    R4,#'W',PAR]TD]N      ;= W?
        LCALL   SCAN]VALUE]LINE2
        LCALL   SCANKEY
        LCALL   CLEAR]C2H]LCD
        LCALL   SCAN]VALUE]KEY]TO]DIS
        JB      NO]DATA,PAR]TD]EXIT
        LCALL   CHECK]MAX999]9999
        LCALL   ATOD
        LCALL   DTOH

;***** TRANSFER DATA TO 68HC11 *****

        MOV     DPTR,#BUF]HEX
        MOV     07,#4
        MOV     06,#COMMAND]SE]TD
        LCALL   SEND]DATA

        MOV     DPTR,#OK
        LCALL   SCAN]LINE2
        LCALL   DELAY

PAR]TD]EXIT:  SJMP    PAR]DC0

PAR]TD]N:     CJNE    R4,#'-',PAR]TD]P      ;= -(N)?
              LJMP    PAR]KI
PAR]TD]P:     CJNE    R4,#'+',PAR]TD]ERR    ;= +(P)?
              SJMP    PAR]DC0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAR]TD]ERR:   SJMP    PAR]TD1

      ;******* DC0 = 100.00 ********
      ;      DC0 = 3 BYTE

      ;***** TRANSFER DATA FROM 68HC11 *****
      ;      BY KEEP HEX-DATA TO BUF]HEX

PAR]DC0:  MOV     07,#0                ;SEND COMMAND
          MOV     06,#COMMAND]RE]DC0   ;NO SEND ADDRESS DATA
          MOV     DPTR,#BUF]DEC
          LCALL   SEND]DATA

          LCALL   DTOA  ;Internal ram at 08H -> 10H
          LCALL   CLEAR]LCD

          MOV     DPTR,#BAR]DC0      ;DISPLAY '[ DC0 =       ]'
          LCALL   SCAN]LINE1
          LCALL   SCAN]VALUE]LINE1   ;DISPLAY '[ DC0 =  100.00]'
          LCALL   SCAN]INPUT   ; " -> "

PAR]DC01: LCALL   SCANKEY
          MOV     DPTR,#FIRST]KEY   ;Move key code
          MOVX    A,@DPTR
          MOV     R4,A

          CJNE    R4,#'W',PAR]DC0]N     ;= W?
          LCALL   SCAN]VALUE]LINE2
          LCALL   SCANKEY
          LCALL   CLEAR]C2H]LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   SCAN]VALUE]KEY]TO]DIS
        JB      NO]DATA,PAR]DC0]EXIT
        LCALL   CHECK]MAX100]00

      ;***** TRANSFER DATA TO 68HC11 *****

        MOV     DPTR,#BUF]DECHEX
        MOV     07,#5               ;SEND DEC AND HEX
        MOV     06,#COMMAND]SE]DC0
        LCALL   SEND]DATA

        MOV     DPTR,#OK
        LCALL   SCAN]LINE2
        LCALL   DELAY

PAR]DC0]EXIT:  SJMP    PAR]SP

PAR]DC0]N:     CJNE    R4,#'-',PAR]DC0]P      ;= -(N)?
               LJMP    PAR]TD
PAR]DC0]P:     CJNE    R4,#'+',PAR]DC0]ERR    ;= +(P)?
               SJMP    PAR]SP
PAR]DC0]ERR:   SJMP    PAR]DC01

      ;******* SP = 100.00 ********
      ;     SP = 3 BYTE

      ;***** TRANSFER DATA FROM 68HC11 *****
      ;     BY KEEP HEX-DATA TO BUF]HEX

PAR]SP:    MOV     07,#0                ;SEND COMMAND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     06,#COMMAND]RE]SP    ;NO SEND ADDRESS DATA
        MOV     DPTR,#BUF]DEC
        LCALL   SEND]DATA

    ; SAVE DATA TO DATA]SPMV (DECIMAL)
    ;   DATA]SPMV(POINT NUMBER): 00
    ;   DATA]SPMV+1 : 00, DATA]SPMV+2 : 01 == 100.00

        LCALL   TRAN]DEC]SPMV

        LCALL   DTOA  ;Internal ram at 08H -> 10H
        LCALL   CLEAR]LCD

        MOV     DPTR,#BAR]SP        ;DISPLAY '[ SP =       ]'
        LCALL   SCAN]LINE1
        LCALL   SCAN]VALUE]LINE1    ;DISPLAY '[ SP =  100.00]'
        LCALL   SCAN]INPUT    ; " -> "

PAR]SP1:LCALL   SCANKEY
        MOV     DPTR,#FIRST]KEY    ;Move key code
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     R4,A

        CJNE    R4,#'W',PAR]SP]N      ;= W?
        LCALL   SCAN]VALUE]LINE2
        SETB    BIT]WAIT]KEY      ;NO WAIT KEY
PAR]SP1]STA:  LCALL   SCANKEY
        MOV     DPTR,#FIRST]KEY
        MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          CJNE    A,#'W',PAR]SP2
          CLR     BIT]WAIT]KEY      ; WAIT KEY
          MOV     DPTR,#OK
          LCALL   SCAN]LINE2
          LCALL   DELAY
          SJMP    PAR]SP]EXIT

PAR]SP2:  CLR     C
          MOV     R7,#00
          MOV     DPTR,#DATA]SPMV

          CJNE    A,#'+',PAR]SP]KEY]1
          SETB    C
          LCALL   ADD]NUM
          SJMP    PAR]SP]DIS

PAR]SP]KEY]1: CJNE    A,#'-',PAR]SP]KEY]2
              SETB    C
              LCALL   SUB]NUM
              SJMP    PAR]SP]DIS

PAR]SP]KEY]2: CJNE    A,#'P',PAR]SP]KEY]3
              MOV     R7,#01
              LCALL   ADD]NUM
              SJMP    PAR]SP]DIS

PAR]SP]KEY]3: CJNE    A,#'O',PAR]SP]KEY]4
              MOV     R7,#05
              LCALL   ADD]NUM
              SJMP    PAR]SP]DIS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAR]SP]KEY]4: CJNE    A,#'N',PAR]SP]KEY]5
              MOV     R7,#01
              LCALL   SUB]NUM
              SJMP    PAR]SP]DIS

PAR]SP]KEY]5: CJNE    A,#'M',PAR]SP]KEY]3
              MOV     R7,#05
              LCALL   SUB]NUM

PAR]SP]DIS:   LCALL   TRAN]SPMV]DEC
              LCALL   DTOA
              LCALL   SCAN]VALUE]LINE1

       ;***** TRANSFER DATA TO 68HC11 *****

          MOV    DPTR,#BUF]DECHEX
          MOV    07,#5
          MOV    06,#COMMAND]SE]SP
          LCALL  SEND]DATA

          SJMP    PAR]SP1]STA

PAR]SP]EXIT:  SJMP    PAR]MV

PAR]SP]N:     CJNE    R4,#'-',PAR]SP]P       ;= -(N)?
              LJMP    PAR]DC0
PAR]SP]P:     CJNE    R4,#'+',PAR]SP]ERR     ;= +(P)?
              SJMP    PAR]MV
PAR]SP]ERR:   LJMP    PAR]SP1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;******** MV = 100.00 ********
        ;       MV = 3 BYTE

        ;****** TRANSFER DATA FROM 68HC11 ******
        ;       BY KEEP HEX-DATA TO BUF]HEX

        ;****** TEST MANUAL MODE 7 ******

PAR]MV:   MOV     07,#0                    ;SEND COMMAND
          MOV     06,#COMMAND]RE]CON]PAT   ;NO SEND ADDRESS DATA
          MOV     DPTR,#DATA]PATTERN
          LCALL   SEND]DATA

          MOV     DPTR,#DATA]PATTERN
          MOVX    A,@DPTR
          CJNE    A,#CODE]AUTO,START]MV
          LCALL   CLEAR]LCD
          MOV     DPTR,#USE]AUTO1
          LCALL   SCAN]LINE1
          MOV     DPTR,#USE]AUTO2
          LCALL   SCAN]LINE2
          LCALL   SCANKEY
          LJMP    PAR]MV

START]MV: CJNE    A,#CODE]MANU,LINE]MV]ERR
          SJMP    START1]MV

LINE]MV]ERR:  MOV     DPTR,#RS232]ERR     ;Transfer data ERROR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL    SCAN]LINE1
          LJMP     MAIN]ERROR

START1]MV:   MOV      07,#00
          MOV      06,#COMMAND]RE]MV   ;NO SEND ADDRESS DATA
          MOV      DPTR,#BUF]DEC
          LCALL    SEND]DATA

      ; SAVE DATA TO DATA]SPMV (DECIMAL)
      ; DATA]SPMV(POINT NUMBER): 00
      ; DATA]SPPV+1 : 00, DATA]SPPV+2 : 01 == 100.00

          LCALL    TRAN]DEC]SPMV

          LCALL    DTOA  ;Internal ram at 08H -> 10H
          LCALL    CLEAR]LCD

          MOV      DPTR,#BAR]MV       ;DISPLAY '[ PV =        ]'
          LCALL    SCAN]LINE1
          LCALL    SCAN]VALUE]LINE1   ;DISPLAY '[ PV =  100.00]'
          LCALL    SCAN]INPUT   ; " -> "

PAR]MV1:  LCALL    SCANKEY
          MOV      DPTR,#FIRST]KEY    ;Move key code
          MOVX     A,@DPTR
          MOV      R4,A

          CJNE     R4,#'W',PAR]MV]N      ;= W?
          LCALL    SCAN]VALUE]LINE2
          SETB     BIT]WAIT]KEY          ;NO WAIT KEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAR]MV1]STA:  LCALL   SCANKEY
              MOV     DPTR,#FIRST]KEY
              MOVX    A,@DPTR

          CJNE    A,#'W',PAR]MV2
          CLR     BIT]WAIT]KEY    ; WAIT KEY
          MOV     DPTR,#OK
          LCALL   SCAN]LINE2
          LCALL   DELAY
          SJMP    PAR]MV]EXIT

PAR]MV2:      CLR     C
              MOV     R7,#00
              MOV     DPTR,#DATA]SPMV

          CJNE    A,#'+',PAR]MV]KEY]1
          SETB    C
          LCALL   ADD]NUM
          SJMP    PAR]MV]DIS

PAR]MV]KEY]1: CJNE    A,#'-',PAR]MV]KEY]2
              SETB    C
              LCALL   SUB]NUM
              SJMP    PAR]MV]DIS

PAR]MV]KEY]2: CJNE    A,#'P',PAR]MV]KEY]3
              MOV     R7,#01
              LCALL   ADD]NUM
              SJMP    PAR]MV]DIS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAR]MV]KEY]3: CJNE    A,#'O',PAR]MV]KEY]4
              MOV     R7,#05
              LCALL   ADD]NUM
              SJMP    PAR]MV]DIS

PAR]MV]KEY]4: CJNE    A,#'N',PAR]MV]KEY]5
              MOV     R7,#01
              LCALL   SUB]NUM
              SJMP    PAR]MV]DIS

PAR]MV]KEY]5: CJNE    A,#'M',PAR]MV]KEY]3
              MOV     R7,#05
              LCALL   SUB]NUM

PAR]MV]DIS:  LCALL  TRAN]SPMV]DEC

          LCALL   DTOA
          LCALL   SCAN]VALUE]LINE1

       ;***** TRANSFER DATA TO 68HC11 *****

          MOV     DPTR,#BUF]DECHEX
          MOV     07,#5
          MOV     06,#COMMAND]SE]MV
          LCALL   SEND]DATA

          SJMP    PAR]MV1]STA

 PAR]MV]EXIT:  LJMP    PAR]MV
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAR]MV]N:      CJNE    R4,#'-',PAR]MV]P        ;= -(N)?
               LJMP    PAR]TD
PAR]MV]P:      CJNE    R4,#'+',PAR]MV]ERR      ;= +(P)?
               LJMP    PAR]KI
PAR]MV]ERR:    LJMP    PAR]MV1

;-------------- ADD POINT NUMBER  --------------
;        INPUT : ADDRESS POINT NUMBER
;              : (DPTR)
;              : R7 (NUMBER FOR ADD : +(R7))
;              : C  (POINT NUMBER:+00.01)
;       OUTPUT : (DPTR)
;]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]

ADD]NUM:    PUSH    DPL
            PUSH    DPH
            MOVX    A,@DPTR      ;ADD POINT NUMBER
            ADDC    A,#00
            DA      A
            MOVX    @DPTR,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            ADDC    A,R7
            DA      A
            MOVX    @DPTR,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            ADDC    A,#00
            DA      A
            MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CLR     C           ;CHECK OVER 100.00
            SUBB    A,#01       ;IF A < 01 THEN CARRY = 1
            JZ      EQU100
            JC      NOTOVER
EQU100:     POP     DPH
            POP     DPL
            CLR     A
            MOVX    @DPTR,A
            INC     DPTR
            MOVX    @DPTR,A
            INC     DPTR
            MOV     A,#01
            MOVX    @DPTR,A
NOTOVER:    RET

;-------------- SUB POINT NUMBER  --------------
;        INPUT : ADDRESS POINT NUMBER
;              : (DPTR)
;              : R7 (NUMBER FOR ADD : -(R7))
;              : C  (POINT NUMBER:-00.01)
;       OUTPUT : (DPTR)
;]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]

SUBNUM:     PUSH    DPL
            PUSH    DPH
            MOVX    A,@DPTR     ;ADD POINT NUMBER
            SUBB    A,#00
            DA      A
            MOVX    @DPTR,A
            INC     DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOVX    A,@DPTR
            SUBB    A,R7
            DA      A
            MOVX    @DPTR,A
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            SUBB    A,#00
            DA      A
            MOVX    @DPTR,A
            JNC     NO]UNDER
            POP     DPH
            POP     DPL
            CLR     A
            MOV     R5,#3
SUB]NUM1:   MOVX    @DPTR,A
            DJNZ    R5,SUB]NUM1
NO]UNDER:   RET

;--------- TRANSFER DATA FROM BUF]DEC TO DATA]SPMV --------

TRAN]DEC]SPMV:  MOV     DPTR,#BUF]DEC
          MOVX    A,@DPTR
          MOV     DPTR,#DATA]SPMV+2
          MOVX    @DPTR,A

          MOV     DPTR,#BUF]DEC+1
          MOVX    A,@DPTR
          MOV     DPTR,#DATA]SPMV+1
          MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          MOV     DPTR,#BUF]DEC+2
          MOVX    A,@DPTR
          MOV     DPTR,#DATA]SPMV
          MOVX    @DPTR,A

          RET

;--------- TRANSFER DATA FROM DATA]SPMV TO BUF]HEX --------

TRAN]SPMV]DEC:   MOV     DPTR,#DATA]SPMV+2
                 MOVX    A,@DPTR
                 MOV     DPTR,#BUF]DEC
                 MOVX    @DPTR,A

                 MOV     DPTR,#DATA]SPMV+1
                 MOVX    A,@DPTR
                 MOV     DPTR,#BUF]DEC+1
                 MOVX    @DPTR,A

                 MOV     DPTR,#DATA]SPMV
                 MOVX    A,@DPTR
                 MOV     DPTR,#BUF]DEC+2
                 MOVX    @DPTR,A
                 RET

;-------- TRANSFER DATA FROM BUF]DEC,BUF]HEX TO BUF]DECHEX --------

TRAN]TO]DECHEX:  MOV     DPTR,#BUF]DEC
          MOVX    A,@DPTR
          MOV     DPTR,#BUF]DECHEX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     DPTR,#BUF]DEC+1
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     DPTR,#BUF]DECHEX+1
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     DPTR,#BUF]DEC+2
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     DPTR,#BUF]DECHEX+2
        MOVX    @DPTR,A

        LCALL   DTOH

        MOV     DPTR,#BUF]HEX+1
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     DPTR,#BUF]DECHEX+3
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     DPTR,#BUF]HEX+2
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     DPTR,#BUF]DECHEX+4
        MOVX    @DPTR,A
        RET

;-------------- DISPLAY ERROR ----------------
;       DISPLAY   "    ---- ERROR ----    "
;-----------------------------------------------

MAIN]ERROR:  MOV     DPTR,#ERROR
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL   SCAN]LINE2
            LCALL   SCANKEY
            LJMP    INTRO

;-------------- DELAY ---------------

DELAY:      MOV   R5,#03H
SUPER]SUB:  MOV   R6,#0FFH
MAIN]SUB:   MOV   R7,#0FFH
SUB]DELAY:  NOP
            NOP
            NOP
            DJNZ  R7,SUB]DELAY
            DJNZ  R6,MAIN]SUB
            DJNZ  R5,SUPER]SUB
            RET


;-------- SCAN VALUE AT LINE 1 --------
;   INPUT   :  INTERNAL RAM AT 08H -> 11H
;   OUTPUT  :  RAM AT LCD
;           EXAMPLE  DISPLAY
;   DISPLAY INPUT :  '[KP  =         ]'
;   DISPLAY OUTPUT : '[KP  = $$$.$$$$]'

SCAN]VALUE]LINE1:  MOV    A,#04H    ;DEC. INTERNAL RAM WITHIN LCD
            MOV    DPTR,#COMMAND
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  WAITBF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     A,#91H          ;START INTERNAL RAM AT 11H WITHIN LCD
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   WAITBF

        ;**** TEST LAST VALUE *****

            MOV     R0,#11H     ;INTERNAL RAM ADDRESS = 11H
SVABA1:     CJNE    @R0,#00,SVABA2
            DEC     R0
            SJMP    SVABA1

        ;**** DISPLAY VALUE ****
        ;     INPUT : A

SVABA2:     MOV     LAST]ADDRESS,R0  ;KEEP LAST]ADDRESS

SVABA3:     CJNE    R0,#08H,SVABA4   ;08H = START ADDRESS
            SJMP    SVABA5
SVABA4:     MOV     A,@R0
            LCALL   WRITE
            DEC     R0
            SJMP    SVABA3

SVABA5:     MOV     A,#06H          ;increment cursor
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   WAITBF

