# การควบคุมกระบวนการแบบ PID โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

# MICROPROCESSOR BASED PID PROCESS CONTROL


โดย

นาย จำลอง อ้นจร

นาย วันชัย แสงแพร


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต -

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034847

# การควบคุมกระบวนการแบบ PID โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

# MICROPROCESSOR BASED PID PROCESS CONTROL


โดย

นาย จำลอง อ้นจร 34101052

นาย วันชัย แสงแพร 34106314

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. วิริยะ กองรัตน์


วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขา วิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมกระบวนการแบบ PID โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

Microprocessor based PID Process Control


ผู้จัดทำ

1. นาย จำลอง อ้นจร 34101052
2. นาย วันชัย แสงแพร 34106314


...อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. วิริยะ กองรัตน์)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

Abstract

บทนำ

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ขอบเขตของงานวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C535.....1

1.1 คุณสมบัติของไมโครคอลโทรเลอร์.....1

1.2 การกำหนดขาสัญญาณและพอร์ต ของ 80C535.....3

1.3 สถาปัตยกรรมทางด้านการคำนวณของ SAB 80C535.....6

1.4 การจัดหน่วยความจำภายในและภายนอก.....11

1.5 การอินเทอร์รัพต์.....14

บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นของการควบคุมกระบวนการและการคำนวณ.....17

1.ระบบควบคุมแบบปิด.....17

2.ชนิดของระบบควบคุม.....18

3.ตัวควบคุมและแบบการควบคุม.....21

1.PROPORTIONAL ACTION (P).....22

2.INTEGRAL ACTION (I).....25

3.PROPORTIONAL-INTEGRAL ACTION (PI).....27

4.DERIVATIVE ACTION (D).....28

5.PROPORTIONAL-DERIVATIVE ACTION (PD).....30

6.PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID).....31

4.การปรับ.....37

บทที่ 3 การประมวลผลทางตัวเลข.....46

บทที่ 4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ต่อร่วมและการโปรแกรม.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การทดลองและบทสรุป.....51
ภาคผนวก ก
ภาคผนวก ข
กิตติกรรมประกาศ
หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การควบคุมกระบวนแบบ PID โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

(MICROPROCESSOR BASED PID PROCESS CONTROL)

โดย

จำลอง อ้นจร

วันชัย แสงแพร

อ.วิริยะ กองรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

## บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยชุดควบคุมกระบวนการโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 80C535 ซึ่งก็เป็นหนึ่งในจำนวนไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีความสามารถและคำสั่งพื้นฐานเหมือนกับ ไมโครคอนโทรลเลออร์ตระกูล MCS-51 แต่จะมีความสามารถที่เพิ่มขึ้นพิเศษมากมาย เช่นมีตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลและมีตัวป้องกันไม่ให้คอนโทรลเลอร์หยุดทำงานรวมถึงพอร์ตสองทางถึงหกชุดเป็นต้นโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ 80C535 นี้จะเป็นประมวลผลหลักและรับส่งข้อมูล จากไมโครคอมพิวเตอร์ นำมาใช้งานร่วมกับวงจรภายนอกทั้ง ANALOG และDIGITAL โดยใช้หลักการควบคุมกระบวนการแบบ PID เป็นพื้นฐานในการควบคุมกระบวนการ

## Abstract

This thesis is a fraction of process controller unit is used by Microcontroller "80C535" so it is member of Microcontroller that have basic command as the MCS-51 family but it have more than function i.e analog to digital converter,watchdog timer and six-bidirection user port. Also Microcontroller 80C535 used to be control unit and data communication with Microcomputer it used cooperate beteween analog and digital circuit. By based on principle of " PID process control"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีความสำคัญและ มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความสำคัญยิ่งขึ้นไปอีกในอนาคตทั้งทางด้านอุตสาหกรรม ด้านการแพทย์ตลอดจนถึงงานในบ้านที่ต้องการความสะดวกรวดเร็วเพื่อให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน แต่ในทางกลับกันจะเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากมากในการที่จะศึกษาและทำความเข้าใจกับสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นมาในท้องตลาดโดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ และไมโครคอนโทรเลอร์ที่เกิดขึ้นมาใหม่ๆ ซึ่งการที่จะนำเทคโนโลยีด้านนี้มาใช้งาน จะต้องทำความรู้จักกับมันในด้านต่างๆ ซึ่งการที่จะนำตัวมันและโปรแกรมของมันมาใช้งานได้จริงๆ นั้นเป็นสิ่งที่ต้องการเวลาในการศึกษา บางครั้งอาจจะมีการแก้ไข้ซ้ำแล้วซ้ำอีก ซึ่งจะเห็นได้ชัดทางด้านการเขียนโปรแกรมอาจจะต้องกระทำหลายๆครั้งเพื่อให้ได้มาซึ่งโปรแกรมการทำงานที่เป็นที่พอใจ ซึ่งส่วนมากก็จะเป็นไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ที่ออกมาสู่ตลาดได้พอสมควร และได้รับความนิยม แต่สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ออกมาใหม่ๆจะเป็นการยากที่จะศึกษา ซึ่งสำหรับในปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นการนำไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งยังไม่เป็นที่รู้จักกันมากนัก มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมขบวนการทางอุตสาหกรรมเพื่อเป็นการเพิ่มการเชื่อถือ และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน โดยการนำความสามารถที่เพิ่มขึ้นจากผลของการพัฒนามาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยใช้ความสามารถของไมโครคอมพิวเตอร์มาช่วยในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการทำงาน ของไมโครคอน โทรลเลอร์เบอร์ 80c535 ซึ่งพัฒนาบนไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อทราบถึงคุณสมบัติการทำงานและคุณสมบัติการทางด้านการคำณวนแล้วจึงนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในการนำไปใช้งานจริงๆโดยจะนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมเช่น ควบคุมระดับของเหลวในกระบวนการ เป็นต้น ซึ่งพัฒนาบนไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อสะดวกในการแก้ไขและพัฒนาต่อไป

การนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใช้ในการควบคุมกระบวนการจริงนั้น เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากจะได้ทราบหลักการควบคุมกระบวนการ ในโครงงานนี้ได้ใช้หลักการควบคุมกระบวนการแบบ PID เป็นพื้นฐานในการควบคุม อีกทั้งยังได้ศึกษาโปรแกรมที่ได้ใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งโปรแกรมภาษาที่ใช้ คือ ภาษาแอสเซมบลี้ และภาษาซี ทางผู้จัดทำคิดว่าจะเป็นประสพการณ์และเป็นประโยชน์แก่งานในอนาคตข้างหน้าต่อไป

## ขอบเขตการวิจัย

ในส่วนหลักของปริญญานิพนธ์จะเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน ของกระบวนการจำลองทางอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมระดับของเหลว โปรแกรมภาษาที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน คือ โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้ และ ใช้โปรแกรมภาษาซี แสดงผลออกทางจอภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C535 เป็นตัวประมวลผล

ในการควบคุมกระบวนการนั้นใช้หลักการควบคุม แบบ PID เป็นพื้นฐานและสามารถควบคุมได้ 8 กระบวนการด้วยกัน ผู้ใช้สามรถป้อนข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมได้ทางจอภาพของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในส่วนวงจรต่อร่วมนั้นได้มีวงจร การแปลงสัญญาณจากแรงดันเป็นกระแส หรือ วงจรแปลงสัญญาณจากกระแสเป็นแรงดัน หรือ วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โครงงานนี้ สามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของ กระบวนการทางอุตสาหกรรมที่ที่ต้องการควบคุมหลายๆกระบวนการ เช่น ควบคุมระดับของเหลว ควบคุมอัตราการไหลของของเหลวเป็นต้น ซึ่งเป็นการง่ายในการพัฒนาเนื่องจากทำบน ไมโครคอมพิวเตอร์ อีกทั้งหลักการควบคุมกระบวนการแบบ PID ยังเป็นหลักการที่มีประสิทธิภาพ

ในการนำไปใช้ควบคุมอีกด้วยโดยโครงงานนี้เป็นจุดเริ่มต้นในการนำไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C535 มาใช้ทำการประมวลผล และยังเป็นแนวทางแก่ผู้สนใจที่จะนำความรู้ของโครงงานนี้ไปใช้ในการพัฒนาในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C535

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C535 นี้เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้ที่มีความต้องการในด้านความสามารถที่เหนือกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลเอ็มซีเอส 51 คือมีสายอินพุตและเอาต์พุตภายในตัวเอง พอร์ตของอินพุตและเอาต์พุตบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟส และ สายควบคุมอื่นๆที่มีการใช้สำหรับแยกข้อมูลกับแอดเดรสและ ยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูลทั้งในด้านพอร์ต และ พอร์ตแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลแถมท้ายด้วยวงจรตั้งเวลากับวงจรนับด้วย(ปกติวงจรนับจะสามารถทำงานเป็นวงจรตั้งเวลาได้ด้วยจึงมีการเรียกควบคู่กันไปว่า วงจรตั้งเวลา/วงจรนับ)ตารางที่ 1เป็นรายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ 80C535 ซึ่งแสดงถึงจำนวนของหน่วยความจำวงจรตั้งเวลา/วงจรนับ พอร์ตแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และระดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพต์

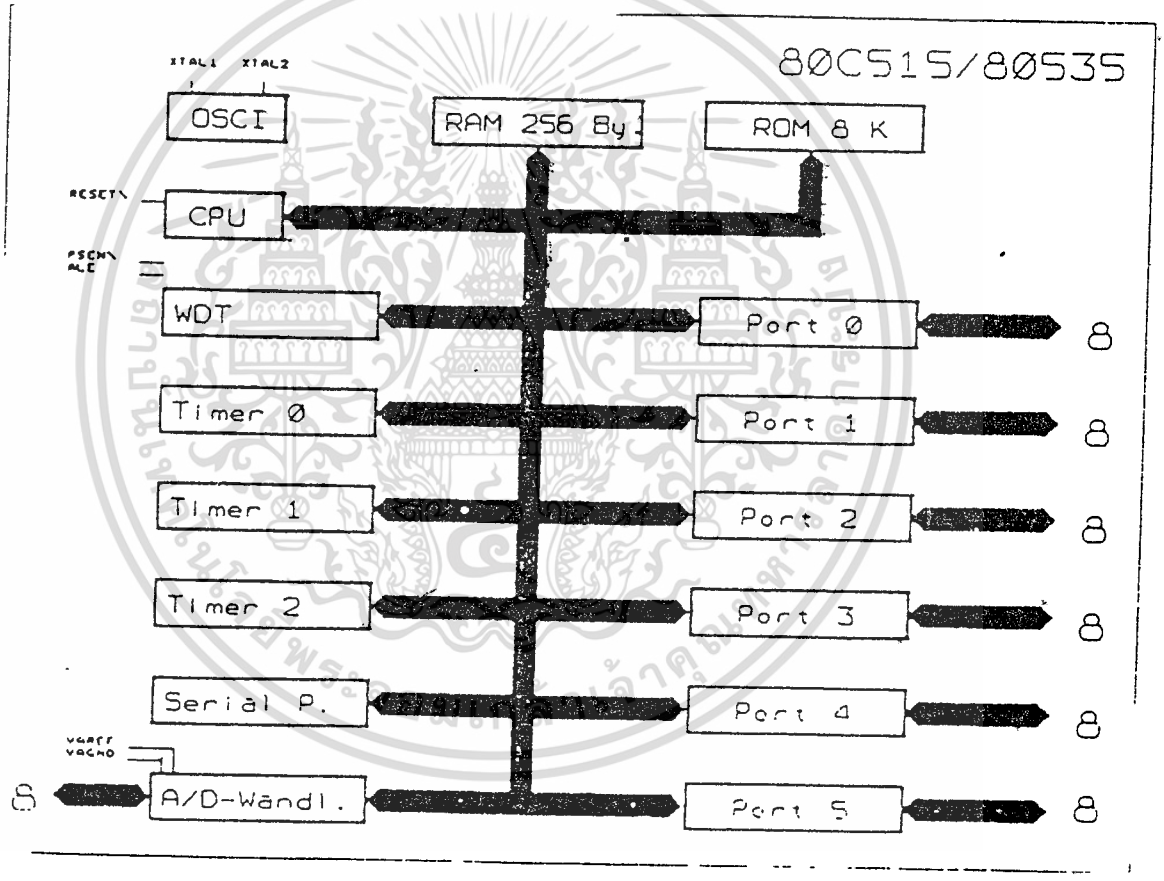
### 1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C535

- มีความสามารถพื้นฐานเหมือนกับ(compatable) เอ็มซีเอส-51
- หนึ่งวัฏจักรคำสั่งใช้เวลา 1 ไมโครวินาที
- มีหน่วยความจำภายใน (RAM) ขนาด 256 ไบต์
- มีหน่วยความจำภายใน (ROM) ขนาด 8 กิโลไบต์ และภายนอกสามารถขยายได้ถึง 64 กิโลไบต์
- มีรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่พิเศษจำนวน (SFR) 41 ตัว
- โครงสร้างของการอินเตอร์รัพต์ทำได้ 12 แหล่ง และการจัดระดับความสำคัญ (PRIORITY) ได้ 4 ระดับ
- พอร์ตแบบอนุกรมสามารถที่จะโปรแกรมการรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ที่ความเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจร Watchdog-Timer ขนาด 16 บิท
- วงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิท จำนวน 3 ตัว
- พอร์ตแบบ อนาลอก/ดิจิตอล โดยที่มีความเร็วในการแปลงข้อมูล 15 ไมโครวินาที
- รูปร่างเป็นแบบ PLCC 68 ขา

โครงสร้างทั่วไปของ Block Diagram ของ 80C535 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1.1




รูปที่ 1.1 แสดง Block Diagram ของ 80C535

โครงสร้างทั่วไปทางด้านฟิสิกส์ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 1.2 และ

จากรูปที่ 1.2 นั้นแสดงจำนวนขาและหน้าที่ของ 80C535 ซึ่งเป็นแบบ PLCC ที่มีจำนวนขาถึง 68 ขา และมีความเหมือนกันกับ 80C515ในตระกูลของ SEIMENSจะเห็นได้ว่าชิพเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้มีความสามารถมากกว่าชิพในตระกูล MCS 51 มากทีเดียวตัวอย่างเช่นมีพอร์ตถึง 6 พอร์ต มีพอร์ต 8 บิทสำหรับแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลและมีวงจรตั้งเวลาและวงจรนับ 3 วงจร

1.2 การกำหนดขาสัญญาณและพอร์ตต่างๆของ 80C535

| ขาที่ | สัญญลักษณ์ | อินพุท/เอาท์พุท | หน้าที่ |
|---|---|---|---|
| | | **Port 0** | |
| 52-59 | P0.0-P0.7 | อินพุท/เอาท์พุท | สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุทและเอาท์พุทขนาด 8 บิท และมีหน้าที่พิเศษ |
| | | **Port 1** | |
| 29-36 | p1.7-1.0 | อินพุท/เอาท์พุท | สามารถเป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์ขนาด 8 บิท |
| 29 | p1.7 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุทของ Timer T2 |
| 30 | p1.6 | อินพุท/เอาท์พุท | เอาท์พุทของ CLKOUT ของระบบ |
| 31 | p1.5 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุทภายนอกของ T2EX |
| 32 | p1.4 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุทของอินเตอร์รัพท์ 2 INT2 |
| 33 | p1.3 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุทของ INT6/CC3 INTERRUPT 6 |
| 34 | p1.2 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุทของ INT6/CC3 INTERRUPT 5 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| 35 | p1.1 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุทของ INT6/CC3 INTERRUPT 4 |
| 36 | p1.0 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุทของ INT6/CC3 INTERRUPT 3 |