            RET

;--------- SCAN VALUE AT LINE 2 ---------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;   INPUT    :  INTERNAL RAM AT 08H -> 11H
;            :  ADDRESS LAST VALUE KEEP TO LAST]ADDRESS(13H)
;   OUTPUT   :  RAM AT LCD
;          EXAMPLE  DISPLAY
;   DISPLAY INPUT :  '->.              '
;   DISPLAY OUTPUT : '->$$$.$$$$       '

SCAN]VALUE]LINE2:  LCALL   CLEAR]C2H]LCD

            MOV    R1,#08H
            INC    LAST]ADDRESS     ;INC.DATA AT ADDRESS 13H(INTERNAL RAM)
SCVALI0:    MOV    A,R1
            CJNE   A,LAST]ADDRESS,SCVALI
            SJMP   SCVALI]END
SCVALI:     MOV    A,@R1
            LCALL  WRITE
            INC    R1
            SJMP   SCVALI0

SCVALI]END:  RET

;----------- SCAN CHAR ONLY ONE ------------
;        INPUT : ADDRESS]CHAR
;              : VALUE]CHAR
;        OUTPUT : LCD
;-------------------------------------------
SCAN]ONE]CHAR:   PUSH   DPL
           PUSH   DPH
           MOV    A,ADDRESS]CHAR   ;New line
           MOV    DPTR,#COMMAND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   WAITBF          ;Wait busy flag

            MOV     A,VALUE]CHAR
            LCALL   WRITE

            PUSH    DPH
            PUSH    DPL
            RET                     ; Dynamic stop

;------------- DISPLAY LINE NUM 1 -------------
;           DATA ADDRESS  : DPTR
;----------------------------------------------

SCAN]LINE1: PUSH    DPL
            PUSH    DPH
            MOV     A,#80H          ;New line
            MOV     DPTR,#COMMAND
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   WAITBF          ;Wait busy flag

            POP     DPH
            POP     DPL
            MOV     R0,#20
SUB]LINE1:  MOVX    A,@DPTR
            LCALL   WRITE
            INC     DPTR
            DJNZ    R0,SUB]LINE1
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;------------- DISPLAY LINE NUM 2 -------------
;           DATA ADDRESS : DPTR
;--------------------------------------------


SCAN]LINE2:  PUSH  DPL
             PUSH  DPH
             MOV     A,#0C0H          ;New line
             MOV     DPTR,#COMMAND
             MOVX    @DPTR,A
             LCALL   WAITBF           ;Wait busy flag

             POP     DPH
             POP     DPL
             MOV     R0,#20
SUB]LINE2:   MOVX    A,@DPTR
             LCALL   WRITE
             INC     DPTR
             DJNZ    R0,SUB]LINE2
             RET                      ; Dynamic stop

;------------- DISPLAY SCAN INPUT -------------
;          DISPLAY  "->"
;--------------------------------------------


SCAN]INPUT:  MOV      A,#0C0H          ;New line
             MOV     DPTR,#COMMAND
             MOVX    @DPTR,A
             LCALL   WAITBF           ;Wait busy flag
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     DPTR,#INPUT
            MOV     R0,#2
SUB]INPUT:  MOVX    A,@DPTR
            LCALL   WRITE
            INC     DPTR
            DJNZ    R0,SUB]INPUT
            RET                         ; Dynamic stop

;----------------- SCAN WORD -------------------
;           R0  :  NUMBER CHAR
;-----------------------------------------------

SCAN]WORD:  ACALL   CLEAR]C2H]LCD
SUB]CONSEL: MOVX    A,@DPTR
            LCALL   WRITE
            INC     DPTR
            DJNZ    R0,SUB]CONSEL
            RET

;--------- CLEAR RAM WITHIN LCD AT START ADDRESS C2H --------

CLEAR]C2H]LCD:  PUSH    DPL
            PUSH    DPH
            MOV     A,#0C2H         ;Addrss 42 within LCD
            MOV     DPTR,#COMMAND
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   WAITBF          ;Wait busy flag
            MOV     R2,#18
            MOV     A,#' '
SUB]SCAN:   LCALL   WRITE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DJNZ    R2,SUBISCAN
            MOV     A,#0C2H         ;Addrss 42 within LCD
            MOV     DPTR,#COMMAND
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   WAITBF          ;Wait busy flag

            POP     DPH
            POP     DPL

            RET

;------------ CLEAR SCREEN DISPLAY -------------

CLEARILCD:  MOV     DPTR,#COMMAND       ;Clear screen LCD
            MOV     A,#1
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   WAITBF
            RET

;------------ WRITE ASCII TO LCD --------------
;           INPUT DATA : REG.A
;---------------------------------------------

WRITE:      PUSH    DPL
            PUSH    DPH
            MOV     DPTR,#WRITEDATA
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   WAITBF      ;Wait LCD module ready
            POP     DPH
            POP     DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RET

;------------- WAIT FOR READY ---------------
;         By mean of check busy flag
;         TEST AT REGA.7
;----------------------------------------

WAITBF:     PUSH    DPL
            PUSH    DPH
            MOV     DPTR,#READBUSY
RDY1:       MOVX    A,@DPTR
            JB      ACC.7,RDY1      ;Busy Flag
            POP     DPH
            POP     DPL
            RET

;------------ SCAN INPUT VALUE -------------
;       INPUT : FROM KEYBROAD
;       OUTPUT : INTERNAL RAM 08H -> 11H
;  BIT NO]DATA :'1' = NO DATA
;              :'0' = DATA
;----------------------------------------

SCAN]VALUE]KEY]TO]DIS:   MOV    R0,#08
            MOV     R3,#10
VAKPID:     MOV     @R0,#'0'
            INC     R0
            DJNZ    R3,VAKPID

            MOV     ADDRESS]CHAR,#0C2H    ;START DD.RAM FOR LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV     R0,#08H         ;START ADDRESS INTERNAL RAM
            CLR     NO]DATA

STA]VAKPID:   PUSH   00         ;00 = R0
            CALL    SCANKEY
            POP     00          ;00 = R0
            MOV     DPTR,#FIRST]KEY
            MOVX    A,@DPTR

            CJNE    A,#'W',VAKPID1
            CJNE    R0,#08H,STA]PID1    ;= START ADDRESS?
            SETB    NO]DATA
STA]PID1:   SJMP    END]VAKPID

VAKPID1:    CJNE    A,#'M',VAKPID2      ;DEL CHAR
            CJNE    R0,#08,NO]VAKPID1
            SJMP    STA]VAKPID
NO]VAKPID1: DEC     R0
            DEC     ADDRESS]CHAR
            MOV     @R0,#'0'
            MOV     ADDRESS]CHAR,#' '
            LCALL   SCAN]ONE]CHAR
            SJMP    STA]VAKPID

VAKPID2:    CJNE    A,#'-',VAKPID3
            SJMP    STA]VAKPID

VAKPID3:    CJNE    A,#'+',VAKPID4
            SJMP    STA]VAKPID
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
VAKPID4:    CJNE    R0,#11,WRI]KPID
            SJMP    STA]VAKPID

WRI]KPID:   MOV     @R0,A
            MOV     VALUE]CHAR,A
            LCALL   SCAN]ONE]CHAR       ;DISPLAY NUMBER
            INC     R0
            INC     ADDRESS]CHAR        ;INC ADDRESS FOR DISPLAY
            SJMP    STA]VAKPID

END]VAKPID:  RET

;---------- CHECK MAX. = 999.9999 -----------
;      INPUT : INTERNAL RAM 08H -> 11H
;-------------------------------------------

CHECK]MAX999]9999:  CLR    POINT]NUM
            MOV     R1,#08
            MOV     R6,#10    ;CHECK POINT
            MOV     R4,#0
            MOV     R5,#0
STA]TESTPO:  CJNE    @R1,#'.',STA]NOPOINT
             JB      POINT]NUM,KPID]ERROR
             SETB    POINT]NUM
             SJMP    STV]PID2
KPID]ERROR:  LCALL   CLEAR]LCD
             MOV     DPTR,#DATA]ERR
             LCALL   SCAN]LINE1
             SJMP    $              ;SIMILAR  HALT COMMAND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                ;EXIT BY RESET HARDWARE
STA]NOPOINT: JB   POINT]NUM,STV]PID2
          INC    R4
          CJNE   R4,#4,STV]PID2          ;CHECK $$$ = 3?
          SJMP   KPID]ERROR
STV]PID2: INC    R1
          DJNZ   R6,STA]TESTPO

          MOV    R1,#10H                 ;CHECK = 0?
          CJNE   @R1,#'0',KPID]ERROR
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',KPID]ERROR

          RET

;----------- CHECK MAX. = 100.00 ------------
;     INPUT : INTERNAL RAM 08H -> 11H
;-------------------------------------------

CHECK]MAX100]00:  CLR    POINT]NUM
           MOV    R1,#08          ;START ADDRESS
           MOV    R6,#10          ;CHECK POINT
           MOV    R4,#0          ;100 = 3
           MOV    R5,#0          ;.00 = 2
CHMAX:     CJNE   @R1,#'.',CHMAX1
           JB     POINT]NUM,CHMAX]ERROR
           SETB   POINT]NUM
           SJMP   CHMAX2
CHMAX]ERROR:  LCALL  CLEAR]LCD
              MOV    DPTR,#DATA]ERR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL  SCAN]LINE1
          SJMP   $              ;SIMILAR  HALT COMMAND
                                ;EXIT BY RESET HARDWARE
CHMAX1:   JB     POINT]NUM,CHMAX2
          INC    R4
          CJNE   R4,#4,CHMAX2
          SJMP   CHMAX]ERROR
CHMAX2:   INC    R1
          DJNZ   R6,CHMAX

          CJNE   R4,#3,CHMAX5
          MOV    R1,#08
          CJNE   @R1,#'1',CHMAX]ERROR
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR
          INC    R1             ;VALUE = '.'
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR

CHMAX5:   MOV    R1,#0EH
          MOV    R2,#4          ;CHECK = 0?
CHMAX6:   CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR
          INC    R1
          DJNZ   R2,CHMAX6

          RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL  SCAN]LINE1
          SJMP   $              ;SIMILAR  HALT COMMAND
                                ;EXIT BY RESET HARDWARE
CHMAX1:   JB     POINT]NUM,CHMAX2
          INC    R4
          CJNE   R4,#4,CHMAX2
          SJMP   CHMAX]ERROR
CHMAX2:   INC    R1
          DJNZ   R6,CHMAX

          CJNE   R4,#3,CHMAX5
          MOV    R1,#08
          CJNE   @R1,#'1',CHMAX]ERROR
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR
          INC    R1             ;VALUE = '.'
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR
          INC    R1
          CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR

CHMAX5:   MOV    R1,#0EH
          MOV    R2,#4          ;CHECK = 07
CHMAX6:   CJNE   @R1,#'0',CHMAX]ERROR
          INC    R1
          DJNZ   R2,CHMAX6

          RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------- SCAN KEYBORAD ---------------
;          KEY CODE :  ADDRESS 2000H
;-----------------------------------------------

SCANKEY:      LCALL   KEYPRESS
              JZ      SCANKEY
              LCALL   DECODE]KEY
              JBC     STATUS,SCANKEY ;If status = 1 for not decode
                                     ;If status = 0 for decode
              MOV     DPTR,#FIRST]KEY
              MOVX    @DPTR,A        ;Keep code

        ;*********** DELAY TIME ***********
        ;          R5  : HIGH BYTE
        ;          R4  : LOW  BYTE

DELAY]KEY:    MOV R5,#01H            ;Debounce
SUB]DELAY1:   MOV R4,#0A0H
              DJNZ R4,$
              DJNZ R5,SUB]DELAY1

              LCALL   KEYPRESS
              JZ      SCANKEY
              LCALL   DECODE]KEY
              JBC     STATUS,SCANKEY
              MOV     R7,A
              MOV     DPTR,#FIRST]KEY
              MOVX    A,@DPTR
              CJNE    A,07H,SCANKEY   ;If no equal so than error
                                      ;R7 = 07H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JB      BIT]WAIT]KEY,END]SCANKEY    ;=1 :NO WAIT
WAIT]KEY:   LCALL   KEYPRESS
            JNZ     WAIT]KEY
END]SCANKEY: RET

;---------------- KEY PRESS ------------------
;           CODE  : KEEP TO R1 (BANK #0)
;         If REG.A = 0 so than NO PRESS
;---------------------------------------------

KEYPRESS:   JNB     BIT]WAIT]KEY,GROUP]ONE
            MOV     A,#11111110B    ;CHECK TWICE KEY EX. '+'AND'.'
                                    ;,OR '+'AND'0' ,'-' SIMILAR
            MOV     P1,A
            MOV     R0,P1
            ORL     00H,#00001110B
            ANL     00H,#11111110B
            XRL     A,R0
            JZ      GROUP]ONE
            SJMP    END]KEYPRESS

GROUP]ONE:  MOV     A,#01111111B    ;P1.7 = 0 for test 4 row
            MOV     P1,A
            MOV     R0,P1
            ORL     00H,#01110000B  ;Mark bit P1.7
            ANL     00H,#01111111B  ;R0 = 00H
            XRL     A,R0
            JZ      GROUP]TWO
            SJMP    END]KEYPRESS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GROUP]TWO:    MOV     A,#10111111B     ;P1.6 = 0 for test 4 row
              MOV     P1,A
              MOV     R0,P1
              ORL     00H,#10110000B   ;Mark bit P1.6
              ANL     00H,#10111111B   ;R0 = 00H
              XRL     A,R0
              JZ      GROUP]THREE
              SJMP    END]KEYPRESS

GROUP]THREE:  MOV     A,#11011111B     ;P1.5 = 0 for test 4 row
              MOV     P1,A
              MOV     R0,P1
              ORL     00H,#11010000B   ;Mark bit P1.5
              ANL     00H,#11011111B   ;R0 = 00H
              XRL     A,R0
              JZ      GROUP]FOUR
              SJMP    END]KEYPRESS

GROUP]FOUR:   MOV     A,#11101111B     ;P1.6 = 0 for test 4 row
              MOV     P1,A
              MOV     R0,P1
              ORL     00H,#11100000B   ;Mark bit P1.6
              ANL     00H,#11101111B   ;R0 = 00H
              XRL     A,R0
END]KEYPRESS:  MOV    01H,R0           ;Keep code to R1
              RET                      ;R1 = 01H

;--------------- DECODE KEYBORAD ---------------
;          KEY 0     :  CODE = 0
;          KEY 1     :  CODE = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;          KEY 2     :  CODE = 2
;          KEY 3     :  CODE = 3
;          KEY 4     :  CODE = 4
;          KEY 5     :  CODE = 5
;          KEY 6     :  CODE = 6
;          KEY 7     :  CODE = 7
;          KEY 8     :  CODE = 8
;          KEY 9     :  CODE = 9
;          KEY .     :  CODE = A
;          KEY -     :  CODE = B
;          KEY +     :  CODE = C
;          KEY W     :  CODE = D
;          KEY M     :  CODE = E
;-----------------------------------------

DECODE]KEY:  CLR    STATUS
             JNB    BIT]WAIT]KEY,ZERO

             MOV    A,#'P'              ;'P' = KEY '+' + '.'
             CJNE   R1,#10101110B,DUB]1
             LJMP   RETURN]CODE

DUB]1:       MOV    A,#'O'              ;'O' = KEY '+' + '0'
             CJNE   R1,#01101110B,DUB]2
             SJMP   RETURN]CODE

DUB]2:       MOV    A,#'N'              ;'N' = KEY '-' + '.'
             CJNE   R1,#10011110B,DUB]3
             SJMP   RETURN]CODE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DUB]3:      MOV    A,#'M'              ;'M' = KEY '-' + '0''
            CJNE   R1,#01011110B,ZERO
            SJMP   RETURN]CODE

ZERO:       MOV    A,#'0'
            CJNE   R1,#01111110B,ONE   ;If equal KEY 0 ?
            SJMP   RETURN]CODE         ;R1 = 01H

ONE:        MOV    A,#'1'
            CJNE   R1,#01111101B,TWO   ;If equal KEY 1 ?
            SJMP   RETURN]CODE         ;R1 = 01H

TWO:        MOV    A,#'2'
            CJNE   R1,#10111101B,THREE ;If equal KEY 2 ?
            SJMP   RETURN]CODE         ;R1 = 01H

THREE:      MOV    A,#'3'
            CJNE   R1,#11011101B,FOUR  ;If equal KEY 3 ?
            SJMP   RETURN]CODE         ;R1 = 01H

FOUR:       MOV    A,#'4'
            CJNE   R1,#01111011B,FIVE  ;If equal KEY 4 ?
            SJMP   RETURN]CODE         ;R1 = 01H

FIVE:       MOV    A,#'5'
            CJNE   R1,#10111011B,SIX   ;If equal KEY 5 ?
            SJMP   RETURN]CODE         ;R1 = 01H

SIX:        MOV    A,#'6'
            CJNE   R1,#11011011B,SEVEN ;If equal KEY 6 ?
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    RETURN]CODE          ;R1 = 01H

SEVEN:          MOV     A,#'7'
                CJNE    R1,#01110111B,EIGHT ;If equal KEY 7 ?
                SJMP    RETURN]CODE          ;R1 = 01H

EIGHT:          MOV     A,#'8'
                CJNE    R1,#10110111B,NINE  ;If equal KEY 8 ?
                SJMP    RETURN]CODE          ;R1 = 01H

NINE:           MOV     A,#'9'
                CJNE    R1,#11010111B,ONE]ZERO  ;If equal KEY 9 ?
                SJMP    RETURN]CODE              ;R1 = 01H

ONE]ZERO:       MOV     A,#'.'
                CJNE    R1,#10111110B,ONE]ONE   ;If equal KEY . ?
                SJMP    RETURN]CODE             ;R1 = 01H

ONE]ONE:        MOV     A,#'-'
                CJNE    R1,#11011110B,ONE]TWO   ;If equal KEY - ?
                SJMP    RETURN]CODE             ;R1 = 01H

ONE]TWO:        MOV     A,#'+'
                CJNE    R1,#11101110B,ONE]THREE ;If equal KEY + ?
                SJMP    RETURN]CODE             ;R1 = 01H

ONE]THREE:      MOV     A,#'W'
                CJNE    R1,#11101101B,ONE]FOUR  ;If equal KEY W ?
                SJMP    RETURN]CODE             ;R1 = 01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ONE]FOUR:     MOV     A,#'M'
              CJNE    R1,#11101011B,ERROR]KEY ;If equal KEY M ?
              SJMP    RETURN]CODE             ;R1 = 01H
ERROR]KEY:    SETB    STATUS
RETURN]CODE: RET


;---------- SEND DATA TO 68HC11 ------------
;       INPUT :  R7  =  NUMBER BYTE
;             :  R6  =  COMMAND
;             :  DPTR = START ADDRESS DATA
;      OUTPUT :  TO 68HC11
;-----------------------------------------

SEND]DATA:    PUSH    DPL
              PUSH    DPH

              MOV     DPTR,#PORTC]8255
              MOVX    A,@DPTR
              CLR     ACC.3           ;BEGIN INTERUPT TO 68HC11
              MOVX    @DPTR,A

              MOV     R4,06           ;06 = R6
              LCALL   WRITE]8255      ;SEND COMMAND

              MOV     DPTR,#PORTC]8255
              MOVX    A,@DPTR
              SETB     ACC.3          ;BEGIN INTERUPT TO 68HC11
              MOVX    @DPTR,A

              MOV     R4,07           ;07 = R7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   WRITE]8255      ;SEND NUMBER BYTE

                MOV     R7,07
                CJNE    R7,#00,NEXT]SEND ;IF = 00 THEN JUMP
                LJMP    NEXT]RECEIVE

NEXT]SEND:      POP     DPH
                POP     DPL
SEND]DATA1:     MOVX    A,@DPTR
                MOV     R4,A            ;SEND DATA
                LCALL   WRITE]8255
                INC     DPTR
                DJNZ    R7,SEND]DATA1
                LJMP    STEP]RECEIVE

NEXT]RECEIVE:   POP     DPH
                POP     DPL

STEP]RECEIVE:   LCALL   READ]8255       ;READ COMMAND
                MOV     06,R4

                LCALL   READ]8255       ;READ NUMBER BYTE
                MOV     07,R4

                MOV     R7,07
                CJNE    R7,#00,RECEIVE]DA1    ;IF <> 00 THEN JUMP
                SJMP    END]RECEIVE

RECEIVE]DA1:    LCALL   READ]8255       ;READ DATA
                MOV     A,R4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                DJNZ    R7,RECEIVE]DA1

END]RECEIVE:    RET

;------------ WRITE DATA TO 8255 -------------
;       INPUT : R4 (DATA FOR SEND)
;-------------------------------------------

WRITE]8255:     PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                MOV     A,R4
                MOV     DPTR,#PORTB]8255
                MOVX    @DPTR,A         ;OUT DATA AT PORTB

                MOV     DPTR,#PORTC]8255
                MOVX    A,@DPTR         ;PC1(NORMAL = 1)
                CLR     ACC.1           ;PC1:ACTIVE (0)
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     DPTR,#PORTC]8255
WRITE8255]1:    MOVX    A,@DPTR         ;PC6(NORMAL = 0)
                JB      ACC.6,WRITE8255]1 ;PC6(ACTIVE =1)

                MOV     DPTR,#PORTC]8255
                MOVX    A,@DPTR
                SETB    ACC.1
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP     DPH
                POP     DPL
                RET

;------------ READ DATA FROM 8255 -------------
;       OUTPUT : R4
;-----------------------  ---  -

READ]8255:      PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                MOV     DPTR,#PORTC]8255
READ8255]1:     MOVX    A,@DPTR
                JB      ACC.7,READ8255]1
                MOV     DPTR,#PORTA]8255
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R4,A

                MOV     DPTR,#PORTC]8255
                MOVX    A,@DPTR
                CLR     ACC.0
                MOVX    @DPTR,A

READ8255]2:     MOVX    A,@DPTR
                JNB     ACC.7,READ8255]2

                MOVX    A,@DPTR
                SETB    ACC.0
                MOVX    @DPTR,A

                POP     DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            POP     DPL
            RET

;-------- ASCII TO DECIMAL ---
;     INPUT  :  BUFIKEYDIP
;     OUTPUT :  BUFIDEC
;-------------------------------------
ATOD:       MOV   DPTR,#BUFIDEC
            MOV   R7,#5       ;CLEAR
            CLR   A
ATOD1:      MOVX  @DPTR,A
            INC   DPTR
            DJNZ  R7,ATOD1

     ;****** CHECK NUMBER OF $$$ ******
     ;      OUTPUT = R5

            MOV   R5,#0               ;R5 = NUMBER OF $$$
            MOV   DPTR,#BUFIDEC+1
            MOV   R0,#BUFIKEYDIP      ;R0 = POINTER
ATOD3:      CJNE  @R0,#'.',NOPOINT    ;IF EQU THEN POINT ADDRESS

     ;****** CONVERT ASCII TO DEC (POINT NUMBER (%%%%%%)) ******
     ;      %%%%%% : 3 BYTE
     ;      START ADDRESS TO KEEP : 9012H
     ;      INPUT : DATA POINT BY R0 (ASCII)(INTERRAM)
     ;      OUTPUT : DATA POINT BY DPTR (DECIMAL)(EXTERRAM)
     ;               : HIGH NIBBLE OR LOW NIBBLE

            MOV   R4,#3       ;FIRST POINT NUMBER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECKP1:  INC    R0
          INC    DPTR
          MOV    A,@R0
          ACALL  HINIB]ATOD
          INC    R0
          MOV    A,@R0
          ACALL  LONIB]ATOD
          DJNZ   R4,CHECKP1
          SJMP   ATOD4

NOPOINT:  INC    R0
          INC    R5
          SJMP   ATOD3

     ;****** CONVERT ASCII TO DECIMAL (0$$$) ******
     ;      0$$$ : 2 BYTE
     ;      START ADDRESS TO KEEP : 9011H
     ;      INPUT : DATA POINT BY R0 (ASCII)(INTERRAM)
     ;      OUTPUT : DATA POINT BY DPTR (DECIMAL)(EXTERRAM)
     ;             : HIGH NIBBLE OR LOW NIBBLE

ATOD4:    MOV    R0,#BUF]KEYDIP
          MOV    DPTR,#BUF]DEC

          CJNE   R5,#0,NUMONE   ;NO NUMBER
          SJMP   END]ATOD

NUMONE:   CJNE   R5,#1,NUMTWO   ;ONE NUMBER ($)
          INC    DPTR
          MOV    A,@R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL   LONIB]ATOD
            SJMP    END]ATOD

NUMTWO:     CJNE    R5,#2,NUMTHREE ;TWO NUMBER (##)
            INC     DPTR
            MOV     A,@R0
            ACALL   HINIB]ATOD
            INC     R0
            MOV     A,@R0
            ACALL   LONIB]ATOD
            SJMP    END]ATOD

NUMTHREE:   MOV     A,@R0           ;THREE NUMBER (###)

            ACALL   LONIB]ATOD
            INC     DPTR
            INC     R0
            MOV     A,@R0
            ACALL   HINIB]ATOD
            INC     R0
            MOV     A,@R0
            ACALL   LONIB]ATOD

END]ATOD:   RET

;--------- CONVERT ASCII(8BIT) TO DECIMAL(4BIT) HIGH NIBBLE --------
;           INPUT  : A (ASCII : 8 BIT)
;           OUTPUT ADDRESS  : DPTR
;           OUTPUT : DECIMAL (4BIT) AT ADDRESS BY DPTR
;-------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
HINIB]ATOD:    SUBB  A,#'0'     ;TRANSFER TO DECIMAL 0..9
               SWAP  A
               MOV   KEEP]DATA,A
               MOVX  A,@DPTR
               ANL   A,#MARK]HIGH  ;00001111B
               ORL   A,KEEP]DATA   ;KEEP DECIMAL TO HIGH NIBBLE
               MOVX  @DPTR,A
               RET

;--------- CONVERT ASCII(8BIT) TO DECIMAL(4BIT) LOW NIBBLE --------
;         INPUT  : A (ASCII : 8 BIT)
;         OUTPUT ADDRESS  : DPTR
;         OUTPUT : DECIMAL (4BIT) AT ADDRESS BY DPTR
;-------------------------------------------------------------------
LONIB]ATOD:    SUBB  A,#'0'    ;TRANSFER TO DECIMAL 0..9
               MOV   KEEP]DATA,A
               MOVX  A,@DPTR
               ANL   A,#MARK]LOW  ;11110000B
               ORL   A,KEEP]DATA  ;KEEP DECIMAL TO HIGH NIBBLE
               MOVX  @DPTR,A
               RET

;-------- DECIMAL TO ASCII ----------
;    INPUT  :  BUF]DEC
;    OUTPUT :  BUF]KEYDIPS
;-----------------------------------

DTOA:          MOV    R0,#BUF]KEYDIP
               MOV    R7,#10      ;CLEAR
               CLR    A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUBDTOA:  MOVX   @R0,A
          INC    R0
          DJNZ   R7,SUBDTOA

      ;***** CONVERT DECIMAL ($$$) TO ASCII ******

          MOV    R0,#BUF]KEYDIP
          MOV    DPTR,#BUF]DEC
          MOVX   A,@DPTR          ;CHECK NUMBER (0$$$)

          CJNE   A,#00,DTOA1
          SJMP   DTOA2
DTOA1:    MOVX   A,@DPTR
          ACALL  LONIB]DTOA
          INC    DPTR
          INC    R0
          MOVX   A,@DPTR
          ACALL  HINIB]DTOA
          INC    R0
          MOVX   A,@DPTR
          ACALL  LONIB]DTOA
          SJMP   DTOA6

DTOA2:    INC    DPTR
          MOVX   A,@DPTR
          MOV    KEEP]DATA,A
          ANL    A,#MARK]LOW      ;11110000H
          SWAP   A
          CJNE   A,#00,DTOA3
          SJMP   DTOA4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DTOA3:      MOVX    A,@DPTR
            ACALL   HINIB]DTOA
            INC     R0
            MOVX    A,@DPTR
            ACALL   LONIB]DTOA
            SJMP    DTOA6

DTOA4:      MOV     A,KEEP]DATA
            ANL     A,#MARK]HIGH      ;00001111H
            CJNE    A,#00,DTOA5
            MOV     A,#00             ;=0.
            ACALL   LONIB]DTOA
            SJMP    DTOA6
DTOA5:      MOVX    A,@DPTR
            ACALL   LONIB]DTOA

      ;***** CONVERT DECIMAL (POINT NUMBER(%%%%%%)) TO ASCII *****

DTOA6:      INC     R0
            MOV     @R0,#'.'          ;MARK POINT

            MOV     R4,#3             ;FIRST POINT NUMBER
            MOV     DPTR,#BUF]DEC+1
DTOA7:      INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            INC     R0
            ACALL   HINIB]DTOA
            MOVX    A,@DPTR
            INC     R0
            ACALL   LONIB]DTOA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DJNZ    R4,DTOA7

            RET

;--------- CONVERT DECIMAL(4BIT) TO ASCII(8BIT) HIGH NIBBLE --------
;         INPUT  : A (ASCII : 4 BIT)
;         OUTPUT ADDRESS  : R0
;         OUTPUT : ASCII (8BIT) AT ADDRESS BY R0
;-----------------------------------------------------------------
HINIB]DTOA:     ANL   A,#MARK]LOW  ;11110000B
                SWAP  A
                ADD   A,#'0'     ;TRANSFER TO ASCII 0..9
                MOV   @R0,A
                RET

;--------- CONVERT DECIMAL(4BIT) TO ASCII(8BIT) LOW NIBBLE --------
;         INPUT  : A (ASCII : 4 BIT)
;         OUTPUT ADDRESS  : R0
;         OUTPUT : ASCII (8BIT) AT ADDRESS BY R0
;-----------------------------------------------------------------
LONIB]DTOA:     ANL   A,#MARK]HIGH  ;00001111B
                ADD   A,#'0'     ;TRANSFER TO ASCII 0..9
                MOV   @R0,A
                RET

;-------- DECIMAL TO HEXADECIMAL ---------
;         INPUT  :  BUF]DEC
;         OUTPUT :  BUF]HEX
;-----------------------------------------
DTOH:     MOV   DPTR,#BUF]HEX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   R3,#5             ;0$$$.%%%%% = 5 BYTE
            CLR   A
DTOH1:      MOVX  @DPTR,A
            INC   DPTR
            DJNZ  R3,DTOH1

      ;****** CONVERT DECIMAL TO HEXADECIMAL (0$$$) ******
      ;     INPUT : BUF]DEC (ADDRESS 9020H : HIGH)
      ;                     (ADDRESS 9021H : LOW)
      ;     OUTPUT : BUF]HEX (ADDRESS 9010H : HIGH)
      ;                      (ADDRESS 9011H : LOW)

            MOV   R5,#16
INTDTOH1:   MOV   R4,#2
            CLR   A
            CLR   C                 ;CLEAR CARRY FLAG
            MOV   DPTR,#BUF]DEC
INTDTOH2:   MOVX  A,@DPTR
            RRC   A
            MOV   SAVE]CF,C
            CLR   C
            JNB   ACC.7,INTDTOH3
            SUBB  A,#30H
INTDTOH3:   JNB   ACC.3,INTDTOH4
            SUBB  A,#3
INTDTOH4:   MOVX  @DPTR,A
            INC   DPTR
            MOV   C,SAVE]CF
            DJNZ  R4,INTDTOH2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   DPTR,#BUF]HEX
            MOVX  A,@DPTR
            RRC   A
            MOVX  @DPTR,A
            INC   DPTR
            MOVX  A,@DPTR
            RRC   A
            MOVX  @DPTR,A
            DJNZ  R5,INTDTOH1

        ;****** CONVERT DECIMAL TO HEXADECIMAL (.%%%%%%) ******
        ;      INPUT : BUF]DEC (ADDRESS 9022H : HIGH)
        ;                      (ADDRESS 9024H : LOW)
        ;      OUTPUT : BUF]HEX (ADDRESS 9012H : HIGH)
        ;                       (ADDRESS 9014H : LOW)

            MOV   R5,#24
POIDTOH1:   MOV   R4,#3
            CLR   A
            CLR   C                ;CLEAR CARRY FLAG
            MOV   DPTR,#BUF]DEC+4
POIDTOH2:   MOVX  A,@DPTR
            MOV   KEEP]DATA,A
            ADDC  A,KEEP]DATA      ;= x2 (MUL 2)
            DA    A                ;CONVERT TO BCD
POIDTOH3:   MOVX  @DPTR,A
            LCALL DECDPTR
            DJNZ  R4,POIDTOH2

            MOV   R2,#3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   DPTR,#BUF]HEX+4
POIDTOH4:   MOVX  A,@DPTR
            RLC   A
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL DECDPTR
            DJNZ  R2,POIDTOH4
            DJNZ  R5,POIDTOH1

            RET

;-------- HEXADECIMAL TO DECIMAL ---------
;           INPUT  :  BUF]HEX
;           OUTPUT :  BUF]DEC
;-----------------------------------------
HTOD:       MOV   DPTR,#BUF]DEC
            MOV   R3,#5           ;0$$$.%%%%% = 5 BYTE
            CLR   A
HTOD1:      MOVX  @DPTR,A
            INC   DPTR
            DJNZ  R3,HTOD1

      ;****** CONVERT HEXADECIMAL TO DECIMAL (0$$$) ******
      ;     INPUT : BUF]HEX (ADDRESS 9010H : HIGH)
      ;                     (ADDRESS 9011H : LOW)
      ;     OUTPUT : BUF]DEC (ADDRESS 9020H : HIGH)
      ;                      (ADDRESS 9021H : LOW)

            MOV   R4,#16
HTOD2:      MOV   DPTR,#BUF]HEX+1
            CLR   C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX   A,@DPTR
        RLC    A
        MOVX   @DPTR,A
        LCALL  DECDPTR
        MOVX   A,@DPTR
        RLC    A
        MOVX   @DPTR,A

        MOV    R6,#2
        MOV    DPTR,#BUF]DEC+1
HTOD3:  MOVX   A,@DPTR
        MOV    KEEP]DATA,A
        ADDC   A,KEEP]DATA
        DA     A
        MOVX   @DPTR,A
        LCALL  DECDPTR
        DJNZ   R6,HTOD3
        DJNZ   R4,HTOD2

;****** CONVERT HEXADECIMAL TO DECIMAL (.%%%%%%) ******
;      INPUT : BUF]HEX (ADDRESS 9012H : HIGH)
;                      (ADDRESS 9014H : LOW)
;      OUTPUT : BUF]DEC (ADDRESS 9022H : HIGH)
;                       (ADDRESS 9024H : LOW)

        MOV    R7,#24
        MOV    A,#50H           ;INITIAL VALUE =0.500000
        MOV    DPTR,#BUF]POINT
        MOVX   @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
POIHTOD0:  MOV   R6,#3
           CLR   C                  ;CLEAR CARRY
           MOV   DPTR,#BUF]HEX+4
POIHTOD1:  MOVX  A,@DPTR
           RLC   A
           MOVX  @DPTR,A
           LCALL DECDPTR
           DJNZ  R6,POIHTOD1

           JNC   POIHTOD2

           CLR   C
           MOV   DPTR,#BUF]POINT+2
           MOVX  A,@DPTR
           MOV   R2,A
           MOV   DPTR,#BUF]DEC+4
           MOVX  A,@DPTR
           ADDC  A,R2
           DA    A
           MOVX  @DPTR,A

           MOV   DPTR,#BUF]POINT+1
           MOVX  A,@DPTR
           MOV   R2,A
           MOV   DPTR,#BUF]DEC+3
           MOVX  A,@DPTR
           ADDC  A,R2
           DA    A
           MOVX  @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   DPTR,#BUF]POINT+0
            MOVX  A,@DPTR
            MOV   R2,A
            MOV   DPTR,#BUF]DEC+2
            MOVX  A,@DPTR
            ADDC  A,R2
            DA    A
            MOVX  @DPTR,A