## Port 2

| | | | |
|---|---|---|---|
| 41-48 | p2.0-2.7 | อินพุท/เอาท์พุท | พอร์ต 2 มี 8 บิท และพอร์ตสองทิศทางทำหน้าที่แอดเดรสด้านไบท์สูง |

## Port 3

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21-28 | p3.0-3.7 | อินพุท/เอาท์พุท | สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุทและเอาท์พุทขนาด 8 บิท |
| 21 | p3.0 | อินพุท/เอาท์พุท | RDX Serial Port E/A sync |
| 22 | p3.1 | อินพุท/เอาท์พุท | TXD Serial Port A/D async |
| 23 | p3.2 | อินพุท/เอาท์พุท | INT0/Timer 0 เป็นอินพุท |
| 24 | p3.3 | อินพุท/เอาท์พุท | INT1/Timer 1 เป็นอินพุท |
| 25 | p3.4 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุท Timer 0 |
| 26 | p3.5 | อินพุท/เอาท์พุท | อินพุท Timer 1 |
| 27 | p3.6 | อินพุท/เอาท์พุท | WR\ สัญญาณสำหรับเขียน Ram ภายนอก |
| 28 | p3.7 | อินพุท/เอาท์พุท | RD\ สัญญาณสำหรับเขียน Ram ภายนอก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ขาที่ | สัญญลักษณ์ | อินพุท/เอาท์พุท | หน้าที่ |
|---|---|---|---|
| | | **PORT 4** | |
| 1-3 | p4.0-4.2 | อินพุท/เอาท์พุท | สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุท และเอาท์พุทขนาด 8 บิท |
| 5-9 | p4.3-4.7 | อินพุท/เอาท์พุท | สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุท และเอาท์พุทขนาด 8 บิท |
| | | **Port 5** | |
| 60-67 | p5.7-5.0 | อินพุท/เอาท์พุท | สามารถเป็นได้ทั้ง อินพุท และเอาท์พุทขนาด 8 บิท |
| | | **Port 6** | |
| 13-20 | AN7-AN0 | อินพุท | เป็นอนาลอกอินพุท |
| สัญญาณควบคุมและระบบไฟ | | | |
| 39 | XTAL2 | | Oscilator |
| 40 | XTAL1 | | Oscilator |
| 10 | RESET\ | อินพุท | เป็นสัญญาณ Reset CPU Active low |
| 49 | PSEN\ | เอาท์พุท | Program Store Enable |
| 50 | ALE | เอาท์พุท | Address Latch Enable |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | PE\ | อินพุท | |
| 51 | EA\ | อินพุท | LOW=ext, HIGH=int |
| 11 | VAREF | อินพุท | 5V Referent สำหรับ A/D |
| 12 | VAREF | อินพุท | 0V Referent สำหรับ A/D |
| 68 | VCC | | Supply สำหรับ CPU 5V |
| 38 | VSS | | Supply สำหรับ CPU GND 0V |

1.2 สถาปัตยกรรมทางด้านการคำนวณของ SAB 80C535

SAB 80C535 นั้นเป็นซีพียูขนาด 8 บิท ข้อมูล 16 บิทแอสเดรสและ มีหน่วยความจำภายในตัวซีพียู (RAM) มีรีจิสเตอร์พิเศษ (SFR)ถึง 41 ตัวโดยที่มี 14 ตัวรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องคือ

| | | ADRESS [H] |
|---|---|---|
| ADCON A/D | ควบคุมการเปลี่ยน A/D | D8* |
| CCEN | ควบคุม CAPTURE COMPARE | C1 |
| DAPR | โปรแกรมรีจิสเตอร์ A/D | DA |
| IEN0 | INTERRUPT ENABLE 0 | A8* |
| IEN1 | INTERRUPT ENABLE 1 | B |
| IP0 | ระดับความสำคัญที่ 1ของ INTERRUPT | A9 |
| IP1 | ระดับความสำคัญที่ 2ของ INTERRUPT | B9 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| IRCON | ควบคุมความต้องการขอ INTERRUPT | C0* |
| PCON | ควบคุม POWER | 87 |
| PSW | โปรแกรมแสดงสถานะคำ | D0 |
| SCON | ควบคุมพอร์ตอนุกรม | 98* |
| T2CON | ควบคุม TIMER 2 | C8* |
| TCON | ควบคุม TIMER | 88* |
| TMOD | TIMER MODE | 89 |

* = bitaddress

โดยแสดงรายละเอียดของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SFR) ตามลำดับตัวอักษรตามตารางข้างล่างนี้

| สัญญาลักษณ์ | แอสเดรส | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| ACC | E0 | แอคคิวมูเลเตอร์ |
| ADCON | D8 | ควบคุมการเปลี่ยน A/D |
| ADDAT | D9 | รีจิสเตอร์ข้อมูลการเปลี่ยน A/D |
| B | F0 | รีจิสเตอร์ B |
| CCEN | C1 | Compare Capture Enable Register |
| CCH1 | C3 | Compare Capture Register 1 (H) |
| CCH2 | C5 | Compare Capture Register 2 (H) |
| CCH3 | C7 | Compare Capture Register 3 (H) |
| CCL1 | C2 | Compare Capture Register 1 (L) |
| CCL2 | C4 | Compare Capture Register 2 (L) |
| CCL3 | C6 | Compare Capture Register 3 (L) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| สัญญาลักษณ์ | แอสเดรส | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| CRCH | C9 | Compare Reload Capture Register (H) |
| CRCL | CA | Compare Reload Capture Register (L) |
| DAPR | DA | โปรแกรมการเปลี่ยน A/D |
| DPH | 83 | Datapointer (H) |
| DPL | 82 | Datapointer (L) |
| IEN0 | A8 | Interrupt Enable Register 0 |
| IEN1 | B8 | Interrupt Enable Register 1 |
| IP0 | A9 | รีจิสเตอร์ระดับความสำคัญของ Interrupt 0 |
| IP1 | B9 | รีจิสเตอร์ระดับความสำคัญของ Interrupt 1 |
| IRCON | C0 | การควบคุมความต้องการขอ Interrupt |
| P0 | 80 | พอร์ต 0 |
| P1 | 90 | พอร์ต 1 |
| P2 | A0 | พอร์ต 2 |
| P3 | B0 | พอร์ต 3 |
| P4 | E8 | พอร์ต 4 |
| P5 | F8 | พอร์ต 5 |
| PCON | 87 | Power Control Register |
| PSW | D0 | โปรแกรมแสดงสถานะ Word Register |
| SBUF | 99 | บัฟเฟอร์รีจิสเตอร์สำหรับพอร์ตอนุกรม |
| SCON | 98 | การควบคุมรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม |
| SP | 81 | Stackpointer |
| T2CON | C8 | Timer 2 Control Register |
| T2H | CD | Timer 2 (H) |
| T2L | CC | Timer 2 (L) |
| TCON | 88 | Timer Control Register |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| สัญญาลักษณ์ | แอสเดรส | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| THO | 8C | Timer 0 (H) |
| TH1 | 8D | Timer 1 (H) |
| TLO | 8A | Timer 0 (L) |
| TL1 | 8B | Timer 1 (L) |
| TMOD | 89 | โหมด Timer Register |

ตาราง 1.1 แสดงรายระเอียดของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
034847

SFR ADR

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACC | ACC.7 | ACC.6 | ACC.5 | ACC.4 | ACC.3 | ACC.2 | ACC.1 | ACC.0 |
| E0 | E7 | E6 | E5 | E4 | E3 | E2 | E1 | E0 |
| ADCON | BD | CLK | - | BSY | ADM | MX2 | MX1 | MX0 |
| D8 | DF | DE | DD | DC | DB | DA | D9 | D8 |
| B | B.7 | B.6 | B.5 | B.4 | B.3 | B.2 | B.1 | B.0 |
| F0 | F7 | F6 | F5 | F4 | F3 | F2 | F1 | F0 |
| IEN0 | EAL | WDT | ET2 | ES | ET1 | EX1 | ET0 | EX0 |
| A8 | AF | AE | AD | AC | AB | AA | A9 | A8 |
| IEN1 | EXEN2 | SWDT | EX6 | EX5 | EX4 | EX3 | EX2 | EADC |
| B8 | BF | BE | BD | BC | BB | BA | B9 | B8 |
| IRCON | EXF2 | TF2 | IEX6 | IEX5 | IEX4 | IEX3 | IEX2 | IADC |
| C0 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 | C0 |
| P0 | P0.7 | P0.6 | P0.5 | P0.4 | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| 80 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 |
| P1 | P1.7 | P1.6 | P1.5 | P1.4 | P1.3 | P1.2 | P1.1 | P1.0 |
| 90 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 92 | 91 | 90 |
| P2 | P2.7 | P2.6 | P2.5 | P2.4 | P2.3 | P2.2 | P2.1 | P2.0 |
| A0 | A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 |
| P3 | P3.7 | P3.6 | P3.5 | P3.4 | P3.3 | P3.2 | P3.1 | P3.0 |
| B0 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| P4 | P4.7 | P4.6 | P4.3 | P4.4 | P4.3 | P4.2 | P4.1 | P4.0 |
| E8 | EF | EE | ED | EC | EB | EA | E9 | E8 |
| P5 | P5.7 | P5.6 | P5.5 | P5.4 | P5.3 | P5.2 | P5.1 | P5.0 |
| F8 | FF | FE | FD | FC | FB | FA | F9 | F8 |
| PSW | CY | AC | F0 | RS1 | RS0 | OV | F1 | P |
| D0 | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| SCON | SM0 | SM1 | SM2 | REN | TB8 | RB8 | TI | RI |
| 98 | 9F | 9E | 9D | 9C | 9B | 9A | 99 | 98 |
| T2CON | T2PS | I3FR | I2FR | T2R1 | T2R0 | T2CM | T2I1 | T2I0 |
| C8 | CF | CE | CD | CC | CB | CA | C9 | C8 |
| TCON | TF1 | TR1 | TF0 | TR0 | IE1 | IT1 | IE0 | IT0 |
| 88 | 8F | 8E | 8D | 8C | 8B | 8A | 89 | 88 |

รูปที่ 1.4 แสดงบิทแอสเดรสในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ

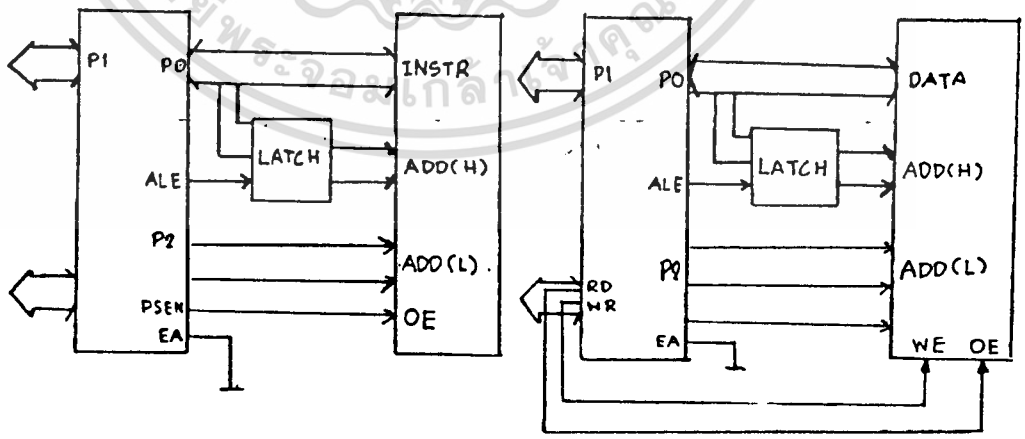
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 การจัดหน่วยความจำภายในและภายนอก

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 80C535จะมีการจัดแบ่งพื้นที่หน่วยความจำของการกำหนดเลขที่อยู่แอสเดรส ได้เป็นส่วนที่ประกอบด้วยเนื้อที่ของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล โดยจะมีการแบ่งหน่วยความจำเหมือนกับซีพียูทั่วไป คือจะมีการจัดแบ่งเป็น2 ลักษณะตามชนิดของข้อมูลที่เก็บดังนี้

- หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)
- หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

ถ้าจะพูดกันง่ายๆหน่วยความจำข้อมูลหมายถึงความจำส่วนที่เป็นแรม(Ram)ซึ่งเราสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาแต่ไม่สามารถรันโปรแกรมบนหน่วยความจำส่วนนี้ได้ ส่วนที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมหมายถึงหน่วยความจำที่สามารถอ่านได้อย่างเดียว(Rom) ซึ่งจะบรรจุโปรแกรมที่จะทำให้ SAB 80C535 ทำงาน โดยหน่วยความจำทั้งสองประเภทนี้จะถูกแยกออกจากกันด้วยคำสั่งทางซอฟแวร์และลักษณะการติดต่อทางฮาร์ดแวร์ด้วย กล่าวคือ จะมีคำสั่งเฉพาะสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำชนิดใดชนิดหนึ่งและ จัดสัญญาณสโตรบในการติดต่อกับหน่วยความจำแต่ละชนิดแยกต่างหากกันด้วย ดังรูปที่ 1.5

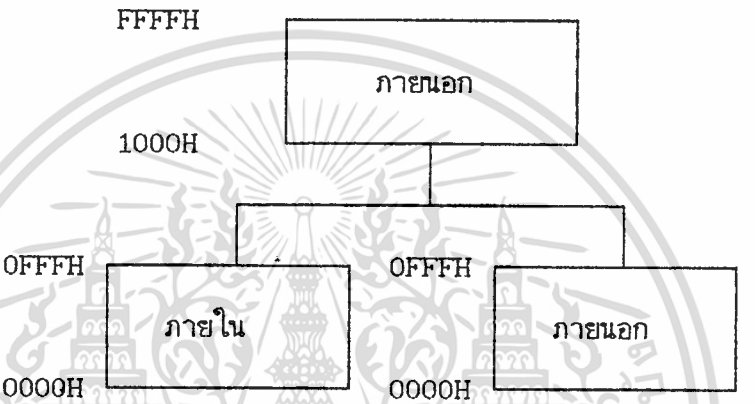



รูปที่ 1.5 การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1 หน่วยความจำโปรแกรม

-หน่วยความจำโปรแกรมจะประกอบด้วย ส่วนภายในและนอกชิพ หากความยาวของโปรแกรมมีความยาวไม่เกิน 8 กิโลไบต์ สำหรับความจำโปรแกรมภายในและ สามารถที่จะทำการขยายหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 64 กิโลไบต์ โดยอาจจะใช้ร่วมกับหน่วยความจำข้อมูลก็ได้ โดยการควบคุมที่ขา EA (ขาที่ 51) หรือทำการต่อลงกราวด์ ดังแสดงในรูปที่ 1.6




รูปที่ 1.6 การจัดพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมภายในและภายนอก

1.3.2 หน่วยความจำข้อมูล

จากรูปที่ 1.7 เป็นการจัดหน่วยความจำภายในของ 80C535 ซึ่งจะเห็นได้ว่าหน่วยความจำข้อมูลภายในจะแบ่งเป็นลักษณะงานดังนี้คือ จำนวน 128 กิโลไบต์ ของบริเวณตำแหน่งล่างในเนื้อที่แรมภายในและอีก 128 กิโลไบต์ เป็นของบริเวณตำแหน่งบนของแรมภายในและ ส่วนของ 128 กิโลไบต์อีกบริเวณหนึ่งใช้เป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ

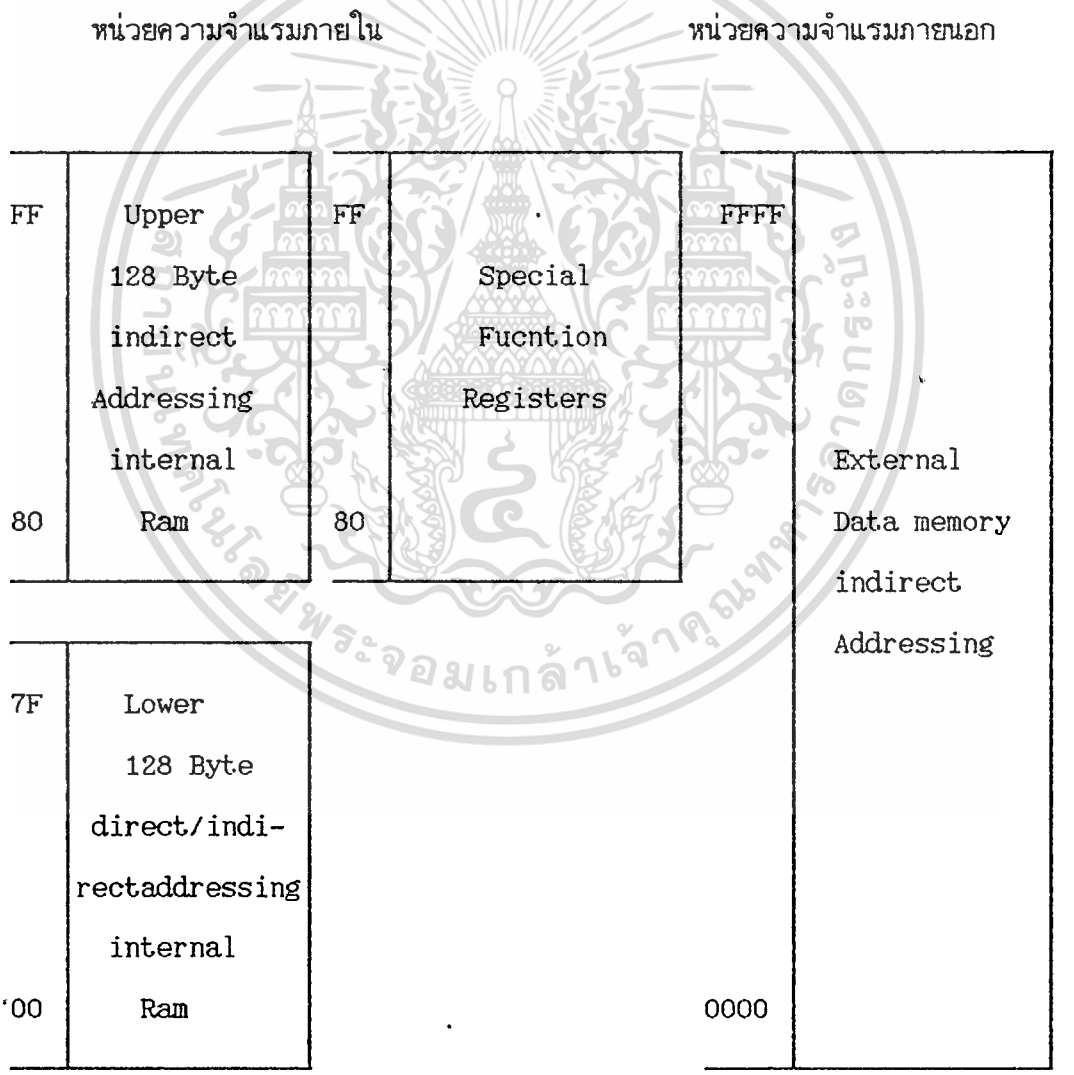
จากรูปที่ 1.8 จะเห็นว่าพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลภายในส่วน 128ไบต์ล่าง(ตำแหน่ง00H-7FH) จะถูกแบ่งเป็นสามส่วนคือ ส่วนของรีจิสเตอร์แบงค์ (00H-1FH) ส่วนพิเศษที่สามารถจะเข้าถึงตำแหน่งบิทได้โดยตรง (20H-2FH) และส่วนที่ใช้งานทั่วไป (30H-7FH)

ในส่วนของรีจิสเตอร์แบงค์มีทั้งหมด 4 แบงค์แต่เราสามารถใช้ได้ครั้งละแบงค์เท่านั้นการเลือกว่าจะใช้แบงค์ใดขึ้นอยู่ที่เรากำหนดค่าในรีจิสเตอร์ PSW คำสั่งที่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลซึ่งจะแบ่งลักษณะการกำหนดเลขที่อยู่ของหน่วยความจำข้อมูลได้ 4โหมดด้วยกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โหมดการกำหนดเลขที่อยู่รีจิสเตอร์
- โหมดกจิรกำหนดเลขที่อยู่โดยอ้อม
- โหมดการกำหนดเลขที่อยู่โดยตรง
- โหมดการกำหนดเลขที่อยู่รีจิสเตอร์โดยทันที

รูปที่ 1.8 จะเป็นการแสดงถึงแผนที่ของหน่วยความจำข้อมูลโดยผ่านเป็น 4 แบงค์ ในแต่ละแบงค์มีรีจิสเตอร์ 8 ตัว มีตำแหน่งตั้งแต่ 0 ถึง 31 ในบริเวณส่วนล่างของแรม




รูปที่ 1.7 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| FFH | 255 | | indirekt adressierbar |
| 80H | 120 | | |
| 7FH | 127 | | direkt und indirekt adr. |
| 30H | 48 | | |
| 2FH | 47 | 7F 7E 7D 7C 7B 7A 79 78 | bitadressierbar |
| 2EH | 46 | 77 76 75 74 73 72 71 70 | |
| 2DH | 45 | 6F 6E 6D 6C 6B 6A 69 68 | |
| 2CH | 44 | 67 66 65 64 63 62 61 60 | |
| 2BH | 43 | 5F 5E 5D 5C 5B 5A 59 58 | |
| 2AH | 42 | 57 56 55 54 53 52 51 50 | |
| 29H | 41 | 4F 4E 4D 4C 4B 4A 49 48 | |
| 28H | 40 | 47 46 45 44 43 42 41 40 | |
| 27H | 39 | 3F 3E 3D 3C 3B 3A 39 38 | |
| 26H | 38 | 37 36 35 34 33 32 31 30 | |
| 25H | 37 | 2F 2E 2D 2C 2B 2A 29 28 | |
| 24H | 36 | 27 26 25 24 23 22 21 20 | |
| 23H | 35 | 1F 1E 1D 1C 1B 1A 19 18 | |
| 22H | 34 | 17 16 15 14 13 12 11 10 | |
| 21H | 33 | 0F 0E 0D 0C 0B 0A 09 08 | |
| 20H | 32 | 07 06 05 04 03 02 01 00 | |
| 1FH | 31 | | Registerbank 4 |
| 18H | 24 | R07 R06 R05 R04 R03 R02 R01 R0 | |
| 17H | 23 | | Registerbank 2 |
| 10H | 16 | R07 R06 R05 R04 R03 R02 R01 R0 | |
| 0FH | 15 | | Registerbank 1 |
| 08H | 8 | R07 R06 R05 R04 R03 R02 R01 R0 | |
| 07H | 7 | | Registerbank 0 |
| 00H | 0 | R07 R06 R05 R04 R03 R02 R01 R0 | |

รูปที่ 1.8 พื้นที่การกำหนดตำแหน่งบิทของหน่วยความจำข้อมูลภายในจากรูปที่ 1.7

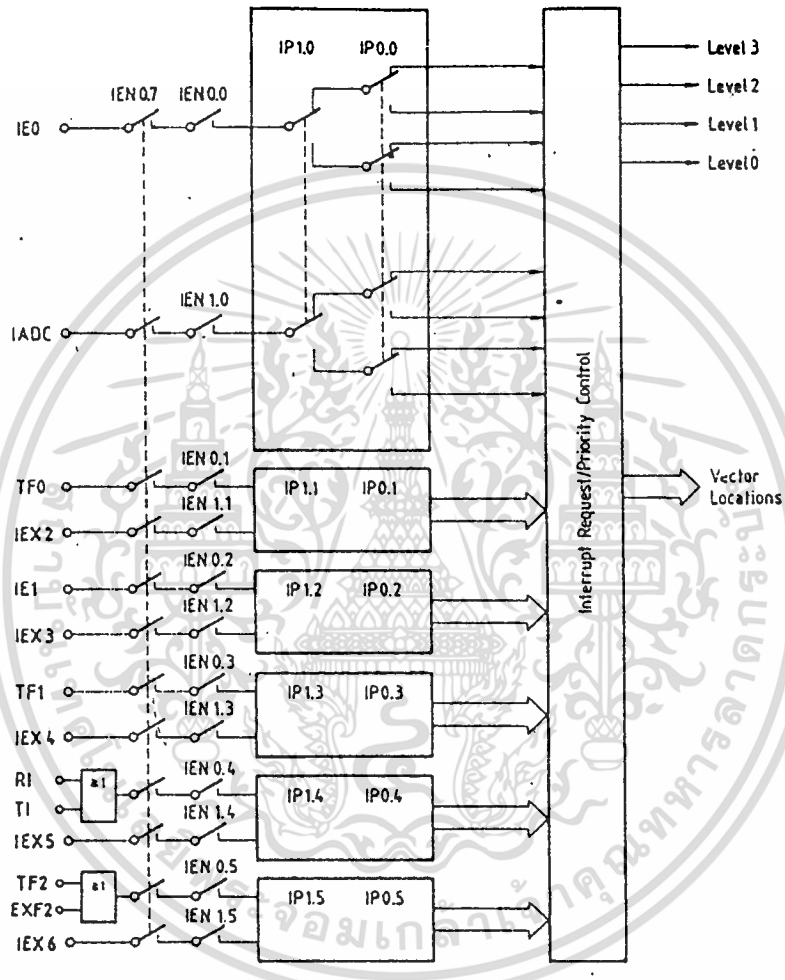
## 1.4 การอินเตอร์รัพต์

ในระบบของ SAB 80C535 จะมีการอินเตอร์รัพต์ได้จาก 6 แหล่ง โดยสามารถตั้งระดับความสำคัญได้ 4 ระดับซึ่งมีแผนภูมิทางฮาร์ดแวร์ของการอินเตอร์รัพต์ ดังรูปที่ 1.9

การอินเตอร์รัพต์ระดับความสำคัญต่ำ สามารถที่จะถูกอินเตอร์รัพต์ตัวอื่นที่มีระดับควาสำคัญสูงกว่าได้ แต่จะไม่สามารถที่จะถูกอินเตอร์จากอินเตอร์รัพต์ตัวอื่นที่มีระดับความสำคัญเดียวกันได้ แต่ถ้าเป็นการอินเตอร์รัพต์จากตัวที่มีระดับความสำคัญสูง จะไม่สามารถถูกอินเตอร์รัพต์จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

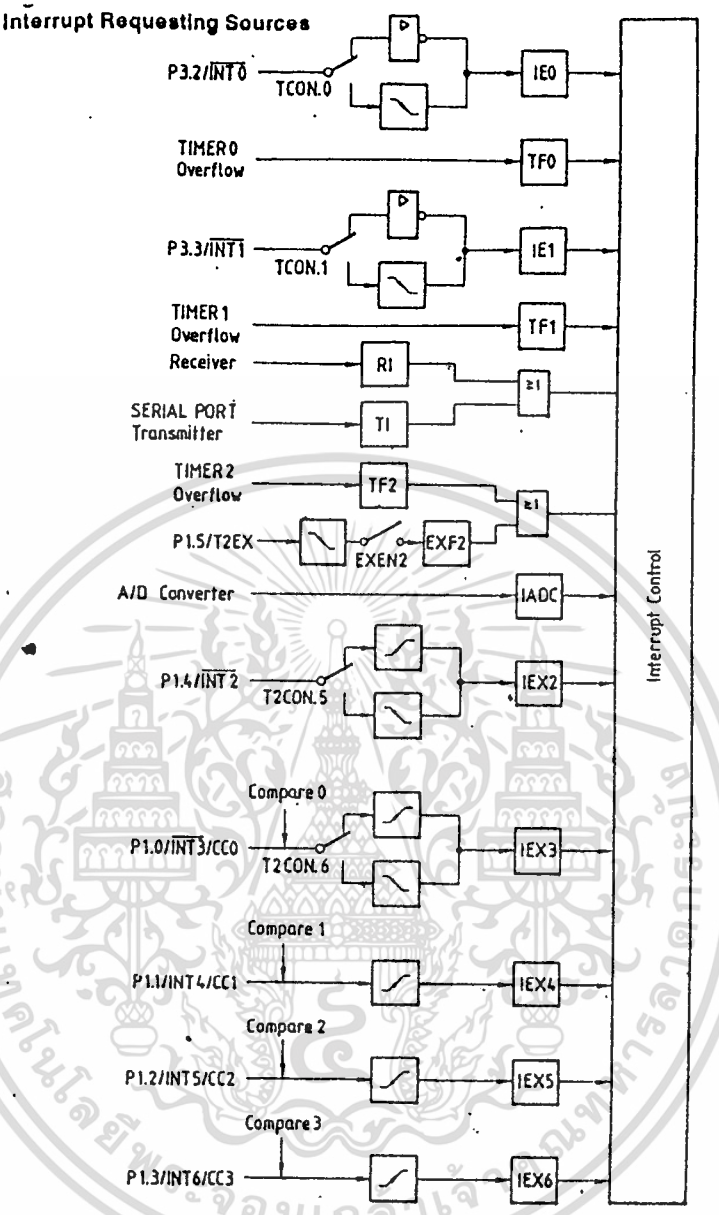
ตัวอื่นได้เลย โดยเราสามารถที่จะตั้งระดับความสำคัญของแต่ละแหล่งอินเตอร์รัพต์ได้ที่รีจิสเตอร์ IP และถ้าในเหตุการณ์ที่มีการร้องขออินเตอร์รัพต์ในระดับความสำคัญของแต่ละแหล่ง ดังตารางที่ 1.2




| | | |
|---|---|---|
| อินเตอร์รัพต์ 0 จากภายนอก | + | อินเตอร์รัพต์ของ A/D |
| อินเตอร์รัพต์ของตัวจับเวลาตัวที่ 0 | + | อินเตอร์รัพต์ 2 จากภายนอก |
| อินเตอร์รัพต์ 1 จากภายนอก | + | อินเตอร์รัพต์ 3 จากภายนอก |
| อินเตอร์รัพต์ของตัวจับเวลาตัวที่ 1 | + | อินเตอร์รัพต์ 4 จากภายนอก |
| การรับ/ส่งอนุกรม | + | อินเตอร์รัพต์ 5 จากภายนอก |

ตารางที่ 1.2 ลำดับความสำคัญของแหล่งการอินเตอร์รัพต์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.0 แสดงแหล่งที่มาของการร้องขออินเตอร์รัพต์

---

อินเตอร์รัพต์ของตัวจับเวลาที่ 2 + อินเตอร์รัพต์ 6 จากภายนอก

อินเตอร์รัพต์ตัวที่ 2 จากภายนอก

---

ตารางที่ 1.2 ลำดับความสำคัญของแหล่งการอินเตอร์รัพต์ต่างๆ(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

## หลักการเบื้องต้นของการควบคุมกระบวนการและการคำนวณ

ในระบบควบคุมที่มีอยู่เราสามารถที่จะแบ่งแยกระบบควบคุมนั้นๆออกตามคุณลักษณะของการทำงาน ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วเราสามารถจะจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ

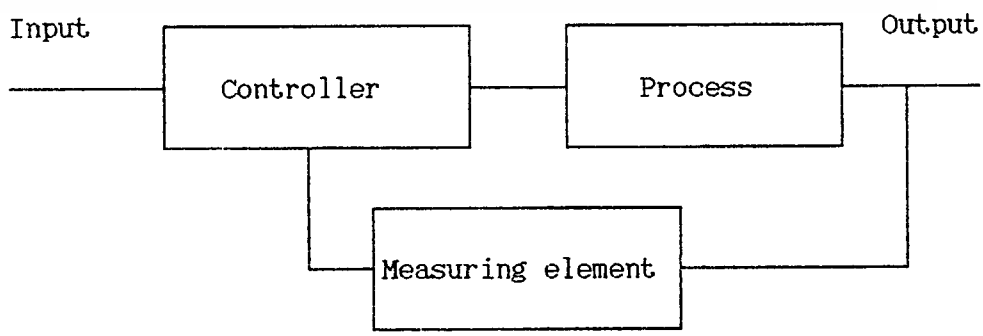
1 ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control System)

2 ระบบควบคุมแบบปิด (Close Loop Control System)

จากสภาพการควบคุมในปัจจุบัน ส่วนมากแล้วจะมีการควบคุมเป็นแบบ ระบบควบคุมแบบปิด ซึ่งจะมีรายระเอียดของการควบคุมและส่วนประกอบต่างๆดังจะกล่าวในรายระเอียดต่อไป

1 ระบบควบคุมแบบปิด (Close Loop Control System)

ระบบควบคุมแบบนี้ เป็นระบบควบคุมที่นำเอาสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากกระบวนการนั้นป้อนกลับ (Feedback Output) มาเปรียบเทียบกลับสัญญาณอินพุทที่ต้องการ ซึ่งจะได้สัญญาณความคลาดเคลื่อน(Actuating Error Singal)โดยเป็นสัญญาณความแตกต่างระหว่างสัญญาณอินพุทและสัญญาณป้อนกลับและจะถูกป้อนให้กลับหน่วยควบคุมอีกครั้งเพื่อที่จะเป็นการลดค่าความคาดเคลื่อนให้น้อยลง ซึ่งจะมีระบบการควบคุมดังรูป 3.1



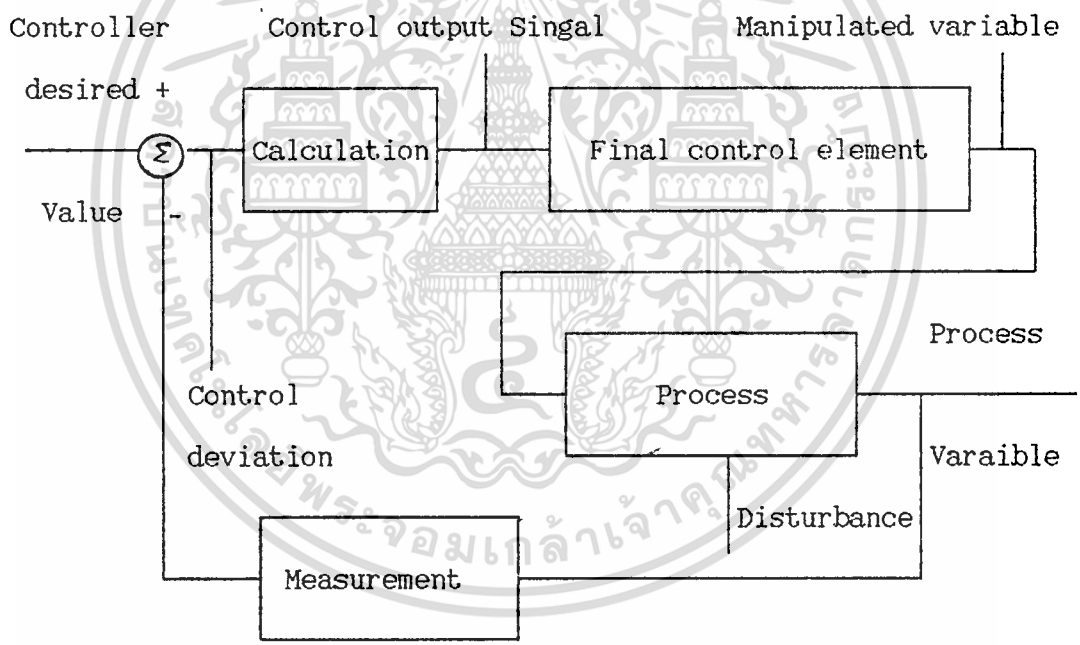

รูปที่ 2.1 ระบบควบคุมแบบลูปปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ชนิดของระบบควบคุม

### 2.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

จะเป็นระบบที่มีการใช้ตัวควบคุมซึ่งจะทำหน้าที่เปรียบเทียบตัดสินใจและ ปรับเปลี่ยนแทนมนุษย์นั่นเอง การทำงานของระบบอัตโนมัติเป็นการนำค่าเป้าหมายกับค่าของการตรวจวัดในโปรเซสเข้ามาทำการคำนวณหาค่าที่เหมาะสม เพื่อส่งเป็นสัญญาณควบคุมออกไปควบคุมโปรเซส ให้มีค่าของการควบคุมเท่ากับค่าเป้าหมายอยู่ตลาดเวลา แบบของการควบคุมมีอยู่ด้วยกันหลายแบบเช่น ON-OFF




รูปที่ 2.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอัตโนมัติ

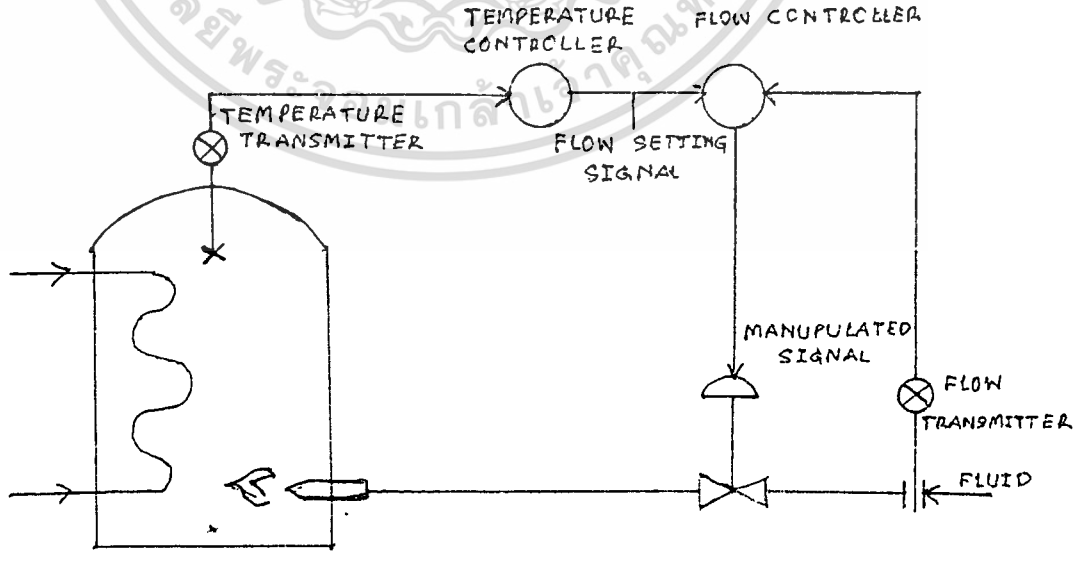
### 2.2 ระบบควบคุมแบบสัดส่วน(Ratio control)

เป็นการควบคุมให้ตัวแปรโปรเซสสองค่ารักษาอัตราส่วนของกันและกันให้คงที่อยู่เสมอ มักจะพบในการควบคุมอัตราการไหลของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบเผาไหม้ต่างๆ และการควบคุมการผสมของเหลวสองชนิด ตัวอย่างเช่น Ratio control ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ระบบการควบคุมแบบร่วมกัน(Cascade Control)

Cascade Control เป็นการควบคุมชนิด Conbine Controlชนิดหนึ่งนิยมใช้กันมากในการควบคุมโปรเซส การควบคุมแบบ Cascade Control นี้จะมีลูปการควบคุมอยู่ 2 ลูปซึ่งใน 2 ลูปนี้จะมีตัวควบคุมคือ Master Controller และ Slave Controller สัญญาณออกของ Master Controller จะเป็นค่าเป้าหมายของ SlaveController Cascade Control นี้จะนำไปใช้ได้ดีในโปรเซสที่มี Disturbance โดยมี Dead Time มาก นอกจากนั้นในกรณีที่ต้องการรักษาความสัมพันธ์ของตัวแปรโปรเซสสองตัวให้คงที่จะเหมาะสมที่สุดดังรูปที่ 3.4 จะเป็นตัวอย่าง Cascade Controlของการควบคุมอุณหภูมิในเตา ลูปการควบคุมอุณหภูมิจะเป็น Master และ ลูปการควบคุมการไหลจะเป็น Slave สัญญาณออกของตัวควบคุมอุณหภูมิจะส่งไปเป็นค่าเป้าหมายของตัวควบคุมการไหล ลูปการควบคุมการไหลจะมีการควบคุมให้หารไหลของก๊าซเป็นไปตามสัญญาณจากตัวควบคุมอุณหภูมิเสมอ แม้ว่าความดันในท่อก๊าซจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรก็ตาม จะไม่มีผลต่ออุณหภูมิในเตาเลย การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของความดันในท่อก๊าซนับว่าเป็น Disturbanอย่างหนึ่ง ถ้าเราใช้ระบบการควบคุมแบบธรรมดาซึ่งสัญญาณออกของตัวควบคุมอุณหภูมิ จะส่งมาควบคุมการเปิดของ Valve โดยตรงแล้ว Disturbance จะทำให้อุณหภูมิในเตาไม่คงที่หรือเท่ากับค่าเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้

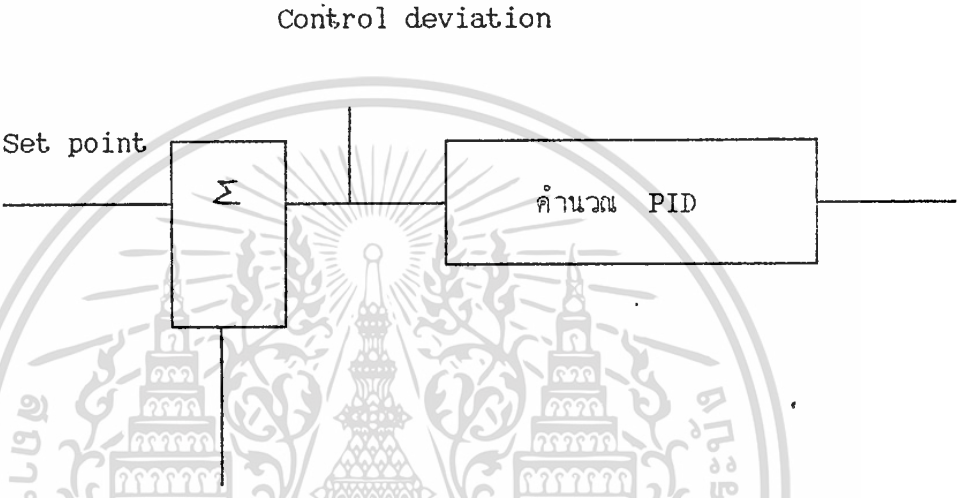



รูปที่ 2.4 แสดงระบบควบคุมร่วมกัน(CASCADE CONTROL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวควบคุมและแบบการควบคุม (Controller and Control Action)

ตัวควบคุมจะรับสัญญาณเข้ามาจากการวัด เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายหรือSet Point ผลต่างของค่าทั้งสองจะถูกส่งให้แก่ภาคคำนวณ เพื่อผลิตสัญญาณควบคุมขาออกซึ่งจะถูกส่งไปยังส่วนขับเคลื่อนอีกทีหนึ่ง โครงสร้างภายในตัวควบคุมแสดงในรูปที่ 3.5




รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างภายในตัวควบคุม

ความสัมพันธ์ ของผลต่างกับสัญญาณควบคุมขาออก กำหนดโดย ภาคคำนวณ ซึ่งความสัมพันธ์นี้เรียกว่า Control Action สามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

On-Off action
Proportional action ( P-control )
Integral or Reset action ( I-control )
Derivative action ( D-control )

การควบคุมจะมีการใช้ Action แต่ละชนิด หรือหลายชนิดผสมกันเช่น On-Off,P,PI, PD,PID การควบคุมด้วยมือนั้นถ้าหากคนงานมีความชำนาญมาก การปรับจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับ Control Action เหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

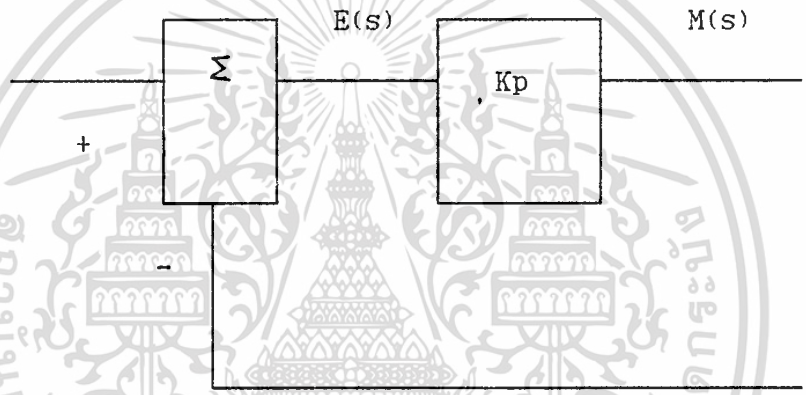
1 PROPORTIONAL ACTION คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุม(หรือ Outputของหน่วยควบคุม) m(t) กับสัญญาณความคลาดเคลื่อน e(t) จะเป็นดังนี้คือ

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

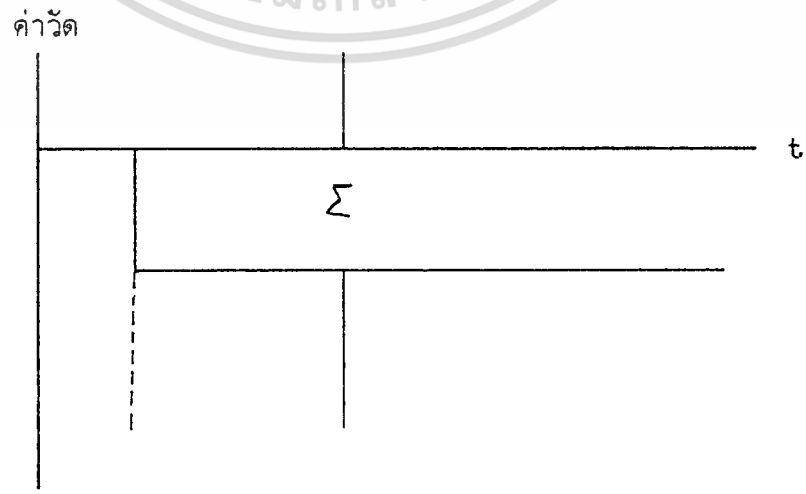
หรือ

$$M(s)/E(s) = Kc$$

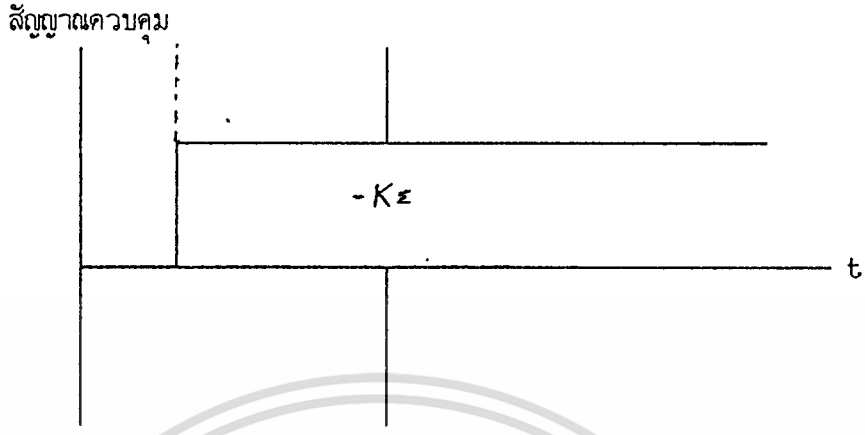
โดย Kp จะอยู่ในเทอมของProportional Sensitivityหรือ Gain หน่วยควบคุมแบบ Proportionalจึงเป็น Amplifierที่มีความสามารถปรับค่าของGainได้ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ซึ่งเป็นการแสดงถึง Block Diagramของหน่วยควบคุมแบบProportional ที่ได้กล่าวมาแล้ว