POIHTOD2:   MOV   R4,#3                    ;BUILD 1/2,1/4,1/8,1/16...
            CLR   A
            CLR   C                 ;CLEAR CARRY FLAG
            MOV   DPTR,#BUF]POINT
POIHTOD3:   MOVX  A,@DPTR
            RRC   A
            MOV   SAVE]CF,C
            CLR   C
            JNB   ACC.7,POIHTOD4
            SUBB  A,#30H
POIHTOD4:   JNB   ACC.3,POIHTOD5
            SUBB  A,#3
POIHTOD5:   MOVX  @DPTR,A
            INC   DPTR
            MOV   C,SAVE]CF
            DJNZ  R4,POIHTOD3
            DJNZ  R7,POIHTOD0
            RET

;------------ DECREMENT DPTR (ONE STEP) ------------
DECDPTR:    MOV   SAVE]CF,C
```

นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   A,DPL
            CLR   C
            SUBB  A,#1
            MOV   DPL,A
            MOV   A,DPH
            SUBB  A,#0
            MOV   DPH,A
            MOV   C,SAVE]CF
            RET

INTRO1:     DB    '       KMITL       '
INTRO2:     DB    'SINGLE LOOP CONTROL '
MODE:       DB    '  ***** MODE *****  '
SEND]ERR:   DB    ' --- SEND ERROR --- '
RECE]ERR:   DB    ' - RECEIVE ERROR -  '
DATA]ERR:   DB    ' --- DATA ERROR --- '
ERROR:      DB    '  ---- ERROR ----   '
KEY:        DB    '  ----  KEY  ----   '
RS232]ERR:  DB    ' - TRANSFER DATA -  '
OK:         DB    '  *****  OK  *****  '
BAUD]SEL1:  DB    ' <-  BAUD RATE  ->  '
BAUD]SEL2:  DB    ' <-   SELECT    ->  '
CON]PAT1:   DB    ' <-   CONTROL   ->  '
CON]PAT2:   DB    ' <-   PATTERN   ->  '
SET]PAR1:   DB    ' <-     SET     ->  '
SET]PAR2:   DB    ' <-  PARAMETER  ->  '
CON]ACT1:   DB    ' <-   ACTION    ->  '
CON]ACT2:   DB    ' <-   CONTROL   ->  '
USE]AUTO1:  DB    ' ----- SYSTEM --    '
USE]AUTO2:  DB    ' - AUTOMATIC MODE - '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BAR]9600:  DB    '   [ 9600 ]      '
BAR]4800:  DB    '    [ 4800 ]     '
BAR]2400:  DB    '    [ 2400 ]     '
BAR]1200:  DB    '    [ 1200 ]     '
BAR]600:   DB    '    [  600 ]     '
BAR]300:   DB    '    [  300 ]     '
BAR]150:   DB    '    [  150 ]     '
BAR]75:    DB    '    [  75  ]     '
INPUT:     DB    '->'
CLE]INPUT: DB    '->                '
WORD]9600: DB    '9600'
WORD]4800: DB    '4800'
WORD]2400: DB    '2400'
WORD]1200: DB    '1200'
WORD]600:  DB    '600'
WORD]300:  DB    '300'
WORD]150:  DB    '150'
WORD]75:   DB    '75'
BAR]AUTO:  DB    '  [ AUTOMATIC ]   '
BAR]MANU:  DB    '    [ MANUAL ]    '
BAR]DIRE:  DB    '    [ DIRECT ]    '
BAR]REVE:  DB    '   [ REVERSE ]    '
WORD]AUTO: DB    'AUTOMATRIC'
WORD]MANU: DB    'MANUAL'
WORD]DIRE: DB    'DIRECT'
WORD]REVE: DB    'REVERSE'
BAR]KP:    DB    '[ KP  =           ]'
BAR]KI:    DB    '[ KI  =           ]'
BAR]TD:    DB    '[ TD  =           ]'
BAR]DC0:   DB    '[ DC0 =           ]'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX B

– GRAPHICS PROGRAM –

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <graphics.h>
#include <dos.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
#include <stdio.h>
#include <stdarg.h>
#include <stdlib.h>
#include <alloc.h>
#include <sys\stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <errno.h>
#include <io.h>
#include <bios.h>
#include <ctype.h>
#define TRUE  1
#define FALSE 0

/********************  MAIN ROUTINE ****************************/
#define MAIN        0
#define PARAMETER   1
#define LEVEL       2
#define HELP        3
#define QUIT        4
#define CTRL]QUIT   5
#define TIMER 0X1C
void interrupt clock(void) ;
void menu]select(), area(), cursor(), gr]get]fname() ;
int pull]down(), get]fname() ;
void graph]scale(), y]axis() ;
void zerokey() ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void Show() ;
void graph]level();
void Level]pro(),Animat]pro();
/*******************INTERFACE INPUT $ OUTPUT ROUTINE ********************/
#define UPKEY 0x4800
#define DOWNKEY 0x5000
#define LEFTKEY 0x4b00
#define RIGHTKEY 0x4d00
#define PageUP 0x4900
#define PageDn 0x5100
#define A]KEY 0x1e61
#define M]KEY 0x326d
#define  Enter   '\x0D'
#define  Esc     '\x1B'
#define  Null    '\x0'
#define  EOT     '\x04'    /*0x04 END OF TRANSMIT*/
#define  STX     0x02      /*START TEXT*/
#define  ETX     0x03      /*END TEXT*/
#define  ENQ     0x05      /*START BLOCK*/
#define  ACK     0x06
#define  NAK     0x15      /*FAIL*/
#define  COM1    1
#define  COM2    2
#define  PORT]OUTPUT          0x3F8
#define  PORT]INT]ENABLE      0X3F9
#define  PORT]INT]IDENTIFIC   0X3FA
#define  PORT]LINE]CONTROL    0x3FB
#define  PORT]MODEM]CONTROL   0x3FC
#define  PORT]LINE]STATUS     0x3FD
#define  PORT]STATUS]MODEM    0x3FE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define  BAUDRATE]9600 . 0xE3  /*(ALL) 1 stop,no parity,8 data bit */
#define  BAUDRATE]4800   0xC3
#define  BAUDRATE]2400   0xA3
#define  BAUDRATE]1200   0x83
#define  BAUDRATE]600    0x63
#define  BAUDRATE]300    0x43
#define  BAUDRATE]150    0x23
#define  baud]9600]hight   0x00
#define  baud]9600]low     0x0C
#define  baud]4800]hight   0x00
#define  baud]4800]low     0x18
#define  baud]2400]hight   0x00
#define  baud]2400]low     0x30
#define  baud]1200]hight   0x00
#define  baud]1200]low     0x60
#define  baud]600]hight    0x00
#define  baud]600]low      0xC0
#define  baud]300]hight    0x01
#define  baud]300]low      0x80
#define  baud]150]hight    0x03
#define  baud]150]low      0x00
#define  baud]75]hight     0x06
#define  baud]75]low       0x00
#define  max]hex  5
#define  max]ascii  11
#define  abort  0
#define  vecter]time  0x1C
#define  CODE]DIRE     0x12     /*DIRECT ACTION*/
#define  CODE]REVE     0x15     /*REVERSE ACTION*/
#define  CODE]AUTO     0x22     /*AUTOMATIC*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define  CODE]MANU      0x25      /*MANUAL*/
#define  CODE]9600      0x30      /*BAUD RATE = 9600*/
#define  CODE]4800      0x31      /*BAUD RATE = 4800*/
#define  CODE]2400      0x32      /*BAUD RATE = 2400*/
#define  CODE]1200      0x33      /*BAUD RATE = 1200*/
#define  CODE]600       0x34      /*BAUD RATE = 600*/
#define  CODE]300       0x35      /*BAUD RATE = 300*/
#define  CODE]150       0x36      /*BAUD RATE = 150*/
#define  COMMAND]RE]BAU]RAT    0xA0   /*RECEIVE  BAUD RATE FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]CON]PAT    0x90   /*RECEIVE  PATTERN(AUTO OR MANU)*/
      /*FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]CON]ACT    0x80   /*RECEIVE  ACTION(DIR OR REV)*/
     /*FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]KP      0xB0    /*RECEIVE  KP  FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]KI      0xB1    /*RECEIVE  KI  FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]TD      0xB2    /*RECEIVE  TD  FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]DC0     0xB3    /*RECEIVE  DC0  FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]SP      0xB4    /*RECEIVE  SP  FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]MV      0xB5    /*RECEIVE  MV  FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]DT      0xB6    /*RECEIVE  DT  FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]SPPV    0xD8    /*RECEIVE SP+PV FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]RE]MVPV    0xDA    /*RECEIVE MV+PV FROM 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]BAU]RAT  0xA5  /*SEND BAUD RATE TO 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]CON]PAT  0x95  /*SEND PATTERN(AUTO OR MANU)*/
   /*TO 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]CON]ACT  0x85  /*SEND ACTION(DIR OR REV)*/
   /*TO 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]KP      0xC0    /*SEND  KP  TO 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]KI      0xC1    /*SEND  KI  TO 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]TD      0xC2    /*SEND  TD  TO 68HC11*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define  COMMAND]SE]DC0      0xC3     /*SEND  DC0 TO 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]SP       0xC4     /*SEND  SP  TO 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]MV       0xC5     /*SEND  MV  TO 68HC11*/
#define  COMMAND]SE]DT 0xC6     /*SEND  DT  TO 68HC11*/
volatile  int  count]display = 0;
volatile  unsigned char number]data]interrupt;
volatile  code]interrupt;
unsigned char data[max]hex];/**** volatile  unsigned char  data[5]; ****/
char  data]ascii[max]ascii];
unsigned char num;
double num]d;
int PORT]COM;
unsigned char super]data]receive;
unsigned char code]in;    /* input code */
int count]fox;
volatile int port]interrupt;
void atoh(int point]number);
void change]dtoh(int data]d);
void htoa(int point]number,int number]digit);
void change]htod(unsigned char data]f);
void transfer(int nodata,unsigned char number]data
      ,unsigned char code]tran);
void send(unsigned char data]send);
void SET8250(unsigned char baud]rate]high,unsigned char baud]rate]low);
void receive();
div]t x;
void wait();
void static interrupt (*oldcom)(void);
void static interrupt newcom(void);
int c]break(void)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
   setvect(vecter]time,oldcom);
   printf("CONTROL - BREAK HIT.");
   return(abort);
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
char *main_menu[]  = { "Parameter", "Level", "Help", "Quit"} ;
char *parameter_menu[]  = { "Kp", "Ki", "Kd","Sv","Mv","DCO","DT","Port","Status",'
char *level_menu[] = { "Process", "Graph"} ;
char *Help_menu[]   ={ "kp,ki,kd", "Sv,Mv","DCO","DT","Port,Status","Action"} ;
char *quit_menu[]  = { "Yes", "No"} ;
// MAIN
char filename[20] = "" ;
int menu_status[6] = {0, 0, 0, 0, 1, 1} ;
int graphdriver, graphmode, maxcolors, errorcode = 0 ;
int maxx, maxy, maxcolor ;
int data_in = FALSE ;
int graph_area[4] = {160-10 , 80, 640-10, (int)80+150*2.5} ;
char save1[9] ;
int save2, save3 ;
float save4, save5, save6, save7, save8 ;
void initit ial_graphic() ;
void far *print_image ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include "a:\source2\concrete.i"
#include "a:\source2\variable.i"
void main()
{
int temp ;
unsigned int size ;
extern char data]ascii[max]ascii];
extern unsigned char data[max]hex];
int point,k;
extern int PORT]COM;
extern int count]fox; /*********************/

  clrscr();
     PORT]COM = 2;
SET8250(baud]9600]hight,baud]9600]low);
  count]fox = 0;                    /************/

/* Prepare memory for save printer area */
inititial]graphic() ;
menu]select() ;
for(;;)
{
settextjustify(LEFT]TEXT, TOP]TEXT) ;
menu]status[MAIN] = menu]select1() ; /* P L F Q */
switch(menu]status[MAIN])
{
case 0 : temp = pull]down(27, 44, 9, parameter]menu, PARAMETER) ;
menu]status[PARAMETER] = (temp==-1) ? menu]status[PARAMETER] : temp ;
switch(temp)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case -1 :
 break;
case 0  : /* kp */
transfer(0,'\x00',COMMAND]RE]KP);
htoa(3,7);
code]in = COMMAND]SE]KP;
get]fname(100, 100, "1/GAIN", RED, YELLOW);
 break ;
case 1  : /* ki */
transfer(0,'\x00',COMMAND]RE]KI);
htoa(3,7);
code]in = COMMAND]SE]KI;
get]fname(100,100, "Integral Time",BLUE,WHITE);
 break ;
case 2  :/* kd */
transfer(0,'\x00',COMMAND]RE]TD);
htoa(3,7);
code]in = COMMAND]SE]TD;
get]fname(100,100, "Derivative Time",RED,YELLOW);
 break ;
case 3  :/* sp */
transfer(0,'\x00',COMMAND]RE]SP);
htoa(3,7);
code]in = COMMAND]SE]SP;
get]fname(100,100, "Set Point",BLUE,WHITE);
 break;
case 4  :/* mv */
get]fname(100,100, "Measure Value",RED,YELLOW);
 break;
case 5  :/* dc0 */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
transfer(0,'\x00',COMMAND]RE]DC0);
htoa(3,7);
code]in = COMMAND]SE]DC0;
get]fname(100,100, "Zero Error",BLUE,WHITE);
 break;
case 6  :/* dt  */
transfer(0,'\x00',COMMAND]RE]DT);
htoa(3,3);  /* 0 - 100 */
code]in = COMMAND]SE]DT;
get]fname(100,100, "Delay Time",RED,YELLOW);
 break;
case 7  :/* port */
get]fname(100,100, "Communication",BLUE,WHITE);
 break;
case 8  :/* status */
transfer(0,'\x00',COMMAND]RE]CON]PAT);
code]in = COMMAND]SE]CON]PAT;
 get]fname(100,100, "Function",RED,YELLOW);
 break;
case 9  :/* Action */
transfer(0,'\x00',COMMAND]RE]CON]ACT);
code]in = COMMAND]SE]CON]ACT;
get]fname(100,100, "Action",BLUE,WHITE);
 break;
}
break ;
case 1 : temp = pull]down(178, 44, 1, level]menu, LEVEL) ;
menu]status[LEVEL] = (temp==-1) ? menu]status[LEVEL] : temp ;
switch(temp)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 case -1 :
 break ;
 case 0  :
 Level]pro();
 Animat]pro();
 break ;
 case 1  :
 graph]level();
 break ;
 }
 break ;
 case 2 : temp = pull]down(335, 44, 5, Help]menu, HELP) ;
 menu]status[HELP] = (temp==-1) ? menu]status[HELP] : temp ;

 switch(temp)
 {
 case -1 : break ;

 case 0  :
  Show(0,60,maxx,maxy,1,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);
  Show(10,70,maxx-10,maxy-10,2,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);
  Show(200,80,400,110,2,"Parameter Kp",LIGHTGRAY,DARKGRAY);
  settextstyle(TRIPLEX]FONT,HORIZ]DIR,1);
  setcolor(BLACK);
  outtextxy(30,130,"Kp :");
  settextstyle(TRIPLEX]FONT,HORIZ]DIR,3);
  setcolor(DARKGRAY);
  outtextxy(60,130,"Is 1/Gain I want floating point");
  k = bioskey(0);
  switch(k)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 {
 case  PageUP :
 Show(0,60,maxx,maxy,1,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);
 Show(10,70,maxx-10,maxy-10,2,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);
 Show(200,80,400,110,2,"Parameter Ki",LIGHTGRAY,DARKGRAY);
 settextstyle(TRIPLEX]FONT,HORIZ]DIR,1);
 setcolor(BLACK);
 outtextxy(30,130,"Ki :");
 setcolor(DARKGRAY);
 outtextxy(55,130,"Integal Time of nikhom");
break;
 case PageDn :
break;

}
 /*   graph]scale() ;
control() ;   */
case 1  :
 break ;
}
break ;
case 3 : temp = pull]down(490, 44, 1, quit]menu, QUIT) ;
menu]status[QUIT] = (temp==-1) ? menu]status[QUIT] : temp ;
switch(temp)
{
case -1 : break ;
case 0  :
 farfree(print]image) ;
// closegraph() ;
 exit(0) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  break ;
 case 1  :
  break ;
 }
 break ;
 case -1 : menuistatus[MAIN] = 0 ;
  break ;
 }
 zerokey() ;
 }
 }

 void inititialigraphic()
 {
   graphdriver = DETECT ;
   initgraph(&graphdriver, &graphmode, "c:\\tcpp\\bgi") ;
   errorcode = graphresult() ;
   if(errorcode != grOk)
   {
printf("Graphics System Error : %s\n", grapherrormsg(errorcode)) ;
exit(1) ;
   }
   maxcolors = getmaxcolor() ;
   maxx = getmaxx() ;
   maxy = getmaxy() ;
}

int menuicolor[4]  = {LIGHTGRAY, BLACK, BLUE, WHITE} ;
 /* Bkigrid, Frigrid BAR Bkigrid, Frigrid */
int menuiselect1()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 {
 int menu]count = 3 ; /* Amount of menu choice start from  0 */
 int xstart = 10, ystart = 10 ;
 int dy = 30, dx ;
 int i, choice = menu]status[0] ;
 union inkey
  {
 char ch[2];
 int i;
  } c;
 int arrow]choice ;

 setusercharsize(2, 1, 2, 1) ;
 settextstyle(SANS]SERIF]FONT, HORIZ]DIR, 1) ;
 dx = ( maxx-(xstart*2) ) / (menu]count+1) ;
 Show(xstart+(choice*dx), ystart, xstart+(dx*(choice+1)),
  ystart+dy, 1, main]menu[choice], menu]color[2], menu]color[3]) ;

 for(;;)
 {
 while(!bioskey(1)) ; /* Wait for key stroke */
 c.i = bioskey(0);    /* read key */
 if(c.ch[0] == '\r')
 {
 Show(xstart+(choice*dx), ystart, xstart+(dx*(1+choice)),
  ystart+dy, 2, main]menu[choice], menu]color[2], menu]color[3]) ;
 return choice ;
 }
 if(c.ch[0] == 27) /* ESC */
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 Show(xstart+(choice*dx), ystart, xstart+(dx*(1+choice)),
  ystart+dy, 1, main]menu[choice], menu]color[0], menu]color[1]) ;
 return -1 ;
 }
 Show(xstart+(choice*dx), ystart, xstart+(dx*(1+choice)),
  ystart+dy, 1, main]menu[choice], menu]color[0], menu]color[1]) ;
 switch(c.ch[1])
 {
 case 75 : /* Left */
 choice-- ;
 break;
 case 77 : /* Right */
 choice++ ;
 break;
 }
 if(choice == menu]count+1) choice = 0;
 if(choice < 0) choice = menu]count;
 Show(xstart+(choice*dx), ystart, xstart+(dx*(1+choice)),
  ystart+dy, 1, main]menu[choice], menu]color[2], menu]color[3]) ;
  }
 }

 void beep()
 {
 sound(800) ;
 delay(50) ;
 sound(600);
 delay(50) ;
 nosound() ;
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void cursor(x, y, bk]color, fo]color, string)
int x, y, bk]color,fo]color ;
char *string ;
{
  setfillstyle(SOLID]FILL, bk]color) ;
  bar(x, y, x+112, y+19) ;
  setcolor(fo]color) ;
  outtextxy(x+20, y, string) ;
}

void menu]select()
{
int menu]count = 3 ; /* Amount of menu choice start from  0 */
int xstart = 10, ystart = 10 ;
int x = 0 ; /* Location of x, y start */
int dy = 30, dx ;
int i  ;

setfillstyle(SOLID]FILL, BLACK) ;
bar(0, 0, maxx, 70) ;
setusercharsize(2, 1, 2, 1) ;
settextstyle(SANS]SERIF]FONT, HORIZ]DIR, 1) ;
settextjustify(LEFT]TEXT, TOP]TEXT) ;
Show(3, 3, maxx-3, 50, 2, "" , LIGHTGRAY, LIGHTGRAY) ;
dx = ( maxx-(xstart*2) ) / (menu]count+1) ;
x = xstart ;
for(i = 0;i <= menu]count; i++, x+=dx)
{
Show(x, ystart, xstart+(dx*(i+1)), ystart+dy, 1, main]menu[i],
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 menu[color[0], menu[color[1]) ;
}
}

int pull[down(x, y, count, menu, menu[number) /* Count start from 0 */
int x, y, count ;
char *menu[] ;
int menu[number ;
{
int i ;
int endx, endy ;
int dy = 20, dx = 122 ;
int choice = menu[status[menu[number] ;
int yoffset = dy/2 ;
unsigned size ;
void far *image[ptr ;
union inkey
 {
char ch[2];
int i;
 } c;

size = imagesize(x, y, x+dx+10, y+((count+2)*dy)+10) ; /* Shadow */
if ((image[ptr = farmalloc(size)) == NULL)
{
closegraph();
farfree(print[image) ;
printf("Error: not enough heap space in pull[down().\n");
exit(1);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
getimage(x, y, x+dx+10, y+((count+2)*dy)+10, image]ptr) ; /* Shadow */
setusercharsize(2, 1, 2, 1) ;
settextstyle(SANS]SERIF]FONT, HORIZ]DIR, 1) ;
settextjustify(LEFT]TEXT, TOP]TEXT) ;
setcolor(WHITE) ;
setfillstyle( CLOSE]DOT]FILL, CYAN) ;
bar(x+10, y+10, x+dx+10, y+((count+2)*dy)+10) ; /* Shadow */
setfillstyle(SOLID]FILL, LIGHTGRAY) ;
bar(x, y, x+dx, y+((count+2)*dy)) ;
rectangle(x, y, x+dx, y+((count+2)*dy)) ;
setcolor(BLACK) ;
for(i = 0; i <= count; i++)
{
  cursor(x+5, y+yoffset+(i*dy), LIGHTGRAY, BLACK, menu[i]) ;
}
cursor(x+5, y+yoffset+(dy*choice), RED, WHITE, menu[choice]) ;

for(;;)
{
while(!bioskey(1)) ; /* Wait for key stroke */
c.i = bioskey(0);    /* read key */
if(c.ch[0] == '\r')
{
putimage(x, y, image]ptr, COPY]PUT) ;
farfree(image]ptr) ;
return(choice) ;
}
if(c.ch[0] == 27)  /* ESC */
{
putimage(x, y, image]ptr, COPY]PUT) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
farfree(imageptr) ;
return(-1) ;
}
cursor(x+5, y+yoffset+(choice*dy), LIGHTGRAY, BLACK, menu[choice]) ;
switch(c.ch[1])
{
case 72 : /* Up */
choice-- ;
break ;
case 80 : /* Down */
choice++ ;
break ;
}
if(choice > count)
{
choice = count ;
beep() ;
}
if(choice<0)
{
choice = 0 ;
beep() ;
}
cursor(x+5, y+yoffset+(dy*choice), RED, WHITE, menu[choice]) ;
}
}

int getlfname(x, y, text, bklcolor, frlcolor)    /* make input code */
int x, y;
char *text ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FILE *fp ;
int type, count = 0,i = 0,error = 0,k,data,resaut;
float step =.05;
extern char data[ascii[max]ascii];
extern unsigned char code[in;
char ch ;
//char oldstr[15] ;
char str[15] = "" ;
char text[15] =  "" ;
strcpy(filename, "") ;

//strcpy(oldstr,data[ascii);
while(data[ascii[i++] != '.');
  if(data[ascii[i+2] > '5')     /* after point more than 5 --> +1 */
  {
  ++data[ascii[i+1];
 if(data[ascii[i+1] > '9')
{
  ++data[ascii[i];
  i -= 1;
}
  }
  data[ascii[i+2] = '\0';

 if(data[ascii[0] == '0')
  data[ascii[0] = '\0';
 outtextxy(x,y,data[ascii);

 while( ch != '\x20')   /* Space bar & Esc to clear str */
  if(kbhit()) ch = getch();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setcolor(bk]color) ;
outtextxy(x,y,data]ascii);

/***    oldcom = getvect(vecter]time);
  setvect(vecter]time,newcom); ****/
 do
 {
type =  -2;
k = bioskey(0);
switch(k)
 {
 case UPKEY:
 break;
 case DOWNKEY: outtextxy(x,y,"down");
 break;
 case LEFTKEY: outtextxy(x,y,"left");
 break;
 case RIGHTKEY:outtextxy(x,y,"right");
 break;
 case A]KEY:outtextxy(x,y," AUTO ");
 break;
 case M]KEY:outtextxy(x,y," MANUAL ");
 break;
 default:
{
ch = (char)(k &= 0x00FF);

  if ((ch>='0')&&(ch<='9')) type = 1 ;  /* input 0-9 */
  if(ch=='.')
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if(error==0)
  {
   error = 1;
   type = 1;
  }
   else type = 3 ;
   }
  if(ch==13) type = 0 ;  /* input Enter */
  if(ch==27) type = -1 ; /* input Esc */
  if(ch==8) type = 2 ;   /* input back space */
  switch(type)
  {
   case -1 : str[0] = '\0' ; /* Esc */
   break ;
 case 0 : str[count] = '\0' ; /* Enter */
   break ;
 case 1 : if( (ch>='A')&&(ch<='Z') )ch -= ('A'-'a') ;
 str[count] = ch ;    /* A-Z, a-z, 0-9 */
 count++ ;
 str[12] = '\0' ;
   break ;
 case 2 : count-=1 ; /* Back space */
 if(str[count] == '.')
 error = 0;
 str[count] = '\0' ;
   break ;
 default : beep() ;
   break ;
 }
  if(count<0)
```

เอกสารนี้เป็นการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
   count = 0 ;
 beep() ;
  }
  if(count==13)
  {
   count = 12 ;
 beep() ;
  }
  setcolor(bklcolor) ;
  outtextxy(x, y, text) ; /* clear old massage */
  setcolor(frlcolor) ;
  outtextxy(x, y, str) ;
  strcpy(text, str) ;
  strcat(text, " ") ;
  }
  }
  }
while( (type!=0)&&(type!=-1) ) ;
strcpy(filename, str) ;
if(count != 0)          /* return value from Hardware */
 {
 strcpy(datalascii, str);   /* out to Hardware */
atoh(3);
transfer(1,'\x03',codelin);
beep();
 }

}
void atoh(int pointlnumber)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
int i,j,number1;
double number2,high;
unsigned char keep;
char data]decimal[max]ascii];
extern char data]ascii[max]ascii];
extern unsigned char num,data[max]hex];

    for(j=0;j < point]number;j++)
      data]decimal[j] = data]ascii[j];
      data]decimal[j] = Null;
number1 = atoi(data]decimal);
number2 = atof(data]ascii);
number2 -= number1;
x = div(number1,16);
data[0] = 0x00;
change]dtoh(x.quot); /*highnibble = x.quot;*/
data[0] = num;       /*hig*/
data[0] <<= 4;
change]dtoh(x.rem);  /*lownibble = x.rem;*/
data[0] |= num;      /*low*/
       for(i=1;i<=2;i++)
       {
/**** number2 *= 16; ****/
high = modf((number2 *= 16),&number2);
change]dtoh(number2); /****number2 = double  *******/
/**** num <<= 4; ****/
data[i] = (num <<= 4);

/**** high *= 16; ****/
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
number2 = modf((high *= 16),&high);
changeIdtoh(high); /****** high = double ******/
data[i] |= num;
        }
}
void changeIdtoh(int dataId)
{
extern unsigned char num;
        switch(dataId)
        {
case 0:num = 0x0;
   break;
case 1:num = 0x1;
   break;
case 2:num = 0x2;
   break;
case 3:num = 0x3;
   break;
case 4:num = 0x4;
   break;
case 5:num = 0x5;
   break;
case 6:num = 0x6;
   break;
case 7:num = 0x7;
   break;
case 8:num = 0x8;
   break;
case 9:num = 0x9;
   break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 10:num = 0x0A;
   break;
case 11:num = 0x0B;
   break;
case 12:num = 0x0C;
   break;
case 13:num = 0x0D;
   break;
case 14:num = 0x0E;
   break;
case 15:num = 0x0F;
   break;
default:
  printf(" Convert decimal to hex error \n");
   exit(1);
       }
}
void htoa(int point]number,int number]digit)
{
extern unsigned char data[max]hex];
extern char data]ascii[max]ascii];
extern double num]d;
unsigned char dec1;
double dec]data;
char *point]ascii;
   dec1 = data[0];
   change]htod(dec1 >>=4);  /* high nibble */
   dec]data = num]d * 16;
   change]htod(data[0] &= 0x0F); /* low nibble */
   dec]data += num]d;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    dec1 = data[1];
    change]htod(dec1 >>=4);
    dec]data = dec]data + (num]d * pow(16,-1));
    change]htod(data[1] &= 0x0F);
    dec]data = dec]data + (num]d * pow(16,-2));

    if(point]number == 2)
    {dec1 = data[2];
    change]htod(dec1 >>=4);
    dec]data = dec]data + (num]d * pow(16,-3));
    change]htod(data[1] &= 0x0F);
    dec]data = dec]data + (num]d * pow(16,-4));
    }
       gcvt(dec]data,number]digit,data]ascii);

}
void change]htod(unsigned char data]f)
{
extern double num]d;
        switch(data]f)
        {
case 0x00:num]d = 0;
    break;
case 0x01:num]d = 1;
    break;
case 0x02:num]d = 2;
    break;
case 0x03:num]d = 3;
    break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 0x04:numId = 4;
   break;
case 0x05:numId = 5;
   break;
case 0x06:numId = 6;
   break;
case 0x07:numId = 7;
   break;
case 0x08:numId = 8;
   break;
case 0x09:numId = 9;
   break;
case 0x0A:numId = 10;
   break;
case 0x0B:numId = 11;
   break;
case 0x0C:numId = 12;
   break;
case 0x0D:numId = 13;
   break;
case 0x0E:numId = 14;
   break;
case 0x0F:numId = 15;
   break;
default:
  printf(" Convert hex to decimal error \n");
   exit(1);
       }
}
void transfer(int nodata, unsigned char number[data,unsigned char code[tran)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 {
int i,num]fox=0;
unsigned char number,command;
extern unsigned char data[max]hex];
extern unsigned char super]data]receive;

      switch(nodata)
      {
   case 0 :  /* nodata = 0 :no data for send */
   send(ENQ);
   receive();
   if(super]data]receive != ACK)
   {
     printf("Handshaking error (case0.0)\n");
     exit(1);
   }
   send(code]tran);
   send(0x00); /* number data */

   receive();
   if(super]data]receive != ENQ)
   {
     send(NAK);
     printf("Handshaking error (0.1)\n");
     exit(1);
   }
   send(ACK);