รูปที่ 2.6 Block Diagram ของหน่วยควบคุมแบบ P

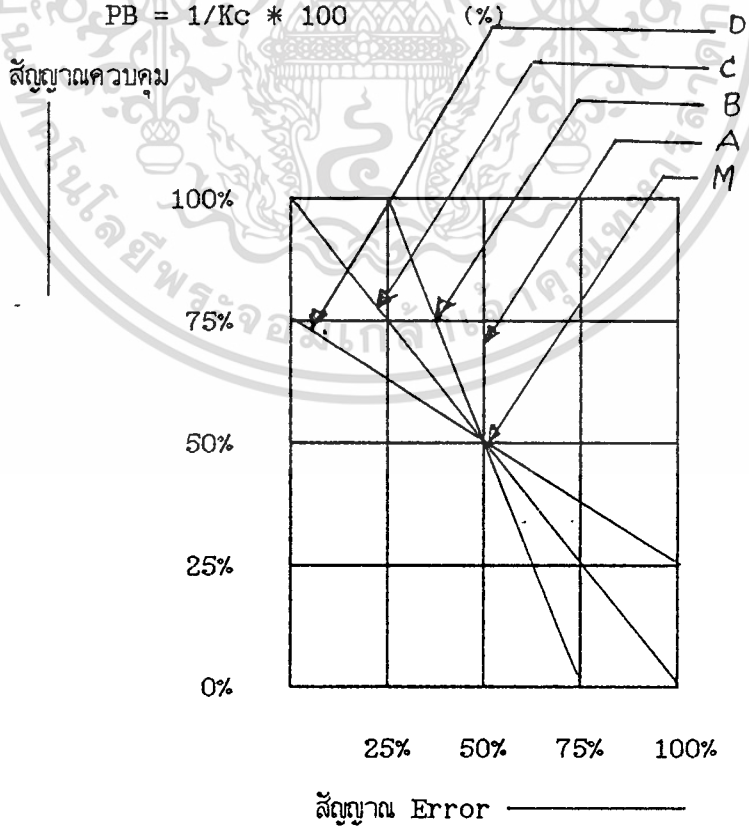



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.7 ผลตอบสนองของ Proportional Action

การควบคุมแบบนี้มักแสดงในรูป Proportional Band (%PB) ค่า PB คือ ค่าสัญญาณ Error ที่จะทำให้สัญญาณควบคุมเปลี่ยนไป 100 % เมื่อ PB = 50% หมายถึง ถ้าสัญญาณ Error เกิดขึ้น 50% สัญญาณควบคุมเปลี่ยนไป 100% ดังรูปที่ 1.8




รูปที่ 2.8 Proportional Band

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A : PB = 0% , Kc = (100/0)

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

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

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

จากรูปที่ 3.8 แสดงว่าค่า PB เป็นตัวบอกความไวของการแก้ความผิดผลาดจึงอาจจะเรียกได้ว่า Kp เป็นความไวของ Proportional Control

คุณสมบัติของ Proportional Action

1. เมื่อลด PB ลงไปจะทำให้อัตราการขยายสูงขึ้นการควบคุมจะมีความไวขึ้น มีผลทำให้โปรเซสเกิดการแกว่งขึ้นได้

2. เมื่อเพิ่มค่า PB อัตราขยาย จะลดลง มีผลทำให้ค่าที่วัดได้กับค่าเป้าหมายแตกต่างกันมากขึ้น เราเรียกว่าเกิด Offset

3. เมื่อโหลดของโปรเซส มีสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งเราจะเรียกว่ามี Disturbance ก็จะเกิด Offset ได้ง่าย

OFFSET

Offset เป็นชื่อที่ใช้เรียกปรากฏการณ์ที่ตัวแปรโปรเซสหรือค่าวัดมีค่าไม่เท่ากับ ค่าเป้าหมาย ทำให้การควบคุมไม่เป็นไปตามที่ต้องการ รูปที่ 3.9 แสดงความหมายของOffset ในระบบการควบคุมแบบป้อนกลับนี้ เมื่อดูอย่างผิวเผิน Offset ไม่น่าจะเกิดขึ้นได้เพราะตัวแปรโปรเซสจะถูกป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม Offsetมักจะเกิดขึ้นในระบบควบคุมที่มีการใช้ Proportional Control ที่มีค่าPB ใหญ่ และ ขณะที่เกิด Disturbance ในโปรเซสซึ่งได้แก่การเปลี่ยนแปลงของโหลดสภาพแวดล้อมเป็นต้น

วิธีการแก้ Offset

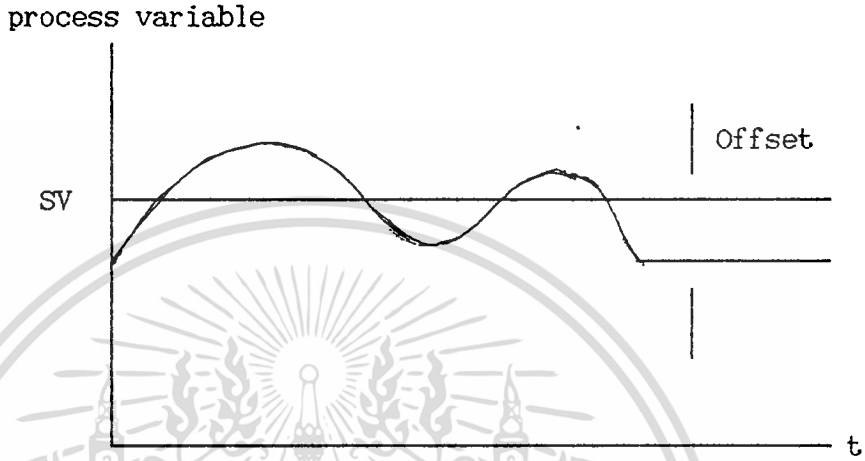
1. ให้ทำการลดค่า PB ให้เล็กลง

2. เปลี่ยน BIAS ของการควบคุมด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปลี่ยนค่าเป้าหมายใหม่

4. ใช้การควบคุมที่มี Reset Action




รูปที่ 2.9 แสดง Offset

2. **INTEGRAL ACTION (Reset Action)**

**Integral Action** คือ ค่าของเอาท์พุทของหน่วยควบคุม m(t) จะมีความสัมพันธ์กับค่าความคลาดเคลื่อน e(t) ดังนี้

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

หรือ

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

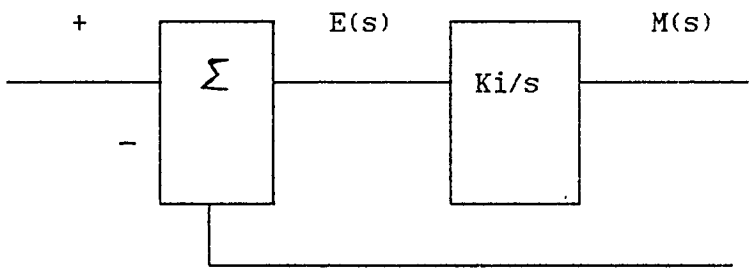
โดยที่ Ti เป็นค่า Integral Time ที่สามารถปรับค่าได้

Transfer Function ของหน่วยควบคุมแบบ Integral คือ

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

$$= Ki*s$$

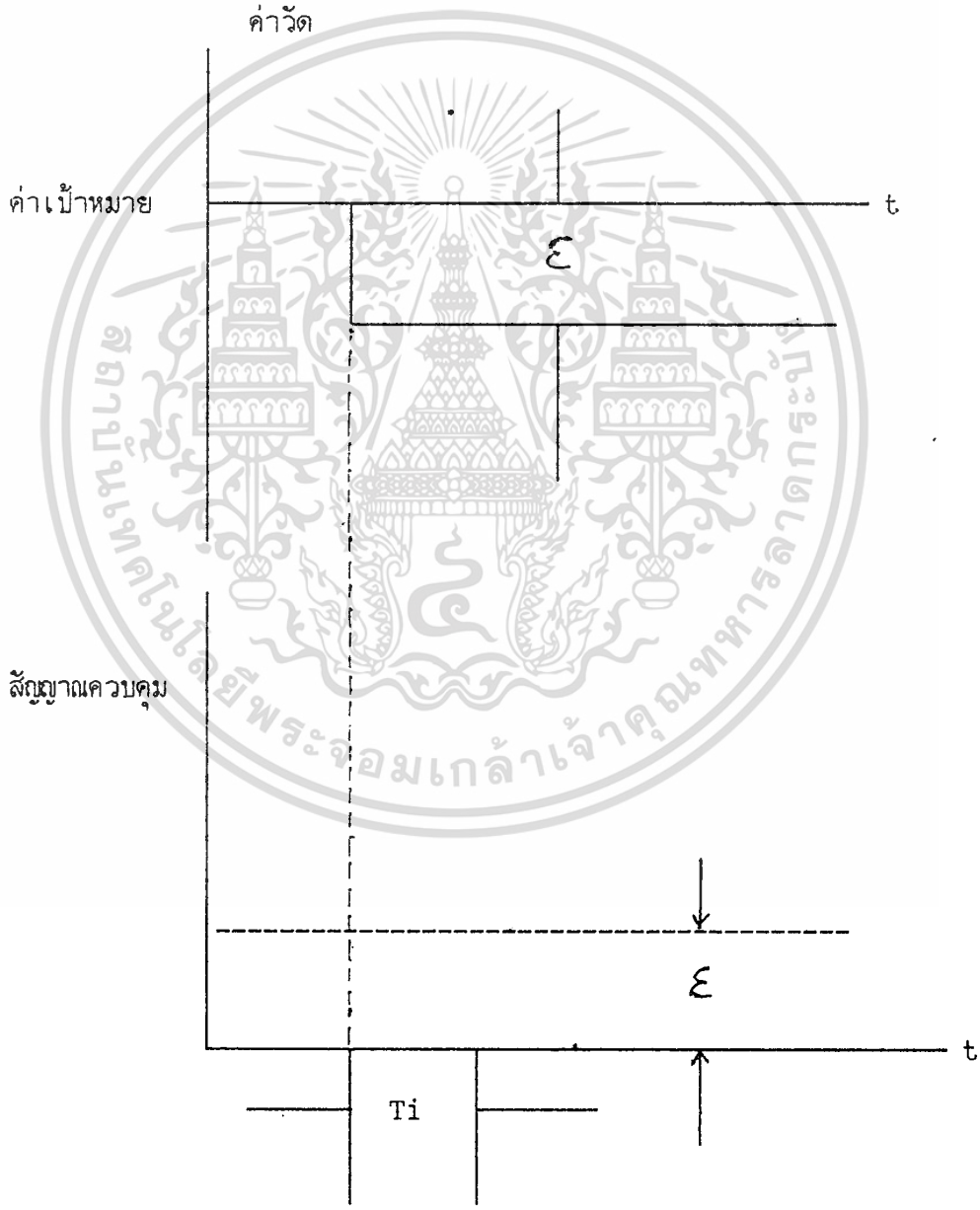
โดยที่ Ki = 1/Ti




รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบอินทิกรัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กริยาการควบคุมแบบ Integral นี้บางครั้งเรียกว่า Reset Control การควบคุมแบบนี้สัญญาณควบคุมจะแปรค่าตามอินติเกรตต่อเวลาของผลต่าง เมื่อผลต่างเปลี่ยนเป็นแบบ Step สัญญาณควบคุมจะค่อยๆเพิ่มขึ้นตามค่าของเวลาดังรูปที่3.11ตามความหมายของIntegralTime (Ti) คือ เวลาที่มีการใช้ไปในการเพิ่มค่าของสัญญาณควบคุมจนมีขนาดเท่ากับผลต่างe(t) ที่เปลี่ยนไป ดังนั้นเมื่อ Ti มีค่าน้อยผลของ Integral Action จะมากกว่าเมื่อค่าของ Ti มีค่ามาก




รูปที่ 2.11 ผลตอบสนองของ Reset Action

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. PROPORTIONAL - INTEGRAL (PI)

การควบคุมของหน่วยควบคุมแบบ PI นั้นสามารถที่จะแสดงได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

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

หรือ

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

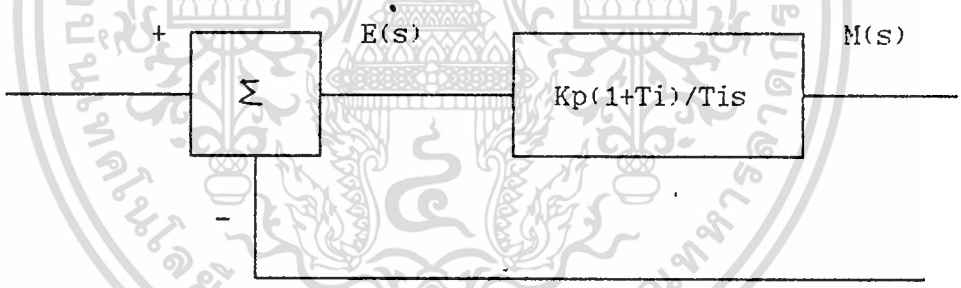
$$= Kc* (1+Ki/s)$$

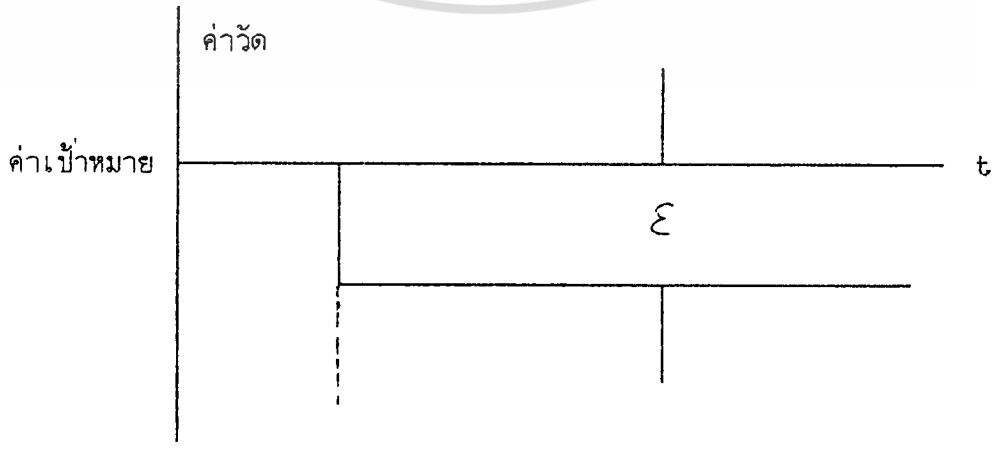
โดยที่

Kc เป็นค่าของ Gain

Ti เป็นค่าของ Integral time

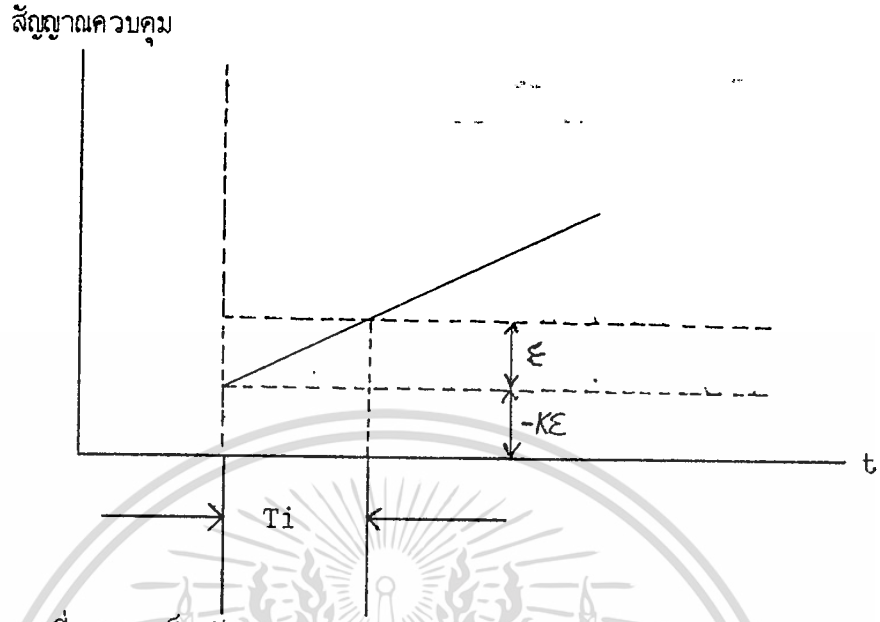
ทั้งนี้ Kc และ Ti เป็นค่าที่สามารถจะปรับได้ Ti นั้นจะเป็นการปรับ กริยาการควบคุมแบบ Integralนั้นจะมีผลต่อส่วน Proportional รูปที่ 3.12 แสดงถึง BlockDiagram ของหน่วยควบคุม PI และผลตอบสนองของ PI Action