   receive();
   command = super]data]receive;
```

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
receive();
(int)num]fox = super]data]receive;
for(i=0;i< num]fox;i++)
{
   receive();
   data[i] = super]data]receive;
}
break;

  case 1 :  /* nodata = 1 ;data for send */
send(ENQ);
receive();
if(super]data]receive != ACK)
{
  printf("Handshaking error\n");
  exit(1);
}
send(code]tran);
send(number]data);
num]fox = (int)number]data;
for(i=0;i< num]fox;i++)
{
    send(data[i]);
}
break;

default :
printf("code error (transfer)  \n");
exit(1);
break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
}
void SET8250(unsigned char baud]rate]high,unsigned char baud]rate]low)
{
extern int PORT]COM;
    switch(PORT]COM)
    {
        case 1 :   /* port COM1 */
        outportb(0x3FB,0x80);   /* set DLAB = 1 */
        outportb(0x3F8,baud]rate]low);   /* Boud rate = 9600 */
        outportb(0x3F9,baud]rate]high);  /* baud rata(hex=0x000C)*/
        outportb(0x3FB,0x03);   /* 1 stop bit, 8 data bit */
   /* DLAB = 0 */
        outportb(0x3FC,0x00);   /* set DTR,set RTS */
        outportb(0x3FC,0x01);   /* set DTR */
        break;

        case 2 :  /* port COM2) */
        outportb(0x2FB,0x80);   /* set DLAB = 1 */
        outportb(0x2F8,baud]rate]low);   /* Boud rate = 9600 */
        outportb(0x2F9,baud]rate]high);  /* baud rata(hex=0x000C)*/
        outportb(0x2FB,0x03);   /* 1 stop bit, 8 data bit */
   /* DLAB = 0 */
        outportb(0x2FC,0x00);  /* set DTR,set RTS */
        outportb(0x2FC,0x01);  /* set DTR */
        break;

        default:
        printf(" Assignment PORT ERROR (COM1 = 1)(COM2 = 2)(mode SET8250) \n");
        exit(1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
}
void wait()
{
extern int count]fox;
extern unsigned char super]data]receive;
receive();

printf("count]fox  :  %d  \n  ",++count]fox);
      printf("fox data  :  %x  \n",super]data]receive);

    if(super]data]receive != 0x2E){
       printf("Communication error\n");
       exit(1);
     }
}
void send(unsigned char data]send)
{
extern int PORT]COM;
/********** START PROGRAM SEND DATA TO 68HC11 ************/
      switch(PORT]COM)
      {
 case 1 :  /* port COM1 */
 while ((inportb(0x3FD) & 0x20) !=  0x20) /* LINE STATUS */
         if(kbhit())
 {
  printf("Error since press key (mode SEND DATA) \n");
  getch();
  exit(1);
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 outportb(0x3F8,data[send); /* OUTPUT */
 break;

 case 2 :   /* port COM2 */
 while ((inportb(0x2FD) & 0x20) !=  0x20) /* LINE STATUS */
         if(kbhit())
 {
  printf("Error since press key (mode SEND DATA) \n");
  getch();
  exit(1);
 }
 outportb(0x2F8,data[send); /* OUTPUT */
 break;

         default:
    printf(" Assignment PORT ERROR (COM1 = 1)(COM2 = 2)(mode SEND DATA)\n");
 exit(1);
      }
}
void receive()
{
extern int PORT[COM;
extern unsigned char super[data[receive;
  /***********  PROGRAM RECVICE DATA FROM 68HC11 **********/
 super[data[receive = 0x00;
      switch(PORT[COM)
      {
 case 1 :   /* port COM1 */
 while ((inportb(0x3FD) & 0x01) !=  0x01)
         if(kbhit())
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 {
  printf("Error since press key (mode RECEIVE DATA) \n");
  getch();
  exit(1);
 }
 super_data_receive = inportb(0x3F8);
 break;

 case 2 :   /* port COM2 */
 while ((inportb(0x2FD) & 0x01) !=  0x01)
         if(kbhit())
 {
  printf("Error since press key (mode RECEIVE DATA) \n");
  getch();
  exit(1);
 }
 super_data_receive = inportb(0x2F8);
 break;

         default:
    printf(" Assignment PORT ERROR (COM1 = 1)(COM2 = 2)(mode RECEIVE DATA)\n");
 exit(1);
       }
}
void static interrupt newcom(void)
{
int i=0,dig_dog;
unsigned char command;
extern unsigned char super_data_receive;
      if(count_display++ == 10)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
   disable();
   count]display = 0;

   send(ENQ);
   receive();
   if(super]data]receive != ACK)
   {
     printf("Handshaking error (within interrupt) \n");
     exit(1);
   }
     send(code]interrupt);
     send(0x00);
     receive();
if(super]data]receive != ENQ)
{
  send(NAK);
  printf("Handshaking error (within interrupt)\n");
  exit(1);
}
       send(ACK);

       receive();
       command = super]data]receive;
       receive();
       dig]dog = (int)super]data]receive;
       for(i=0;i< dig]dog;i++)
{
  receive();
  data[i] = super]data]receive;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น มีการตรวจสอบเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
        enable();
       }
}
```

```
void Show(x1, y1, x2, y2, type, Info, color, color]f)
int x1, y1, x2, y2, type ;
char Info[] ;
int color, color]f ;
{
   #define thick  3
   int inx1, inx2, iny1, iny2;
int x, y;
int w, h, textx, texty ;

   inx1 = x1 + thick ; iny1 = y1 + thick - 1;
   inx2 = x2 - thick ; iny2 = y2 - thick + 1;

   setwritemode(COPY]PUT);   // Draw button and put string
   setfillstyle(SOLID]FILL,LIGHTGRAY);

   if (type==3)
   {
      int px = (x2-x1)/2+x1;
      int py = (y2-y1)/2+y1;

      setcolor(BLACK);
      ellipse(px, py, 0, 360, x2-px+1, y2-py+1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ellipse(px, py, 0, 360, x2-px, y2-py);
setfillstyle(SOLIDFILL,WHITE);
fillellipse(px, py, x2-px-1, y2-py-1);
setfillstyle(SOLIDFILL,LIGHTGRAY);
fillellipse(px, py, x2-px-thick, y2-py-thick);
}
else {
bar(x1+1,y1+1,x2-1,y2-1);
setcolor(BLACK);
rectangle(x1,y1,x2,y2);
rectangle(x1-1,y1,x2+1,y2);
rectangle(inx1,iny1,inx2,iny2);
line(x1,y2,inx1,iny2);
line(x2,y1,inx2,iny1);

setfillstyle(SOLIDFILL,color);
   floodfill(inx1+1,iny1+1,BLACK);

   if (type==1) setfillstyle(SOLIDFILL,WHITE);
else      setfillstyle(SOLIDFILL,DARKGRAY);
   floodfill(x1+1,y1+1,BLACK);

   if (type==1) setfillstyle(SOLIDFILL,DARKGRAY);
else      setfillstyle(SOLIDFILL,WHITE);
   floodfill(x2-1,y2-1,BLACK);

   setcolor(LIGHTGRAY);
   line(x1,y2,inx1,iny2);
   line(x2,y1,inx2,iny1);
   rectangle(inx1,iny1,inx2,iny2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    setcolor(BLACK);
    rectangle(x1,y1,x2,y2);
}
w = textwidth(Info);
h = textheight(Info);
textx = ((inx2-inx1-w)/2)+inx1;
texty = ((iny2-iny1-h)/2)+iny1;
setcolor(color1f);
outtextxy(textx,texty,Info);
}

/* type 1,2[Line, dot] */
void grid(x1, y1, x2, y2, stepx, stepy, type, color)
int x1, y1, x2, y2, stepx, stepy, type, color ;
{
int x, y ;
setcolor(color) ;
for(y = y1; y <= y2; y += stepy) /* ------- grid */
switch(type)
{
case 1 : line(x1, y, x2, y) ;
break ;
case 2 : for(x = x1; x <= x2; x += stepx)
putpixel(x, y, color) ;
break ;
}
for(x = x1; x <= x2; x += stepx) /* : grid */
switch(type)                    /* : grid */
{
case 1 : line(x, y1, x, y2) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
break ;
case 2 : for(y = y1; y <= y2; y += stepy)
putpixel(x, y, color) ;
break ;
}
}
 void graphlscale()
{
setfillstyle(SOLIDlFILL, BLACK) ;
bar(0,50, maxx, maxy) ;
bar(graphlarea[0],graphlarea[1],graphlarea[2],graphlarea[3]) ;
 rectangle(graphlarea[0]-1,graphlarea[1]-1,graphlarea[2]+1,graphlarea[3]+1) ;
/*grid(graphlarea[0],graphlarea[1],graphlarea[2],graphlarea[3], 20, 37, 2,
WHITE) ;*/
grid(150,80,630,455,20,37,2,WHITE);
}
 void graphllevel()
{
 Show(0,60,maxx,maxy,1,"",LIGHTGRAY,BLACK);      /* black ground graph */
 Show(20,80,maxx-150,330,2,"",BLACK,LIGHTGRAY);      /* window graph */
 grid(23,83,maxx-154,323,12,12,2,LIGHTCYAN);         /* window scal */
 Show(maxx-130,130,maxx-110,330,2,"",CYAN,LIGHTGRAY);/* sp bar */
 Show(maxx-90,130,maxx-70,330,2,"",CYAN,LIGHTGRAY);  /* mv bar */
 Show(maxx-50,130,maxx-30,330,2,"",CYAN,LIGHTGRAY);  /* pv bar */
 Show(100,375,200,405,2,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);     /* show status */
 Show(100,425,200,455,2,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);     /* show action */
 Show(270,375,370,405,2,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);  /* show sp  */
 Show(270,425,370,455,2,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);     /* show mv  */
 Show(440,375,540,405,2,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);     /* show pv  */
 Show(maxx-80,maxy-20,maxx-5,maxy-5,1,"",LIGHTGRAY,LIGHTGRAY);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 /* logo group */
 setcolor(RED);
 settextstyle(TRIPLEX]FONT,HORIZ]DIR,1);
 outtextxy(170,340,"graph level control");
 outtextxy(maxx-133,105,"Sp");
 outtextxy(maxx-92,105,"Mv");
 outtextxy(maxx-52,105,"Pv");
 outtextxy(35,377,"Status");
 outtextxy(35,427,"Action");
 outtextxy(240,377,"Sp");
 outtextxy(237,427,"Mv");
 outtextxy(410,377,"Pv");
 setcolor(DARKGRAY);
 settextstyle(SMALL]FONT,HORIZ]DIR,4);
 outtextxy(maxx-60,maxy-17,"VTY 06");
}
  void Animat]pro()
{
  int i;
  setcolor(LIGHTCYAN);
  for(i=0;i<=108;i++)
  {
line(378-i,383,378-i,386);   /* tank2 to pump */
delay(10);
  }
  for(i=0;i<=22;i++)
  {
 line(229-i,375,229-i,379);  /* pump to control valve 1 */
 delay(10);
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 for(i=0;i<=148;i++)
 {
line(205,376-i,208,376-i);  /* pump to control valve 2 */
delay(10);
 }
 for(i=0;i<=70;i++)
 {
line(208+i,225,208+i,228);  /* pump to control valve 3 */
delay(10);
 }
 for(i=0;i<=96;i++)
 {
line(302+i,225,302+i,228);  /* control valve to tank1 */
delay(10);
 }
 setlinestyle(SOLID_LINE,0,NORM_WIDTH);
 for(i=0;i<=100;i++)
 {
line(402,229-i,498,229-i);  /* level tank1 up */
delay(10);
 }
}
void Level_pro()
{
  int i;
  setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);
  setcolor(0);
  bar(0,60,maxx,maxy);
  setcolor(YELLOW);
  rectangle(0,60,maxx,maxy);
```

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setcolor(LIGHTRED);
setlinestyle(SOLIDJLINE,0,THICKJWIDTH);
line(400,120,400,230);    /* tank */
line(500,120,500,230);
line(400,230,500,230);    /* line cross tank */
line(400,230,430,260);
line(500,230,470,260);
line(430,260,445,260);
line(470,260,455,260);
line(445,260,445,275);   /* pipe end tank */
line(455,260,455,275);
line(443,275,458,275);   /*  valve end tank */
line(443,295,458,295);
line(443,275,458,295);
line(443,295,458,275);
line(450,285,460,285);
line(460,280,460,290);
setfillstyle(SOLIDJFILL,LIGHTCYAN);
floodfill(440,255,LIGHTRED);
line(447,295,447,310);  /* pipe under valve */
line(454,295,454,310);
line(380,350,380,390);  /* tank 2 */
line(520,350,520,390);
line(380,390,520,390);
circle(250,380,20);     /* pump */
line(230,405,270,405);  /* base pump thick */
line(280,223,280,233);  /* control valve */
line(300,223,300,233);
line(280,223,300,233);
line(280,233,300,223);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  line(290,227,290,220);  /* shaft control valve */
  rectangle(550,120,565,250);  /* bar SV */
  line(550,230,565,230);
  setfillstyle(XHATCH]FILL,WHITE);
  floodfill(560,235,LIGHTRED);
  setcolor(LIGHTCYAN);
  for(i=0;i<=32;i++)
  {
line(382,355+i,518,355+i);  /* water tank2 */
  }
  setlinestyle(SOLID]LINE,0,NORM]WIDTH);
  setcolor(LIGHTRED);
  circle(250,380,10);     /* inside motor */
  line(380,383,270,383);  /* pipe to pump */
  line(380,388,270,388);
  line(240,397,230,405);  /* base pump */
  line(260,397,270,405);
  line(230,375,210,375);  /* pipe out pump */
  line(230,380,205,380);
  line(210,375,210,230);  /* pipe up */
  line(205,380,205,225);
  line(210,230,280,230);  /* pipe turn right */
  line(205,225,280,225);
  line(300,225,400,225);  /* pipe out control valve to tank */
  line(300,230,400,230);
  line(285,220,295,220);  /* base input signal valve */
  ellipse(290,220,0,180,5,5);
  circle(380,170,12);     /* LT */
  line(380,158,380,130);
  line(380,182,380,220);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  line(380,130,400,130);  /* to tank */
  line(380,220,400,220);
  circle(250,170,12);     /* PV */
  line(290,215,290,170);
  line(290,170,262,170);
  circle(300,130,15);     /* LIC */
  setlinestyle(DOTTED_LINE,0,NORM_WIDTH);
  line(238,170,230,170);  /* signal to LIC */
  line(230,170,230,130);
  line(230,130,285,130);
  line(315,130,340,130);  /* signal to LT */
  line(340,130,340,170);
  line(340,170,368,170);
  setcolor(YELLOW);
  settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
  outtextxy(376,166,"LT");
  outtextxy(245,166,"PV");
  outtextxy(294,126,"LIC");
  outtextxy(553,105,"SV");
}
/* draw Y-axis */
void y_axis(x, y_top, y_length, max_value, item, dorf, color, info)
int x, y_top, y_length, max_value, item, color, dorf ;
char *info ;
{
float value_step, y_step ;
char str_value[10] ;
int i, j, y ;
value_step = (float)max_value/item ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
y]step = (float)y]length/item ;
setcolor(color) ;
settextstyle(SMALL]FONT, HORIZ]DIR, 4) ;
settextjustify(RIGHT]TEXT, CENTER]TEXT) ;
line(x, y]top, x, y]top+y]length) ;
for(i = 0; i <= item; i++)
{
y = y]top+(y]step*i) ;
line(x, y, x+5, y) ;
switch(dorf)
{
case 1 : sprintf(str]value, "%d",(int)( max]value-(value]step*i)));
 // itoa( (int)max]value-(value]step*i), str]value, 10) ;
 break ;
case 2 : sprintf(str]value, "%3.1f",(float)
(max]value-(value]step*i)) ) ;
 break ;
}
outtextxy(x-2, y, str]value) ;
}
settextstyle(DEFAULT]FONT, VERT]DIR, 1) ;
settextjustify(CENTER]TEXT, BOTTOM]TEXT) ;
outtextxy(x+10, y]top+y]length, info) ;
}
void erasestr(xloc, yloc, str)
int xloc, yloc ;
char *str ;
{
struct textsettingstype textinfo ;
int xdim, ydim ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void far *textimage ;
gettextsettings(&textinfo) ;
switch(textinfo.direction)
{
case HORIZ_DIR : xdim = textwidth(str) ;
ydim = textheight(str) ;
xloc-- ;
break ;
case VERT_DIR : ydim = textwidth(str) ;
xdim = textheight(str) ;
yloc-- ;
break ;
}
switch(textinfo.horiz)
{
case LEFT_TEXT   :  break ;
case CENTER_TEXT : xloc -= xdim/2 ;
break ;
case RIGHT_TEXT : xloc -= xdim ;
break ;
}
switch(textinfo.vert)
{
case BOTTOM_TEXT :yloc -= ydim ;
break ;
case CENTER_TEXT : yloc -= ydim/2 ;
break ;
case TOP_TEXT  :break ;
}
while(xloc<0){xloc++; xdim--;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(yloc<0){yloc++; ydim--;}
textimage = malloc(imagesize(xloc, yloc, xdim, ydim) ) ;
getimage(xloc, yloc, xloc+xdim, yloc+ydim, textimage) ;
putimage(xloc, yloc, textimage, XOR_PUT) ;
farfree(textimage) ;
}

void gprintf(int *xloc,int *yloc,char *fmt, ...)
{
va_list argptr ;
char str[40] ;
struct textsettingstype textinfo ;
int pos_adj = *xloc ;
va_start(argptr, fmt) ;
vsprintf(str, fmt, argptr) ;
gettextsettings(&textinfo) ;
outtextxy(pos_adj, *yloc, str) ;
switch(textinfo.direction)
{
case HORIZ_DIR:*yloc += textheight(str)+2 ;
break ;
case VERT_DIR : *xloc += textheight(str)+2 ;
break ;
} ;
va_end(argptr) ;
}

void gprintc(int *xloc, int *yloc, char *fmt, ...)
{
va_list argptr ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
char str[40] ;
struct textsettingstype textinfo ;
int posJadj = *xloc;

vaJstart(argptr, fmt) ;
vsprintf(str, fmt, argptr) ;
gettextsettings(&textinfo) ;
erasestr(*xloc, *yloc, str) ;
outtextxy(posJadj, *yloc, str) ;
switch(textinfo.direction)
{
case HORIZJDIR : *yloc += textheight(str)+2 ;
break ;
case VERTJDIR  : *xloc += textheight(str)+2 ;
break ;
};
vaJend(agrptr) ;
}

void gprintxy(int xloc, int yloc, char *fmt, ...)
{
vaJlist argptr ;
char str[40] ;
struct textsettingstype textinfo ;
vaJstart(argptr, fmt);
vsprintf(str, fmt, argptr) ;
gettextsettings(&textinfo) ;
erasestr(xloc, yloc, str) ;
outtextxy(xloc, yloc, str) ;
vaJend(argptr) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void zerokey()
{
   while( bioskey(1)) getch() ;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX C

– SYSTEM PROGRAM –

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------- MAIN PROGRAM -----------------------------
            CPU     "68HC11.TBL"
            HOF     "INT8"
            LIST    "OFF"
            INCL    "RSMEMORY.ASM"
            INCL    "DEFINE.ASM"
            INCL    "REGISTER.ASM"
            INCL    "MACRO.ASM"
            LIST    "ON"

EXTRA]DISPLAY]SP:       EQU     0E16EH
EXTRA]DISPLAY]MV:       EQU     0E19AH
EXTRA]DISPLAY]PV:       EQU     0E142H
EXTRA]CHECK]COMMAND:    EQU     0E1DBH
EXTRA]SHIFT]DATA:       EQU     0E1C9H
EXTRA]HTOD]MV:          EQU     0E0BEH
EXTRA]RECEIVE:          EQU     0E6FEH
EXTRA]SEND:             EQU     0E71CH

START:      ORG     0E000H      ;Start program at address h'E000

            LDX     #1000H          ;SET IRQ = 1 (LEVEL)
            BSET    OPTION,X,00100000B

            ;  SET]MEMORY]MAP
            POWER]ON]RESET   2857D   ;Time of delay : 10 msec
            SET]SYSTEM               ;Set flag,stack pointer
            SET]SCI                  ;SET SERIAL COMMUNICATION
            ON]ADC                   ;ON ANALOG TO DIGTAL
            SET]PORT1   88H          ;MODE 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                ;port A,B,C0..C3 : output
                                ;port C4..C7 :input
            SET]PORT2    83H    ;MODE 0   ;83H CODE
                                ;port A,C4..C7 :out put
                                ;port B,C0..C3 :in put
            INITIAL]VALUE
            CLI                 ;CLEAR INTERUPT (I BIT = ENABLE)

START2:     JSR     EXTRA]DISPLAY]SP
            JSR     EXTRA]DISPLAY]MV
            JSR     EXTRA]DISPLAY]PV

            ;******* DELAY *******
              LDX    #0FFFH
DELAY]START2: DEX
              BNE    DELAY]START2
              BRA    START2

;------------- MAIN PROGRAM -------------

;EXTRA]MAIN]PROGRAM      EQU     $


          ;****** ANALOG TO DIGITAL ******
          ;      output  : reg. A
          ;        wait = 16 usec
          ;********************************

                  LDAA  #00000000B      ;Select channal 0
                  STAA  ADCTL+1000H ;Begin conversion :WAIT 16 usec
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LDAB  #3        ;1 usec
                    LDAB  #3        ;1 usec
                    LDAB  #3        ;1 usec
                    LDAB  #3        ;1 usec
WAIT]DATA]CHANNAL:  DECB            ;3 x 1 usec
                    BNE   WAIT]DATA]CHANNAL  ;3 x 1.5 usec
                    PULB            ;2 usec
                    RTS             ;2.5  usec
                    LDAA  ADR1+1000H     ;Get result at
                                    ;channal 0
                    STAA  DATA]PV   ;KEEP DATA PROCESS VALUE

          ;******** DSP/64H ********
          ; DSP/64H = (SP *0FFH)/64H
          ;     64H = 100D
          ;     0FFH = 255D

              LDAA    DATA]SP+4
              LDAB    #0FFH
              MUL
              STD     DSP+2
              LDAA    DATA]SP+3
              LDAB    #0FFH
              MUL
              CLC
              ADDB    DSP+2
              STAB    DSP+2
              ADCA    #00
              STAA    DSP+1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************ DE/64H *************
;  DE/64H = ((DV*64H) - DSP)/64H

  CLRA
  STAA    DE          ;SIGN = +
  LDAA    DATA]PV
  LDAB    #64H
  MUL
  XGDX
  CLRA
  SUBA    DSP+3       ;.00 - .(DSP+3)
  STAA    DE+3
  XGDX
  SBCB    DSP+2
  SBCA    DSP+1
  STD     DE+1
  BCC     SUB]DDE     ;JUMP CARRY CLEAR (SIGN = +)
  XGDX
  LDAB    DSP+3       ;00 - (DSP+3) = - (DSP + 3)
  STAB    DE+3
  XGDX
  COMB                ;TWO COMPLEMENT
  COMA
  ADDB    #1
  ADCA    #0
  STD     DE+1
  LDAA    #0FFH       ;SIGN = -
  STAA    DE

;************ DDE/64 ***************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;    DDE/64H  = (DE/64H) - (DE0/64)