รูปที่ 2.12 บล็อกไดอะแกรมและผลตอบสนองของ PI Action

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่2.12 บล็อกไดอะแกรมและผลตอบสนองของ PI Action (ต่อ)

คุณสมบัติของ Integral Action

1.Offset ที่เกิดขึ้นจาก P Action จะถูก Integral Action แก้ไขหมด

2.เมื่อ Ti มีค่าน้อย ผลของ Integral Action จะมากทำให้เกิด การแกว่งได้ซึ่งจะมีผลให้ระบบขาดเสถียรภาพ

4. DERIVATIVE ACTION (RATE ACTION)

การควบคุมแบบนี้จะเหมาะกับกระบวนการที่มี Time Lag มากๆ เพราะสามารถที่จะแก้ข้อผิดผลาดโดยการกระทำล่วงหน้าก่อนที่จะมีความผิดผลาดเกิดขึ้นทั้งนี้เพราะสัญญาณควบคุมจะแปรตาม อัตราการเปลี่ยนแปลงของ สัญญาณ Error และในบางครั้งจะเรียกกริยาควบคุมแบบนี้ว่า Rate action การควบคุมแบบ Derivative Action นี้ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ตามลำพังได้เพราะว่า Error เป็น 0 หรือมีค่าคงที่ ค่าควบคุมจะไม่ให้ค่าเอาท์พุทออกมาเลย ดังนั้น Derivative Action จึงใช้ร่วมกับการควบคุมแบบProportional ซึ่งสมการของการควบคุมแบบ D สามารถที่จะเขียนได้ดังนี้

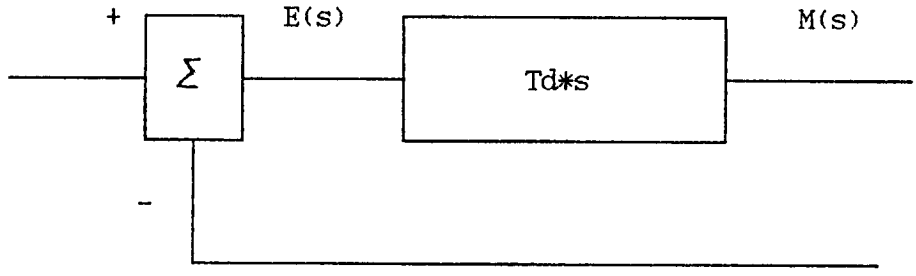
$$m(t) = Td * \frac{d\,e(t)}{dt}$$

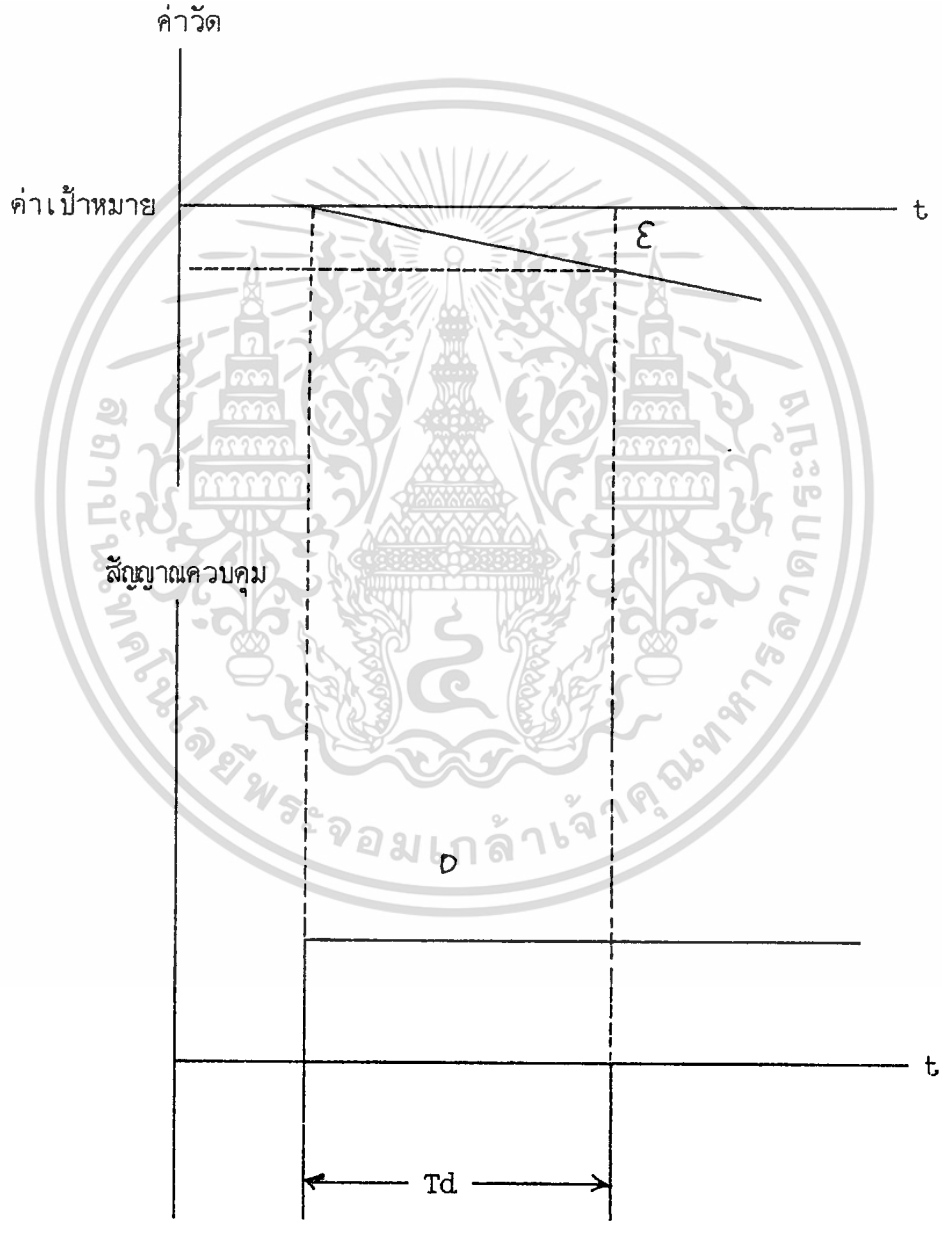
หรือ

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

โดยที่ Td เป็นค่าของ Derivative time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.13 ไดอะแกรมของการควบคุมแบบ D Action

จากรูปจะเห็นว่า Td จะเท่ากับช่วงเวลาที่ผลต่าง e(t) แปรเปลี่ยนไปจนมีค่าเท่ากับค่าความชันของการเปลี่ยนแปลงนี้ ถ้า Td มากจะทำให้ผลของ D Action มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คุณสมบัติของ D Action

1. เหมาะสำหรับโปรเซสที่มี Time Lagมากๆจะช่วยให้การควบคุมถึงจุดที่ต้องการเร็วขึ้น

2. ถ้า Td มากไป ผลของ D Action จะมาก ทำให้ระบบทั้งระบบไว้ขึ้นขาดเสถียรภาพ

3. ไม่เหมาะกับโปรเซสที่มี Time Lag น้อยๆ และตัวแปรโปรเซสเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น ระบบควบคุมการไหล ความดัน เป็นต้น

## 5. PROPORTIONAL-DERIVATIVE ACTION (PD)

การควบคุมของหน่วยควบคุมแบบ PD นี้ จะสามารถที่จะเขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้

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

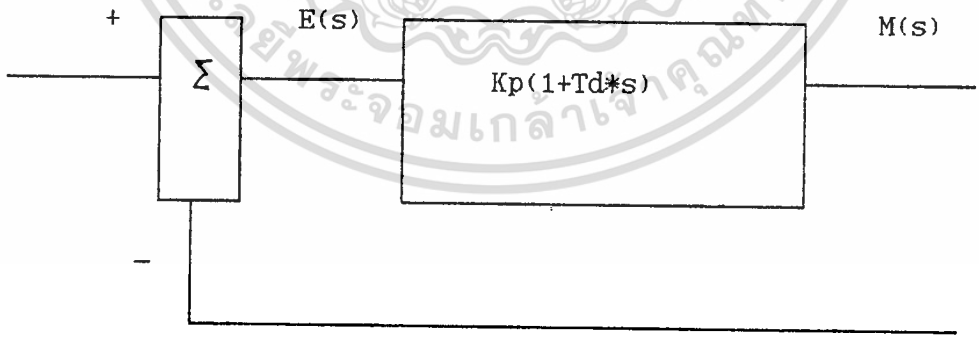
หรือ

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

โดยที่ Kc เป็นค่าของ Gain

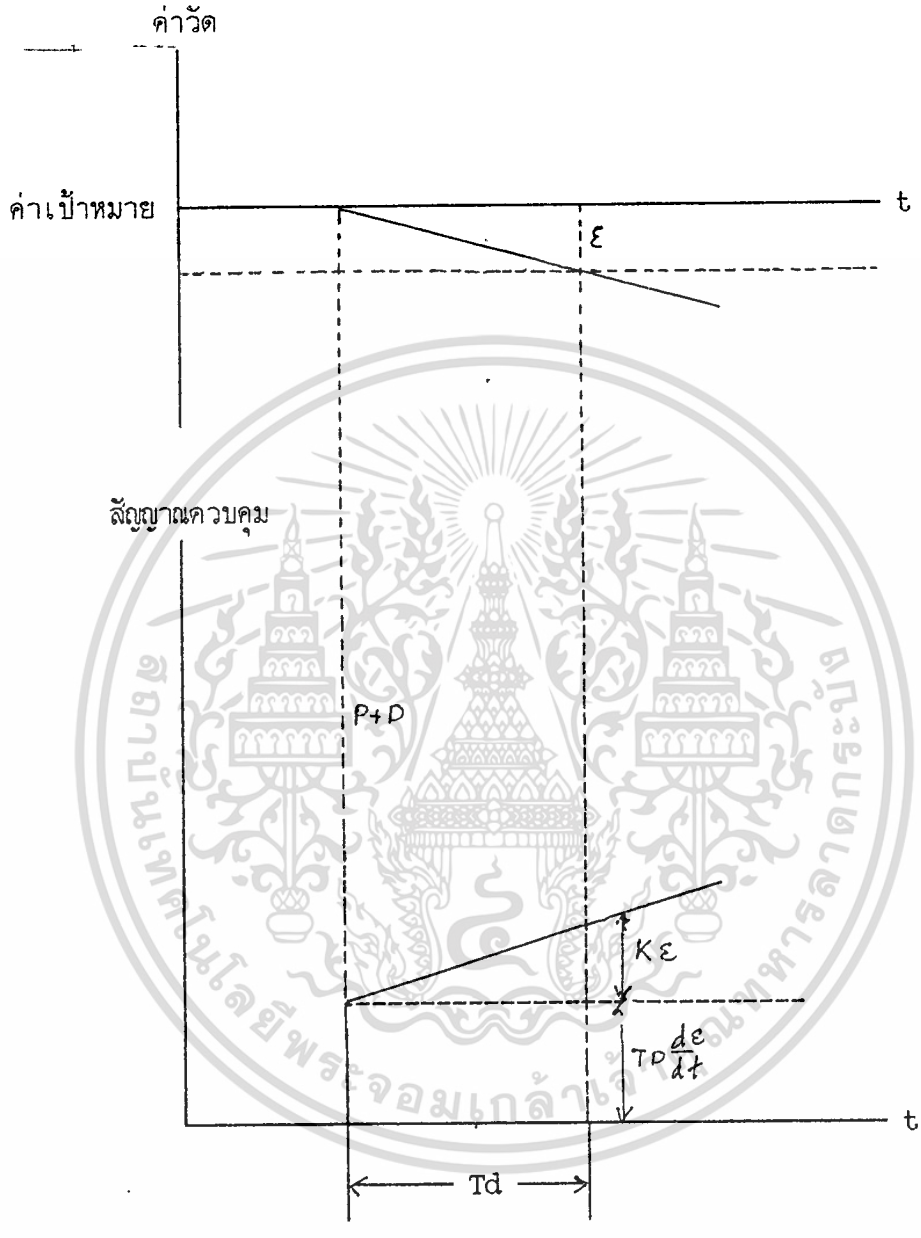
Td เป็นค่าของ Derivative Time

ค่าของ Kc และ Td นั้น จะเป็นค่าที่สามารถปรับค่าได้




รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบ PD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.15 การควบคุมแบบ PD

6. PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID)

การควบคุมแบบ PID นั้นจะสามารถที่ทำได้จากการรวมเอากริยาควบคุมแบบProportional ซึ่งเป็นอัตราขยาย กริยาควบคุมแบบ Integral ซึ่งสามารถแก้ค่า Offset และ Overshoot ที่จะทำให้เกิดการ Oscillate และ กริยาควบคุมแบบDerivative จะทำให้เกิดผลตอบสนองได้รวดเร็ว สมการของการควบคุมแบบ PID จะมีรูปแบบดังนี้