SUB]DDE:     CLAR              ;INITIAL DDE = +
             STAA    DDE
             LDAA    DE        ;CHECK SING
             CMPA    #00
             BNE     SUB]DDE]NEG  ;JUMP IF NEGATIVE
             LDAB    DE0
             CMPB    #0FFH
             BNE     SUB]DDE]DE]POG  ;JUMP IF DE = +

          ;%%%% DDE = (+DE)-(-DE0) %%%%
             LDD     DE+2              ;DE0 = -
             ADDD    DE0+2
             STD     DDE+2
             LDAA    DE+1
             ADCA    DE0+1
             STAA    DDE+1
             BRA     SUB]DE0

          ;%%%% DDE = (+DE)-(+DE0) %%%%
SUB]DDE]DE]POG:  LDD   DE+2          ;DE0 = +
             SUBD    DE0+2
             STD     DDE+2
             LDAA    DE+1
             SBCA    DE0+1
             STAA    DDE+1
             BCC     NEXT]DDE]POS     ;JUMP IF RESUTE = +
             COM     DDE+3
             COM     DDE+2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                COM     DDE+1
                LDD     DDE+2
                ADDD    #1              ;MAKE TWO COMPLEMENT
                STD     DDE+2
                LDAB    DDE+1
                ADCB    #0              ;+ CARRY
                LDAA    #0FFH           ;SIGN = -
                STD     DDE
NEXT]DDE]POS:   BRA     SUB]DE0

SUB]DDE]NEG:    LDAB    DE0
                CMPB    #00H
                BNE     SUB]DDE]NEG]DE]NEG

            ;%%%% DDE = (-DE)-(+DE0) %%%%
                LDD     DE+2            ;DE0 = +
                ADDD    DE0+2
                STD     DDE+2
                LDAB    DE+1
                ADCB    DE0+1
                LDAA    #0FF            ;DDE = -
                STD     DDE
                BRA     SUB]DE0

            ;%%%% DDE = (-DE)-(-DE0) = DE0 - DE %%%%
SUB]DDE]NEG]DE]NEG:  LDD    DE0+2      ;DE0 = -
                SUBD    DE+2
                STD     DDE+2
                LDAA    DE0+1
                SBCA    DE+1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            STAA    DDE+1
            BCC     SUB]DE0         ;JUMP IF RESUTE = +
            COM     DDE+3
            COM     DDE+2
            COM     DDE+1
            LDD     DDE+2
            ADDD    #1              ;MAKE TWO COMPLEMENT
            STD     DDE+2
            LDAB    DDE+1
            ADCB    #0              ;+ CARRY
            LDAA    #0FFH           ;SIGN = -
            STD     DDE

        ;******** DE0 = DE ********
SUB]DE0:    LDD     DE
            STD     DE0         ;DE0 = SIGN
            LDD     DE+2
            STD     DE0+2

       ;********** SUM/64H ***********
       ; SUM/64H = (SUM/64) + (DE/64)
SUB]SUM:    LDAA    SUM         ;CHECK SING
            CMPA    #00
            BNE     SUB]SUM]NEG  ;JUMP IF NEGATIVE
            LDAB    DE
            CMPB    #00
            BNE     SUB]SUM]DE]NEG  ;JUMP IF DE = +

          ;%%%% SUM = (+SUM)+(+DE) %%%%%
            LDD     SUM+2           ;DE = +
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ADDD    DE+2
                STD     SUM+2
                LDAA    SUM+1
                ADCA    DE+1
                STAA    SUM+1
                BRA     SUB]DCP

            ;%%%% SUM = (+SUM)-(+DE) %%%%
SUB]SUM]DE]NEG: LDD   SUM+2             ;DE = -
                SUBD    DE+2
                STD     SUM+2
                LDAA    SUM+1
                SBCA    DE+1
                STAA    SUM+1
                BCC     NEXT]SUM]POS    ;JUMP IF RESUTE = +
                COM     SUM+3
                COM     SUM+2
                COM     SUM+1
                LDD     SUM+2
                ADDD    #1              ;MAKE TWO COMPLEMENT
                STD     SUM+2
                LDAB    SUM+1
                ADCB    #0              ;+ CARRY
                LDAA    #0FFH           ;SIGN = -
                STD     SUM
NEXT]SUM]POS:   BRA   SUB]DCP

SUB]SUM]NEG: LDAB   DE
                CMPB    #0FFH
                BNE     SUB]SUM]NEG]DE]POS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          ;%%%%% SUM = (-SUM)+(-DE) %%%%%
              LDD     SUM+2              ;DE = -
              ADDD    DE+2
              STD     SUM+2
              LDAB    SUM+1
              ADCB    DE+1
              LDAA    #0FF               ;SUM = -
              STD     SUM
              BRA     SUB]DCP

          ;%%%% SUM = (-SUM)+(+DE0) = DE - SUM %%%%
SUB]DDE]NEG]DE]NEG:  LDD   DE+2          ;DE = +
              SUBD    SUM+2
              STD     SUM+2
              LDAA    DE+1
              SBCA    SUM+1
              STAA    SUM+1
              BCC     SUB]DCP            ;JUMP IF RESUTE = +
              COM     SUM+3
              COM     SUM+2
              COM     SUM+1
              LDD     SUM+2
              ADDD    #1                 ;MAKE TWO COMPLEMENT
              STD     SUM+2
              LDAB    SUM+1
              ADCB    #0                 ;+ CARRY
              LDAA    #0FFH              ;SIGN = -
              STD     SUM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          ;****** DCP = (KP*DE)/64H ******
          ;  DCP = (%%888888.8888)/64H
         ;%%%% DCP INITIAL = 000000.000000 %%%%
SUB]DCP:      CLRA
              TAB
              STD     MAIN]CARRY+1
              STD     DCP+1
              STD     DCP+3
              STD     DCP+5

              LDAA    DE
              STAA    DCP             ;SIGN DCP = SIGN DE (DIRECT ACTION)
              LDAA    DE+3            ;&&&&.88
              LDAB    DATA]KP+2           ;&&.88
              MUL
              STD     DCP+4

              LDAA    DE+2            ;&&88.&&
              LDAB    DATA]KP+2           ;&&.88
              MUL
              ADDB    DCP+4
              ADCA    #00             ;ADD CARRY
              STD     DCP+3

              LDAA    DE+1            ;88&&.&&
              LDAB    DATA]KP+2           ;&&.88
              MUL
              ADDB    DCP+3
              ADCA    #00
              STD     DCP+2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LDAA    DE+2            ;&&@@.&&
                LDAB    DATA]KP+1               ;@@.&&
                MUL
                STD     SUB]MUL1+1

                LDAA    DE+3            ;&&&&.@@
                LDAB    DATA]KP+1               ;@@.&&
                MUL
                CLR     SUB]MUL1+3
                ADDD    SUB]MUL1+2      ;LOW BYTE
                BCC     SUB]DCP1
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCP1:       ADDD    DCP+3
                BCC     SUB]DCP2
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCP2:       STDD    DCP+3

                LDAA    DE+1            ;@@&&.&&
                LDAB    DATA]KP+1               ;@@.&&
                MUL
                CLR     SUB]MUL1
                ADDD    SUB]MUL1        ;ADD WITH LOWBYTE (SUB]MUL1+1)
                BCS     SUB]DCP3
                ADDD    DCP+1
                BCS     SUB]DCP3
                ADDD    MAIN]CARRY      ;ADD WITH LOW BYTE (MAIN]CARRY+1)
                BCS     SUB]DCP3
                STDD    DCP+1
                BRA     DCP]DIV]64
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB]DCP3:   LDAA   #0FFH          ;VALUE MAX = FFFFFF.FFFF
            LDAB   #0FFH
            STD    DCP+1
            STD    DCP+3
            STD    DCP+5

DCP]DIV]64: LDD    DCP+1
            LDX    #0064H
            IDIV
            STX    DCP+1

            TBA
            LDAB   DCP+3
            LDX    #0064H
            IDIV
            XGDX
            STAB   DCP+3
            XGDX

            TBA
            LDAB   DCP+4
            LDX    #0064H
            IDIV
            XGDX
            STAB   DCP+4
            XGDX

            TBA
            LDAB   DCP+5
            LDX    #0064H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            IDIV
            XGDX
            STAB    DCP+5

        ;****** DCPI = (KP*DE*KI*SUM)/(64H*3CH) ******
        ;  DCPI = (%%@@@@@@@@@@@@.@@@@@@)/(64H*3CH)
       ;%%%% DCPI INITIAL = 00000000000.000000 %%%%
SUB]DCPI:   CLRA
            TAB
            STD     MAIN]CARRY
            STD     MAIN]TWO]CARRY
            STD     MAIN]THR]CARRY
            STD     DCPI+1
            STD     DCPI+3
            STD     DCPI+5
            STD     DCPI+7
            STD     KP]DE+1
            STD     KP]DE+3
            STD     KI]SUM+1
            STD     KI]SUM+3
            STD     KI]SUM+5

            LDAA    SUM
            STAA    DCPI            ;SIGN DCPI = SIGN DE (DIRECT ACTION)

        ;%%%%  KP*DT  %%%%
        ;%% !!&&&&&.&&  %%
            LDAA    DATA]KP+2           ;&&.@@
            LDAB    DATA]DT+2           ;&@@
            MUL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            STD     KP]DT+3


            LDAA    DATA]KP+1           ;@@.&&
            LDAB    DATA]DT+2           ;&@@
            MUL
            ADDB    KP]DT+3
            ADCA    #00             ;ADD CARRY
            STD     KP]DT+2


            LDAA    DATA]KP+1           ;@@.&&
            LDAB    DATA]DT+1           ;@&&
            MUL
            STD     SUB]MUL1+1


            LDAA    DATA]KP+2           ;&&.@@
            LDAB    DATA]DT+1           ;@&&
            MUL
            CLR     SUB]MUL1+3
            ADDD    SUB]MUL1+2      ;LOW BYTE
            BCC     SUB]KP]DT1
            INC     MAIN]CARRY+1
SUB]KP]DT1: ADDD    KP]DT+2
            BCC     SUB]KP]DT2
            INC     MAIN]CARRY+1
SUB]KP]DT2: STDD    KP]DT+2


            LDAB    SUB]MUL1+1
            ADDB    MAIN]CARRY+1
            ADDB    KP]DT+1
            STAB    KP]DT+1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        BCC     SUB]KI]SUM
        LDAA    #0FFH           ;VALUE MAX = FFFFFF.FFFF
        LDAB    #0FFH
        STD     KP]DT+1
        STD     KP]DT+3

      ;%%%%  KI*SUM  %%%%
     ;  KI*SUM = (%%@@@@@@.@@@@)
SUB]KI]SUM:  CLRA
        TBA
        STD     MAIN]CARRY

        LDAA    SUM+3           ;&&&&.@@
        LDAB    DATA]KI+2           ;&&.@@
        MUL
        STD     KI]SUM+4

        LDAA    SUM+2           ;&&@@.&&
        LDAB    DATA]KI+2           ;&&.@@
        MUL
        ADDB    KI]SUM+4
        ADCA    #00             ;ADD CARRY
        STD     KI]SUM+3

        LDAA    SUM+1           ;@@&&.&&
        LDAB    DATA]KI+2           ;&&.@@
        MUL
        ADDB    KI]SUM+3
        ADCA    #00
        STD     KI]SUM+2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LDAA    SUM+2           ;&&@@.&&
                LDAB    DATA]KI+1           ;@@.&&
                MUL
                STD     SUB]MUL1+1

                LDAA    SUM+3           ;&&&&.@@
                LDAB    DATA]KI+1           ;@@.&&
                MUL
                CLR     SUB]MUL1+3
                ADDD    SUB]MUL1+2      ;LOW BYTE
                BCC     SUB]KI]SUM
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]KI]SUM:     ADDD    KI]SUM+3
                BCC     SUB]KI]SUM2
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]KI]SUM2:    STDD    KI]SUM+3

                LDAA    SUM+1           ;@@&&.&&
                LDAB    DATA]KI+1           ;@@.&&
                MUL
                CLR     SUB]MUL1
                ADDD    SUB]MUL1        ;ADD WITH LOWBYTE (SUB]MUL1+1)
                BCS     SUB]KI]SUM3
                ADDD    KI]SUM+1
                BCS     SUB]KI]SUM3
                ADDD    MAIN]CARRY      ;ADD WITH LOW BYTE (MAIN]CARRY+1)
                BCS     SUB]KI]SUM3
                STDD    KI]SUM+1
                BRA     DCPI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB]KI]SUM3: LDAA   #0FFH          ;VALUE MAX = FFFFFF.FFFF
             LDAB   #0FFH
             STD    KI]SUM+1
             STD    KI]SUM+3
             STD    KI]SUM+5

            ;%%%%  KI*SUM*KP*DT %%%%
            ;  KI*SUM*KP*DT = (%%@@@@@@@@@@@@.@@@@@@)
MAIN]DCPI:   CLRA
             TBA
             STD    MAIN]CARRY

             LDAA   KI]SUM+5       ;&&&&&&.&&@@
             LDAB   KP]DT+4        ;&&&&&.@@
             MUL
             STD    DCPI+8

             LDAA   KI]SUM+4       ;&&&&&&.@@&&
             LDAB   KP]DT+4        ;&&&&&.@@
             MUL
             ADDB   DCPI+8
             ADCA   #00            ;ADD CARRY
             STD    DCPI+7

             LDAA   KI]SUM+3       ;&&&&@@.&&&&
             LDAB   KP]DT+4        ;&&&&&.@@
             MUL
             ADDB   DCPI+7
             ADCA   #00
             STD    DCPI+6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LDAA    KI]SUM+2        ;&&@@&&.&&&&
LDAB    KP]DT+4         ;&&&&&.@@
MUL
ADDB    DCPI+6
ADCA    #00             ;ADD CARRY
STD     DCPI+5

LDAA    KI]SUM+1        ;@@&&&&.&&&&
LDAB    KP]DT+4         ;&&&&&.@@
MUL
ADDB    DCPI+5
ADCA    #00
STD     DCPI+4

LDAA    KI]SUM+4        ;&&&&&&.@@&&
LDAB    KP]DT+3         ;&&&@@.&&
MUL
STD     SUB]MUL1+1

LDAA    KI]SUM+2        ;&&@@&&.&&&&
LDAB    KP]DT+3         ;&&&@@.&&
MUL
STD     SUB]MUL3+1

LDAA    KI]SUM+5        ;&&&&&&.&&@@
LDAB    KP]DT+3         ;&&&@@.&&
MUL
CLR     SUB]MUL1+3
ADDD    SUB]MUL1+2      ;LOW BYTE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                BCC     SUB]DCPI1
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPI1:      ADDD    DCPI+7
                BCC     SUB]DCPI2
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPI2:      STDD    DCPI+7

                LDAA    KI]SUM+3        ;&&&&@@.&&&&
                LDAB    KP]DT+3         ;&&&@@.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]CARRY
                BCC     SUB]DCPI3
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI3:      CLR     SUB]MUL1
                ADDD    SUB]MUL1
                BCC     SUB]DCPI4
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI4:      CLR     SUB]MUL3+3
                ADDD    SUB]MUL3+2
                BCC     SUB]DCPI5
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI5:      ADDD    DCPI+5
                BCC     SUB]DCPI6
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI6:      STDD    DCPI+5

                LDAA    KI]SUM+1        ;@@&&&&.&&&&
                LDAB    KP]DT+3         ;&&&@@.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]TWO]CARRY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                BCC     SUB]DCPI8
                INC     MAIN]THR]CARRY+1
SUB]DCPI8:      CLR     SUB]MUL3
                ADDD    SUB]MUL3
                BCC     SUB]DCPI9
                INC     MAIN]THR]CARRY+1
SUB]DCPI9:      ADDD    DCPI+3
                BCC     SUB]DCPI10
                INC     MAIN]THR]CARRY+1
SUB]DCPI10:     STDD    DCPI+3
                LDAA    MAIN]THR]CARRY+1
                STAA    DCPI+2

                CLRA
                CLRB
                STD     MAIN]CARRY
                STD     MAIN]TWO]CARRY
                STD     MAIN]TWO]CARRY

                LDAA    KI]SUM+4        ;&&&&&&.@@&&
                LDAB    KP]DT+2         ;&@@&&.&&
                MUL
                STD     SUB]MUL1+1

                LDAA    KI]SUM+2        ;&&@@&&.&&&&
                LDAB    KP]DT+2         ;&@@&&.&&
                MUL
                STD     SUB]MUL3+1

                LDAA    KI]SUM+5        ;&&&&&&.&&@@
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LDAB    KP]DT+2         ;&@@&&.&&
                MUL
                CLR     SUB]MUL1+3
                ADDD    SUB]MUL1+2      ;LOW BYTE
                BCC     SUB]DCPI11
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPI11:     ADDD    DCPI+6
                BCC     SUB]DCPI12
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPI12:     STDD    DCPI+6

                LDAA    KI]SUM+3        ;&&&&@@.&&&&
                LDAB    KP]DT+2         ;&@@&&.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]CARRY
                BCC     SUB]DCPI13
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI13:     CLR     SUB]MUL1
                ADDD    SUB]MUL1
                BCC     SUB]DCPI14
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI14:     CLR     SUB]MUL3+3
                ADDD    SUB]MUL3+2
                BCC     SUB]DCPI15
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI15:     ADDD    DCPI+4
                BCC     SUB]DCPI16
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI16:     STDD    DCPI+4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LDAA    KI]SUM+1        ;@@&&&&.&&&&
                LDAB    KP]DT+2         ;&@@&&.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]TWO]CARRY
                BCC     SUB]DCPI18
                INC     MAIN]THR]CARRY+1
SUB]DCPI18:     CLR     SUB]MUL3
                ADDD    SUB]MUL3
                BCC     SUB]DCPI19
                INC     MAIN]THR]CARRY+1
SUB]DCPI19:     ADDD    DCPI+2
                BCC     SUB]DCPI20
                INC     MAIN]THR]CARRY+1
SUB]DCPI20:     STDD    DCPI+2
                LDAA    MAIN]THR]CARRY+1
                STAA    DCPI+1

                CLRA
                CLRB
                STD     MAIN]CARRY
                STD     MAIN]TWO]CARRY
                STD     MAIN]TWO]CARRY