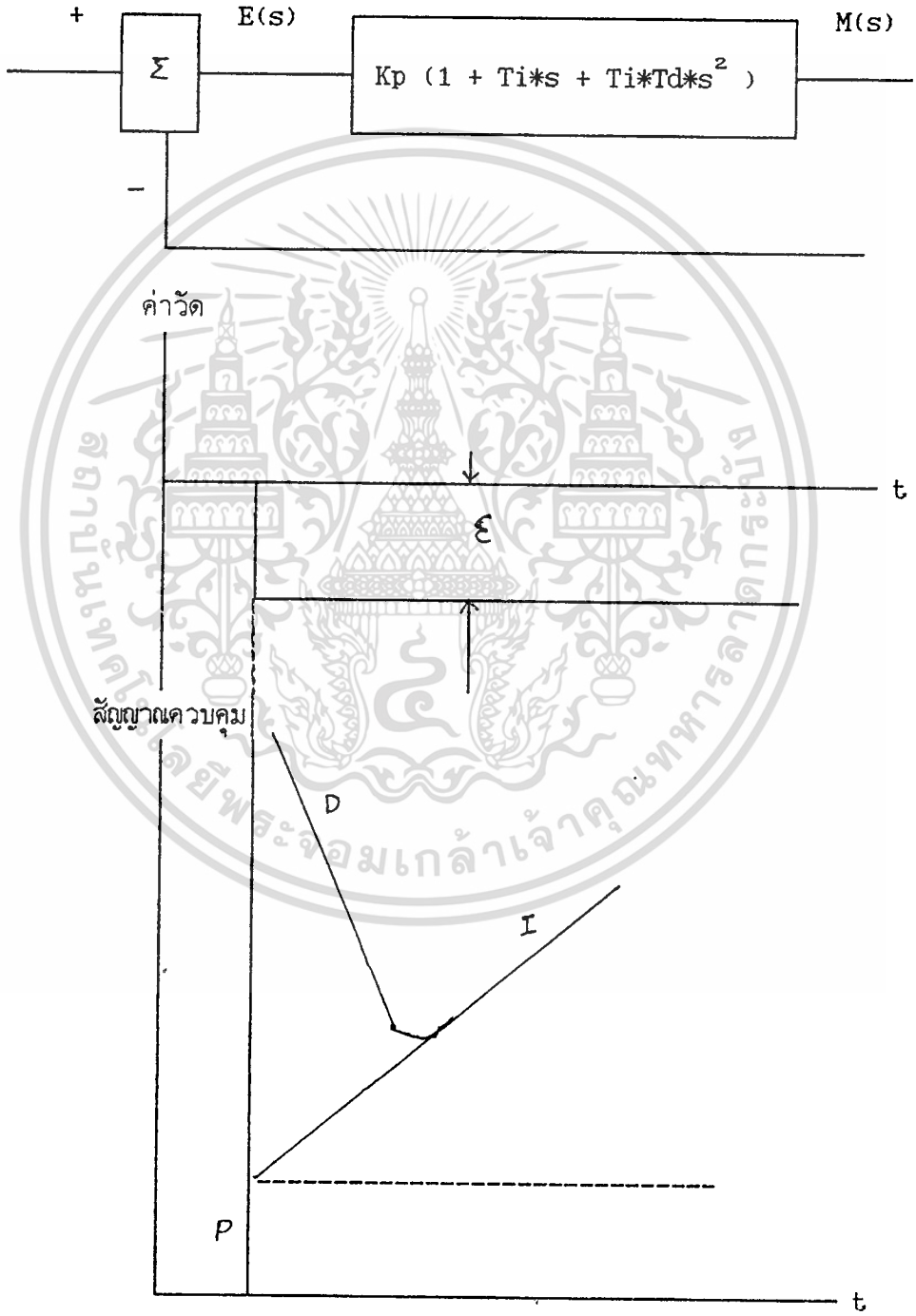
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

จะได้ Transfer function คือ

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

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




รูปที่ 2.16 แสดงบล็อกไดอะแกรมและผลตอบสนองของการควบคุมแบบ PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## PID CONTROLLER

โดยการใช้สัญญาณเอาท์พุทที่คำนวณได้เป็นช่วงเวลาสั้นๆ แทนที่จะเป็นเวลาที่มีความต่อเนื่อง สมการ PID รูปทั่วๆไปคือ

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

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

เราสามารถที่จะเขียนในรูปของสมการความแตกต่างได้ดังนี้

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

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

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

เมื่อ $\Delta t$ = ช่วงเวลาของการ Sampling

$m(n)$ = ค่าของสัญญาณควบคุมแต่ละครั้ง

$e(n)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละช่วง

### Velocity Algorithm

ขั้นตอนของการประมวลผลในรูปแบบ DIGITAL ที่รวดเร็วของการควบคุมแบบ PID เราสามารถเขียนสมการขึ้นมาใหม่ได้ดังนี้

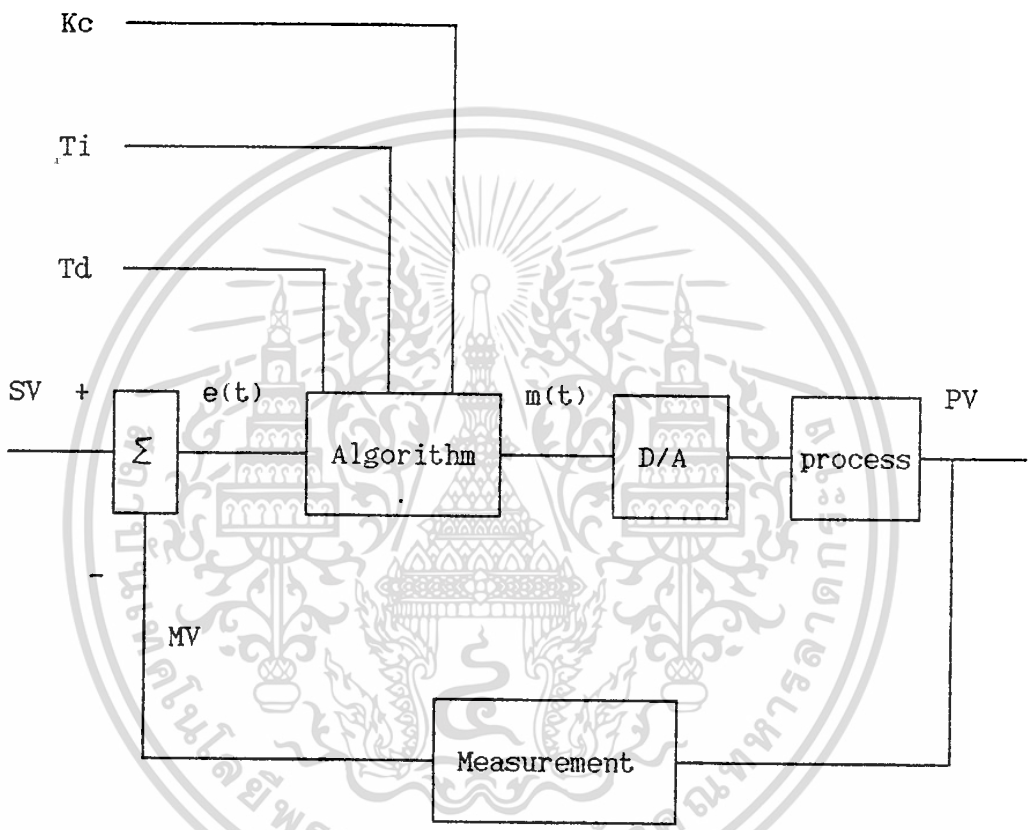
$$\Delta m(n) = m(n) - m(n-1)$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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




รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรม การคำนวณ PID

## การปรับค่า PID

การปรับค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมแบบ PID เป็นสิ่งจำเป็นของการควบคุมที่ดีที่สุด ในหัวข้อนี้จะได้แนะนำวิธีการปรับค่า พารามิเตอร์ ของการควบคุม PIDเพื่อให้ได้ผลตอบสนองที่ดีที่สุด วิธีการปรับค่ามีหลายวิธี แต่ไม่มีวิธีไหนยอมรับว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดกล่าวคือบางวิธีจะต้องพิจารณาผลตอบสนองของระบบและอาศัยประสบการณ์ในการปรับค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่บางวิธีจะอาศัยคณิตศาสตร์ในการพิจารณา โดยทั่วไปแล้วการปรับค่าพารามิเตอร์ ของการควบคุมแบบ PID จะพิจารณาจากเงื่อนไขใน TIME DOMAIN มากกว่าเงื่อนไขใน Frequency Domain ซึ่งจะอยู่ในรูปของ GAIN MARGIN & PHASE MARGIN เงื่อนไขใน Time Domain ที่นิยมใช้เพื่อการปรับค่ามีดังนี้

3.5.1 อัตราการเลื่อม 1/4 (Quarter Decay)

กล่าวคือ Peak Overshoot อันที่ 2 ต่อ Peak Overshoot อันแรก (Maximum Overshoot) ของผลตอบสนองของระบบที่มีการแกว่ง จะต้องมีค่าเท่ากับ 1/4 ดังรูปที่3.18 แสดงถึงเงื่อนไขนี้

3.5.2 ดัชนีแสดงสถานะแบบ Integral ofSquare Error (ISE)ที่มีค่าน้อยที่สุด ดัชนีแสดงสมรรถนะแบบนี้แสดงได้ด้วยสมการ

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

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

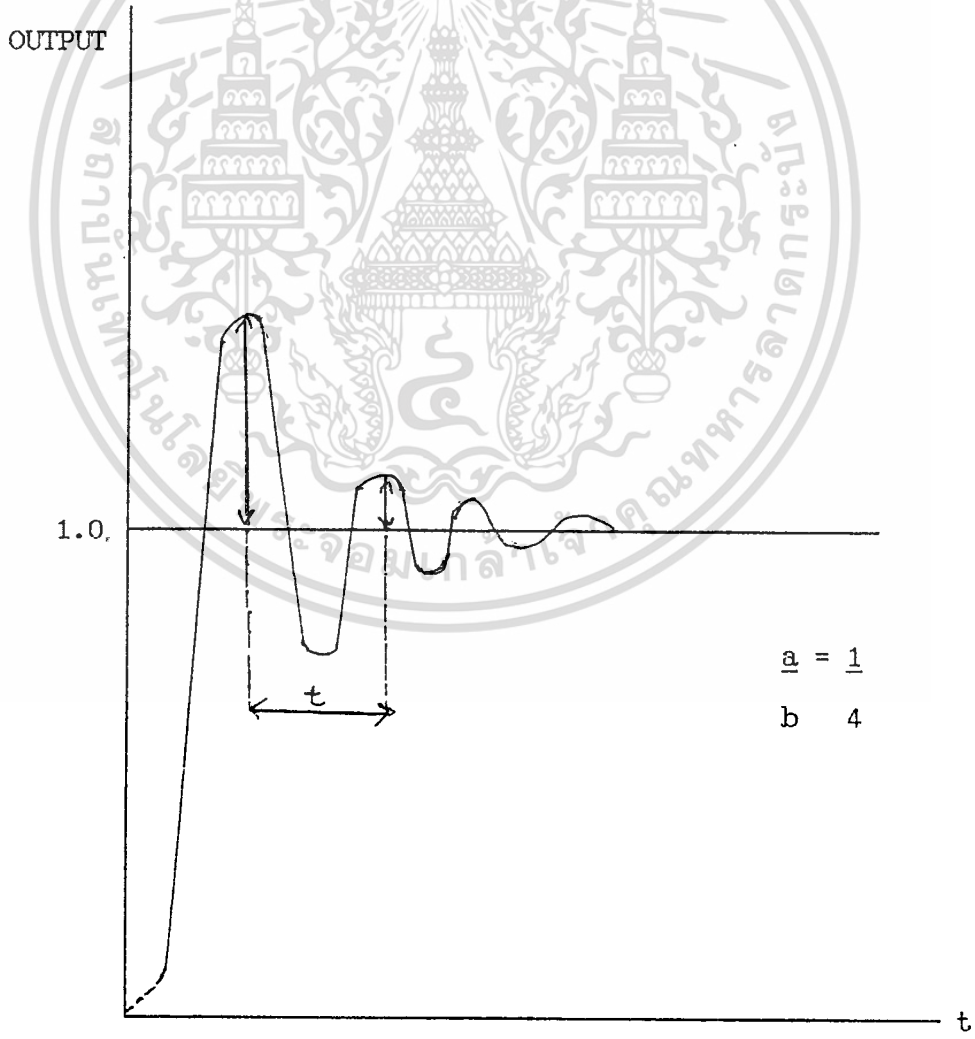
3.5.3 ดัชนีแสดงสมรรถนะแบบ Integral of Absolute Error (ISE) ที่มีค่าน้อยที่สุดนั่นคือ

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

เงื่อนไขทั้ง 4 ที่กล่าวมานี้ แบบแรกเป็นแบบที่สะดวกเพราะสามารถวัดได้จากผลตอบสนองของระบบโดยตรง ส่วนแบบที่ 2 ถึงที่ แบบที่ 4 มีข้อดี คือจะมีความแม่นยำสูงกว่าแบบแรก กล่าวคือ พารามิเตอร์ ต่างๆ ของการควบคุมแบบ PID อาจมีหลายค่าที่ทำให้ผลตอบสนองมีอัตราการเสื่อม 1/4 แต่จะมีเพียงค่าเดียวที่ทำให้เงื่อนไขมีค่าน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขแบบอัตราการเลื่อม 1/4 นั้นจะเป็นเงื่อนไขที่ดีในการเข้ากันได้ระหว่าง Rise Time ที่เร็วและ Setting Time ที่น้อย สำหรับเงื่อนแบบที่ 2 ถึงแบบที่ 4 นั้น เนื่องจากว่าผลตอบสนองของระบบแต่ระบบจะไม่เหมือนกันดังนั้นค่าของดัชนีแสดงสมรรถนะแต่ละแบบก็จะเปลี่ยนแปลงตามระบบด้วยแต่คุณลักษณะ โดยทั่วไปของดัชนีแต่ละระบบนั้นจะอธิบายได้ดังนี้คือ เงื่อนไขแบบที่ 2 ซึ่งเป็นดัชนีแสดงสมรรถนะแบบ ISE นั้นถ้าความคลาดเคลื่อนมาก ค่าดัชนีแสดงสมรรถนะก็จะมาก ดังนั้นการทำให้ดัชนีแสดงสมรรถนะแบบนี้มีค่าน้อยที่สุดคือ ผลตอบสนองของระบบจะต้องมี Rise Time ที่น้อยมาก ซึ่งทำให้มีข้อเสียคือมี Overshoot ที่สูง สำหรับเงื่อนไขแบบ ITAE ซึ่งเป็นค่าของเวลาคูณกับค่าของความคลาดเคลื่อนนั้น ถ้าต้องการให้มีค่าน้อยที่สุดแล้ว ส่วนเงื่อนไขแบบ IAE จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกันกับเงื่อนไขแบบอัตราเลื่อม 1/4




รูปที่ 2.18 ผลตอบสนองของระบบที่มีอัตราการเลื่อม 1/4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การปรับ

ได้มีนักคณิตศาสตร์คิดวิธีที่จะหาทางตั้งค่า PID เพื่อให้ได้การควบคุมที่มีคุณภาพที่ดีที่สุด หลายวิธี ดังตัวอย่างที่ได้แสดงในตารางที่ 2.1 ด้านล่าง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติก็ยังไม่มีวิธีใดที่ดีพอที่จะสามารถนำไปใช้ทุกระบบได้

| ชื่อผู้เสนอ | แบบ | แบบการควบคุม | Control Action | | | เกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PB (%) | Ti(min) | Td(min) | |
| zieg-ler | A.B | P | $2PB_u$ | - | - | 25% damp-ratio |
| | | PI | $2.2PB_u$ | $0.03P_u$ | - | |
| | | PID | $1.7PB_u$ | $0.5P_u$ | $0.125P_u$ | |
| zieg-ler | A.B | P | 100KpL/T | - | - | 25% damp-ratio |
| | | PI | 110KpL/T | 33L | - | |
| | | PID | 83KpL/T | 2L | 0.5 L | |
| Taka-hashi | A | P | 110KpL/T | - | - | mini-mum |
| | | PI | 110KpL/T | 3.3L | - | |
| | | PID | 77KpL/T | 2.2L | 0.45L | |
| Chien Hrones Rewick | A | P | 333KpL/T | - | - | no over shoot |
| | | PI | 286KpL/T | 1.2L | - | |
| | | PID | 167KpL/T | T | 0.5L | |
| Chien Hrones Rewick | A | P | 143KpL/T | - | - | 20% over-shoot |
| | | PI | 167KpL/T | T | - | |
| | | PID | 105KpL/T | $0.5P_u$ | $0.125P_u$ | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