                LDAA    KI]SUM+4        ;&&&&&&.@@&&
                LDAB    KP]DT+1         ;@&&&&.&&
                MUL
                STD     SUB]MUL1+1

                LDAA    KI]SUM+2        ;&&@@&&.&&&&
                LDAB    KP]DT+1         ;@&&&&.&&
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MUL
                STD     SUB]MUL3+1

                LDAA    KI]SUM+5        ;&&&&&&.&&@@
                LDAB    KP]DT+1         ;@&&&&.&&
                MUL
                CLR     SUB]MUL1+3
                ADDD    SUB]MUL1+2      ;LOW BYTE
                BCC     SUB]DCPI21
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPI21:     ADDD    DCPI+5
                BCC     SUB]DCPI22
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPI22:     STDD    DCPI+5

                LDAA    KI]SUM+3        ;&&&&@@.&&&&
                LDAB    KP]DT+1         ;@&&&&.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]CARRY
                BCC     SUB]DCPI23
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI23:     CLR     SUB]MUL1
                ADDD    SUB]MUL1
                BCC     SUB]DCPI24
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI24:     CLR     SUB]MUL3+3
                ADDD    SUB]MUL3+2
                BCC     SUB]DCPI25
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI25:     ADDD    DCPI+3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                BCC     SUB]DCPI26
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPI26:     STDD    DCPI+3

                LDAA    KI]SUM+1        ;00&&&&.&&&&
                LDAB    KP]DT+1         ;0&&&&.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]TWO]CARRY
                BCS     SUB]DCPI28
                CLR     SUB]MUL3
                ADDD    SUB]MUL3
                BCS     SUB]DCPI28
                ADDD    DCPI+1
                BCS     SUB]DCPI28
                STDD    DCPI+2
                BRA     SUB]DCPI]DIV
SUB]DCPI28:     LDD     #0FFFFH
                STD     DCPI+1
                STD     DCPI+3
                STD     DCPI+5
                STD     DCPI+7
                STA     DCPI+9

        ;%%%  DCPI = (KP*SUM*KI*DT)/(3CH*64H) %%%%
SUB]DCPI]DIV:   LDD     DCPI+1      ;DIV 64H
                LDX     #0064H
                IDIV
                STX     DCPI+1

                TBA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LDAB    DCPI+3
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+3
XGDX

TBA
LDAB    DCPI+4
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+4
XGDX

TBA
LDAB    DCPI+5
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+5
XGDX

TBA
LDAB    DCPI+6
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+6
XGDX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TBA
LDAB    DCPI+7
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+7
XGDX

TBA
LDAB    DCPI+8
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+8
XGDX

TBA
LDAB    DCP+9
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCP+9

LDD     DCPI+1      ;DIV 3CH
LDX     #003CH
IDIV
STX     DCPI+1

TBA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LDAB    DCPI+3
LDX     #003CH
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+3
XGDX

TBA
LDAB    DCPI+4
LDX     #003CH
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+4
XGDX

TBA
LDAB    DCPI+5
LDX     #003CH
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+5
XGDX

TBA
LDAB    DCPI+6
LDX     #003CH
IDIV
XGDX
STAB    DCPI+6
XGDX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            TBA
            LDAB    DCPI+7
            LDX     #003CH
            IDIV
            XGDX
            STAB    DCPI+7
            XGDX

            TBA
            LDAB    DCPI+8
            LDX     #003CH
            IDIV
            XGDX
            STAB    DCPI+8
            XGDX

            TBA
            LDAB    DCP+9
            LDX     #003CH
            IDIV
            XGDX
            STAB    DCP+9

        ;****** DCPD = (KD*DDE*KP*3C)/(DT*64H) ******
        ;  DCPI = (%%@@@@@@@@@@.@@@@@@)/(DT*64H)
        ;%%%% DCPI INITIAL = 0000000000.000000 %%%%
SUBJDCPD:   CLRA
            TAB
            STD     MAINJCARRY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        STD     MAIN]TWO]CARRY
        STD     MAIN]THR]CARRY
        STD     DCPD+1
        STD     DCPD+3
        STD     DCPD+5
        STD     DCPD+7
        STD     KP]3C+1
        STD     KP]3C+3
        STD     KD]DDE+1
        STD     KD]DDE+3
        STD     KD]DDE+5

        LDAA    DDE
        STAA    DCPD            ;SIGN DCPI = SIGN DE (DIRECT ACTION)

;%%%%  KP*3CH  %%%%
;%% !!&&&&&&.&&  %%
        LDAA    DATA]KP+2       ;&&.@@
        LDAB    #3CH            ;@@
        MUL
        STD     KP]3C+2

        LDAA    DATA]KP+1       ;@@.&&
        LDAB    #3CH            ;@@
        MUL
        ADDB    KP]DT+2
        ADCA    #00             ;ADD CARRY
        STD     KP]DT+1

;%%%  KD*DDE  %%%%
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;  KD*DDE = (%%@@@@@@.@@@@)
SUB]KD]DDE:  CLRA
             TBA
             STD     MAIN]CARRY

             LDAA    DDE+3           ;&&&&.@@
             LDAB    DATA]KD+2       ;&&.@@
             MUL
             STD     KD]DDE+4

             LDAA    DDE+2           ;&&@@.&&
             LDAB    DATA]KD+2       ;&&.@@
             MUL
             ADDB    KD]DDE+4
             ADCA    #00             ;ADD CARRY
             STD     KD]DDE+3

             LDAA    SUM+1           ;@@&&.&&
             LDAB    DATA]KD+2       ;&&.@@
             MUL
             ADDB    KD]DDE+3
             ADCA    #00
             STD     KD]DDE+2

             LDAA    DDE+2           ;&&@@.&&
             LDAB    DATA]KD+1       ;@@.&&
             MUL
             STD     SUB]MUL1+1

             LDAA    DDE+3           ;&&&&.@@
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LDAB    DATA]KD+1       ;@@.&&
            MUL
            CLR     SUB]MUL1+3
            ADDD    SUB]MUL1+2      ;LOW BYTE
            BCC     SUB]KD]DDE
            INC     MAIN]CARRY+1
SUB]KD]DDE: ADDD    KD]DDE+3
            BCC     SUB]KD]DDE2
            INC     MAIN]CARRY+1
SUB]KD]DDE2: STDD   KD]DDE+3

            LDAA    DDE+1           ;@@&&.&&
            LDAB    DATA]KD+1       ;@@.&&
            MUL
            CLR     SUB]MUL1
            ADDD    SUB]MUL1        ;ADD WITH LOWBYTE (SUB]MUL1+1)
            BCS     SUB]KD]DDE3
            ADDD    KD]DDE+1
            BCS     SUB]KD]DDE3
            ADDD    MAIN]CARRY      ;ADD WITH LOW BYTE (MAIN]CARRY+1)
            BCS     SUB]KD]DDE3
            STDD    KD]DDE+1
            BRA     SUB]MAIN]DCPD
SUB]KD]DDE3: LDAA   #0FFH           ;VALUE MAX = FFFFFF.FFFF
            LDAB    #0FFH
            STD     KD]DDE+1
            STD     KD]DDE+3
            STD     KD]DDE+5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ;%%%%  KD*DDE*KP*3C %%%%
            ;  KD*DDE*KP*3C = (%%@@@@@@@@@@.@@@@@@)
MAIN]DCPD:  CLRA
            TBA
            STD     MAIN]CARRY

            LDAA    KD]DDE+5        ;&&&&&&.&&@@
            LDAB    KP]3C+3         ;&&&&.@@
            MUL
            STD     DCPD+7

            LDAA    KD]DDE+4        ;&&&&&&.@@&&
            LDAB    KP]3C+3         ;&&&&.@@
            MUL
            ADDB    DCPD+7
            ADCA    #00             ;ADD CARRY
            STD     DCPD+6

            LDAA    KD]DDE+3        ;&&&&@@.&&&&
            LDAB    KP]3C+3         ;&&&&.@@
            MUL
            ADDB    DCPD+6
            ADCA    #00
            STD     DCPD+5

            LDAA    KD]DDE+2        ;&&@@&&.&&&&
            LDAB    KP]3C+3         ;&&&&.@@
            MUL
            ADDB    DCPD+5
            ADCA    #00             ;ADD CARRY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            STD     DCPD+4

            LDAA    KD]DDE+1        ;@@&&&&.&&&&
            LDAB    KP]3C+3         ;&&&&.@@
            MUL
            ADDB    DCPD+4
            ADCA    #00
            STD     DCPD+3

            LDAA    KD]DDE+4        ;&&&&&&.@@&&
            LDAB    KP]3C+2         ;&&@@.&&
            MUL
            STD     SUB]MUL1+1

            LDAA    KD]DDE+2        ;&&@@&&.&&&&
            LDAB    KP]3C+2         ;&&@@.&&
            MUL
            STD     SUB]MUL3+1

            LDAA    KD]DDE+5        ;&&&&&&.&&@@
            LDAB    KP]3C+2         ;&&@@.&&
            MUL
            CLR     SUB]MUL1+3
            ADDD    SUB]MUL1+2      ;LOW BYTE
            BCC     SUB]DCPD1
            INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPD1:  ADDD    DCPD+6
            BCC     SUB]DCPD2
            INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPD2:  STDD    DCPD+6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LDAA    KD]DDE+3        ;&&&&00.&&&&
                LDAB    KP]3C+2         ;&&00.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]CARRY
                BCC     SUB]DCPD3
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPD3:      CLR     SUB]MUL1
                ADDD    SUB]MUL1
                BCC     SUB]DCPD4
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPD4:      CLR     SUB]MUL3+3
                ADDD    SUB]MUL3+2
                BCC     SUB]DCPD5
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPD5:      ADDD    DCPD+4
                BCC     SUB]DCPD6
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPD6:      STDD    DCPD+4

                LDAA    KD]DDE+1        ;00&&&&.&&&&
                LDAB    KP]3C+2         ;&&00.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]TWO]CARRY
                BCC     SUB]DCPD8
                INC     MAIN]THR]CARRY+1
SUB]DCPD8:      CLR     SUB]MUL3
                ADDD    SUB]MUL3
                BCC     SUB]DCPD9
                INC     MAIN]THR]CARRY+1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SUB]DCPD9:   ADDD   DCPD+2
             BCC    SUB]DCPD10
             INC    MAIN]THR]CARRY+1
SUB]DCPD10:  STDD   DCPD+2

             CLRA
             CLRB
             STD    MAIN]CARRY
             STD    MAIN]TWO]CARRY
             STD    MAIN]TWO]CARRY

             LDAA   KD]DDE+4      ;&&&&&&&.@@&&
             LDAB   KP]3C+1       ;@@&&.&&
             MUL
             STD    SUB]MUL1+1

             LDAA   KD]DDE+2      ;&&@@&&.&&&&
             LDAB   KP]3C+1       ;@@&&.&&
             MUL
             STD    SUB]MUL3+1

             LDAA   KD]DDE+5      ;&&&&&&&.&&@@
             LDAB   KP]3C+1       ;@@&&.&&
             MUL
             CLR    SUB]MUL1+3
             ADDD   SUB]MUL1+2    ;LOW BYTE
             BCC    SUB]DCPD11
             INC    MAIN]CARRY+1
SUB]DCPD1:   ADDD   DCPD+5
             BCC    SUB]DCPD12
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     MAIN]CARRY+1
SUB]DCPD12:     STDD    DCPD+5

                LDAA    KD]DDE+3        ;&&&&@@.&&&&
                LDAB    KP]3C+1         ;@@&&.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]CARRY
                BCC     SUB]DCPD13
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPD13:     CLR     SUB]MUL1
                ADDD    SUB]MUL1
                BCC     SUB]DCPD14
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPD14:     CLR     SUB]MUL3+3
                ADDD    SUB]MUL3+2
                BCC     SUB]DCPD15
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPD15:     ADDD    DCPD+3
                BCC     SUB]DCPD16
                INC     MAIN]TWO]CARRY+1
SUB]DCPD16:     STDD    DCPD+3

                LDAA    KD]DDE+1        ;@@&&&&.&&&&
                LDAB    KP]3C+2         ;@@&&.&&
                MUL
                ADDD    MAIN]TWO]CARRY
                BCS     SUB]DCPD18
                CLR     SUB]MUL3
                ADDD    SUB]MUL3
                BCS     SUB]DCPD18
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ADDD    DCPD+1
                BCS     SUB]DCPD18
                STDD    DCPD+1
                BRA     SUB]DCPD]DIV
SUB]DCPI18:     LDD     #0FFFFH
                STD     DCPD+1
                STD     DCPD+3
                STD     DCPD+5
                STD     DCPD+7

        ;%%%  DCPD = (KD*DDE*KP*3CH)/(64H*DT) %%%%
SUB]DCPI]DIV:   LDD     DCPD+1    ;DIV 64H
                LDX     #0064H
                IDIV
                STX     DCPD+1

                TBA
                LDAB    DCPD+3
                LDX     #0064H
                IDIV
                XGDX
                STAB    DCPD+3
                XGDX

                TBA
                LDAB    DCPD+4
                LDX     #0064H
                IDIV
                XGDX
                STAB    DCPD+4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
XGDX

TBA
LDAB    DCPD+5
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPD+5
XGDX

TBA
LDAB    DCPD+6
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPD+6
XGDX

TBA
LDAB    DCPD+7
LDX     #0064H
IDIV
XGDX
STAB    DCPD+7
XGDX

TBA
LDAB    DCPD+8
LDX     #0064H
IDIV
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
XGDX
STAB    DCPD+8

LDD     DCPD+1
LDX     DATA]DT
IDIV
STX     DCPD+1
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX

LDAA    DCPD+3
LSRA                    ;HIGH NIBBLE
LSRA
LSRA
LSRA
STAA    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD

XGDX                    ;KEEP DATA
LSLB                    ;RESULT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LSLB
LSLB
LSLB
STAB    SAVE]DATA+1     ;SAVE DATA (HIGH NIBBLE)
LDAB    DCPD+3
ANDB    #0FH            ;LOW NIBBLE DATA
STAB    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
ORAB    SAVE]DATA+1
STAB    DCPD+3

LDAA    DCPD+4
LSRA                    ;HIGH NIBBLE
LSRA
LSRA
LSRA
STAA    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
LSLB                    ;RESULT
LSLB
LSLB
LSLB
STAB    SAVE]DATA+1     ;SAVE DATA (HIGH NIBBLE)
LDAB    DCPD+3
ANDB    #0FH            ;LOW NIBBLE DATA
STAB    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
ORAB    SAVE]DATA+1
STAB    DCPD+4

LDAA    DCPD+5
LSRA                    ;HIGH NIBBLE
LSRA
LSRA
LSRA
STAA    SAVE]DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
LSLB                    ;RESULT
LSLB
LSLB
LSLB
STAB    SAVE]DATA+1     ;SAVE DATA (HIGH NIBBLE)
LDAB    DCPD+3
ANDB    #0FH            ;LOW NIBBLE DATA
STAB    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
ORAB    SAVE]DATA+1
STAB    DCPD+5

LDAA    DCPD+6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LSRA                    ;HIGH.NIBBLE
LSRA
LSRA
LSRA
STAA    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
LSLB                    ;RESULT
LSLB
LSLB
LSLB
STAB    SAVE]DATA+1     ;SAVE DATA (HIGH NIBBLE)
LDAB    DCPD+3
ANDB    #0FH            ;LOW NIBBLE DATA
STAB    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
XGDX
ORAB    SAVE]DATA+1
STAB    DCPD+6

LDAA    DCPD+7
LSRA                    ;HIGH NIBBLE
LSRA
LSRA
LSRA
STAA    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
LSLB                    ;RESULT
LSLB
LSLB
LSLB
STAB    SAVE]DATA+1     ;SAVE DATA (HIGH NIBBLE)
LDAB    DCPD+3
ANDB    #0FH            ;LOW NIBBLE DATA
STAB    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
ORAB    SAVE]DATA+1
STAB    DCPD+7

LDAA    DCPD+8
LSRA                    ;HIGH NIBBLE
LSRA
LSRA
LSRA
STAA    SAVE]DATA
XGDX
ORAB    SAVE]DATA
LDX     DATA]DT
IDIV
ASLD
ASLD
ASLD
ASLD
XGDX
LSLB                    ;RESULT
LSLB
LSLB
LSLB
STAB    SAVE]DATA+1     ;SAVE DATA (HIGH NIBBLE)
LDAB    DCPD+3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ANDB    #0FH            ;LOW NIBBLE DATA
        STAB    SAVE]DATA
        XGDX
        ORAB    SAVE]DATA
        LDX     DATA]DT
        IDIV
        ASLD
        ASLD
        ASLD
        ASLD
        XGDX
        ORAB    SAVE]DATA+1
        STAB    DCPD+8

        INCL  "DISPLAY.ASM"

        ORG   0F700H
        INCL "CHECK.ASM"

        ORG   0FA00H
        INCL "COM]SER.ASM"

        ORG   0FC00H
        INCL "COM]8255.ASM"

;---------------- VECTOR FOR SUB ROUTINE -----------------
;                FOR SERIAL COMMUNICATION

        ORG   0FFD6H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;         DWM       SERIAL_COM_INF  ;Sci Serial System
          DWM       0FA00H

;------------------------ END ---------------------------

;--------------- VECTOR FOR SUB ROUTINE -----------------
;                 FOR 8255 COMMUNICATION

          ORG       0FFF2H
;          DWM       COMMU_8255
          DWM       0FC00H

;------------------------ END ---------------------------


;------------------ VECTOR FOR BEGIN --------------------
;    Reset      :    0fffeh..0fffh
;    Cop Clock monitor fail(reset)  :  0fffch..0fffdh
;    Cop Failure (reset)     :  0fffah..0fffbh
;    illegal opcode trap     :  0fff8h..0fff9h
;----------------

          ORG       0FFF8H
          DWM       START2    ;Llegal Opcode Trap
          DWM       START2    ;COP Failure (Reset)
          DWM       START2    ;COP Clock Monitor Fail (Reset)
          DWM       START     ;Reset

;------------------------ END ---------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้