3.6.1 Reaction Curve Method

3.6.2 Ultimate Sensitivity Method

3.6.3 Trial and Error

3.6.1 Reaction Curve Method (transient Response Method)

วิธีการ

3.6.1.1 ให้เปลี่ยนระบบควบคุมเป็นระบบเปิด (OPEN LOOP)

3.6.1.2 ให้ทำการหาคุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristic) โดยเปลี่ยนค่าสัญญาณควบคุมไป ๕ PV แล้วบันทึกรูปคลื่นของตัวแปรกระบวนการ (Process Variable)

3.6.1.3 หา Process Gain (Kp),Dead Time(LE) และค่าคงเวลา(TE) จาก Process Charisteristic จากรูปที่

$$Kp = MV / PV$$

3.6.1.4 นำค่า Kp,LE,TE ที่หาได้ไปคำนวณหา PB,Ti,Td จากตาราง 3.2

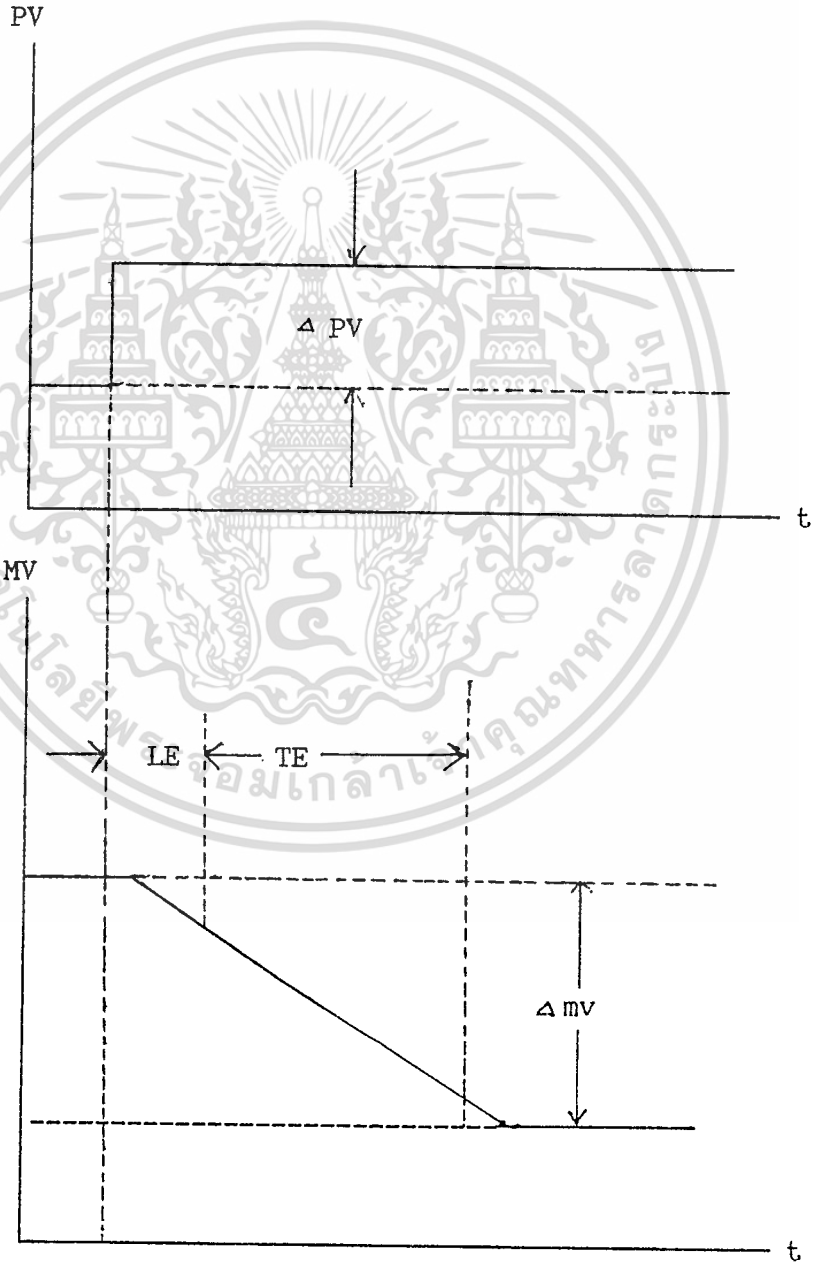
ตารางที่ 2.2

| ชนิดการควบคุม | PB (%) | Ti (min) | Td (min) |
|---|---|---|---|
| P | 100Kp.LE/TE | $\infty$ | 0 |
| PI | 110Kp.LE/TE | 3.3 LE | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

| ชนิดการควบคุม | PB (%) | Ti (min) | Td (min) |
|---|---|---|---|
| PID | 83 Kp.LE/TE | 2.0 LE | 0.5 LE |




Reaction Curve Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

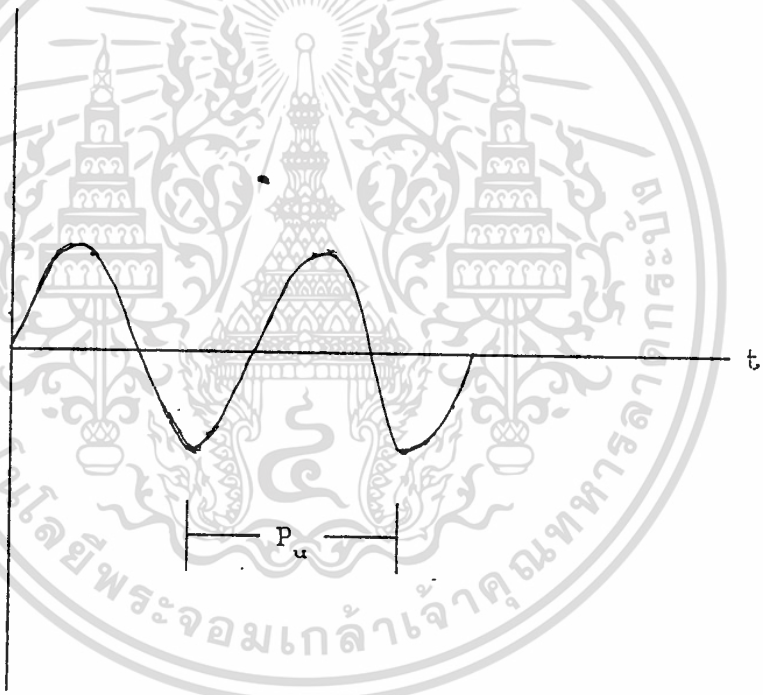
3.6.2 Ultimate Sensitivity Method

วิธีการ

3.6.2.1 ให้ระบบควบคุมเป็นระบบปิด

3.6.2.2 ตั้ง Ti สูงสุด และ Td ต่ำสุด ใช้ P action ในการควบคุม

3.6.2.3 ครั้งแรกตั้งค่า PB ไว้ที่ค่าสูงสุด แล้งลองลดค่า PB ลงมา ลองเปลี่ยนค่าเป้าหมายเพื่อดูผลตอบสนองลดค่า PB ให้ต่ำลงเรื่อยๆ จนถึงค่าที่เมื่อเปลี่ยนค่าเป้าหมายไปเล็กน้อย จะทำให้กระบวนการเกิดการแกว่งต่อเนื่องไปตลอดค่า PB ในขณะนั้นเรียกว่า$PB_u$ (Ultimate proportional band)




3.2. การแกว่งแบบต่อเนื่อง

3.6.2.4 หาคาบเวลาในการแกว่ง ให้เท่ากับ $P_u$ (ตามรูปที่ 3.2)

3.6.2.5 นำค่า $PB_u$ และ $P_u$ ที่หาได้ไปคำนวณหาค่า PB,Ti,Td

จากตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 2.3

3.6.3 Trial and error

เป็นวิธีการที่ใช้หลักการของ Ultimate Sensitivity Method เพียงแต่ว่าไม่ต้องคำนวณค่าและใช้การทดลองปรับค่าต่างๆเพื่อผลตอบที่เร็วที่สุด

3.6.3.1 P Control

1. ปรับตัวควบคุมไปที่ Manual Mode
2. ปรับ PB ไปสูงสุด Ti สูงสุด และ Td ต่ำ
3. ปรับค่าเป้าหมาย (Set point) ไปสู่ค่าต้องการ
4. ปรับ Manual Controlจนตัวแปรกระบวนการหรือค่าวัดได้เท่ากับค่าเป้าหมาย
5. ปรับตัวควบคุมไปที่ Automatic mode
6. เปลี่ยนค่าเป้าหมายไปเล็กน้อย เมื่อค่าวัดเริ่มเปลี่ยนจึงลดค่าเป้าหมายกับมาอยู่ที่เดิม
7. ลดค่า PB ลงมา และทำขั้น 6 ใหม่ โดยสังเกตุผลตอบของค่าวัด
8. ทำขั้น 6 และ 7 หลายๆ ครั้ง จนได้อัตราส่วนช่วงกว้างของการแกว่งของผลตอบเป็น 1/4 Damping Ratio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3.2 PI Control

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

2.ลดค่า Ti จน Offset หายไป

3.เพิ่มค่า Ti ถ้าเกิดแกว่งขึ้น

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

3.6.3.3 PID Control

1.ทำเหมือน P Control จากขั้น 1 ถึง 2

2.ลดค่า PB ลงมา จนเกิดการแกว่งขึ้น

3.เพิ่ม Td จนการแกว่งหยุด

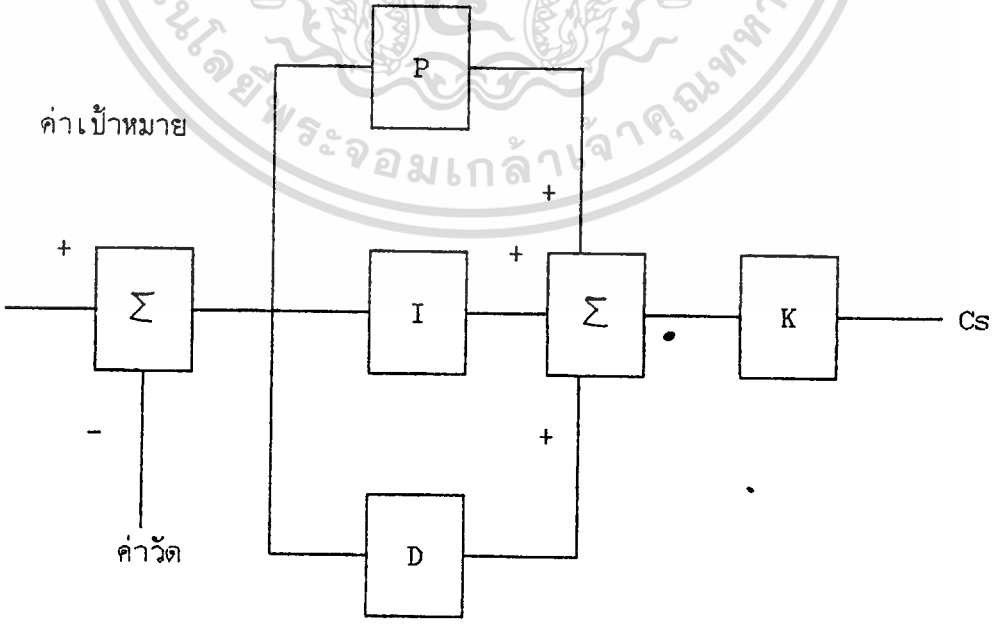
4.ลดค่า PB จนเกิดการแกว่งใหม่อีก

5.ทำขั้น 2 และ 4 หลายๆครั้ง จน Td ไม่สามารถหยุดการแกว่งได้

6.เพิ่มค่า PB จนหยุดการแกว่ง

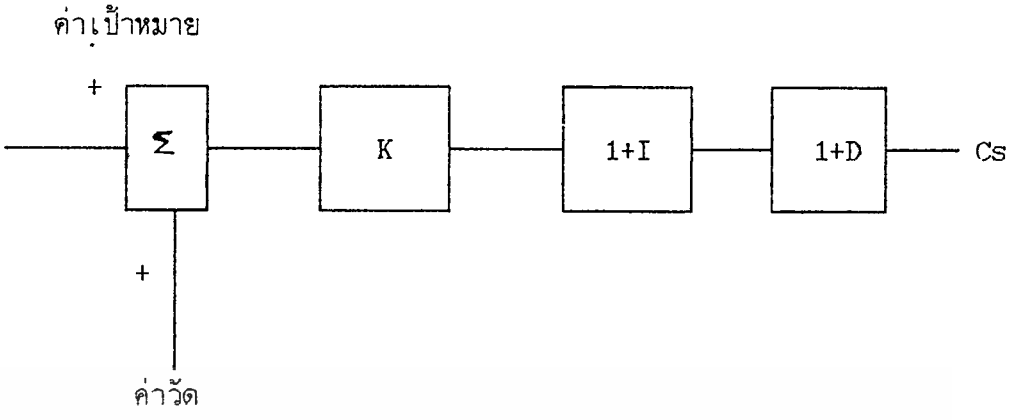
7.ตั้งค่า Ti ให้เท่ากับ Td ค่าสุดท้าย (Ti = Td กรณีที่ PID Interfere Coeffient เท่ากับ 2)

3.7 การรบกวนกันและกันของค่า PID (PID mutual interference)




ตัวควบคุมที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ตัวควบคุมทั่วไปๆ

จากรูปแสดง Block Diagram ของตัวควบคุมแบบอุดมคติ ซึ่งค่า PID จะสามารถที่จะตั้งค่าได้อย่างอิสระไม่มีการรบกวนซึ่งกันและกัน ตัวควบคุมแบบนี้มักมีราคาแพงทั่วๆไปตัวควบคุมที่มีขายในท้องตลาดมักจะดัดแปลงวงจรให้ง่ายลง โดยมี Block Diagramดังรูป จะเห็นได้ว่า I & D Control ไม่เป็นอย่างอุดมคติ และจะมีการรบกวนซึ่งกันและกัน (Mutual Interence) ซึ่งได้แก่การเปลี่ยนค่า Ti จะมีผลทำให้ PB & Td เปลี่ยนแปลงไป หรือ ถ้าเปลี่ยนค่า Td ก็จะมีผลทำให้ PB & Ti เปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน

การเลือกแบบการควบคุม(Control Mode Selection)

ตารางที่ 2.4 ลักษณะสมบัติของขบวนการและแบบควบคุม

| | อุณหภูมิ | การไหล | ความดัน | ระดับ |
|---|---|---|---|---|
| ลักษณะสมบัติ | 2 nd orderขึ้นไป | แปรผันโดยตรง | 1 st order | 1 st order |
| ความเร็วของผลตอบสนอง | ช้า,ปานกลาง | เร็วมาก | ปานกลาง,เร็ว | ปานกลาง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | อุณหภูมิ | การไหล | ความดัน | ระดับ |
|---|---|---|---|---|
| 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 |

ตารางที่ 2.4 ลักษณะสมบัติของกระบวนการและแบบการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## การประมวลผลทางคณิตศาสตร์

### การประมวลผลทางคณิตศาสตร์

การคำนวณแบบโฟลติ้งพ็อยน์(Floating point)

ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ ไมโครโปรเซสเซอร์ใดๆก็ตามมันสามารถที่จะคำนวณตัวเลขภายในตัวมันได้ จากทางแอคคูมิเลเตอร์(Acc) โดยตัวเลขที่มันจะคำนวณได้ถูกต้องจะอยู่ในค่าของตัวเลข 8 บิท คือในค่าระหว่าง 0 ถึง 255 หรือในระหว่างค่า -128 ถึง 127 ซึ่งตัวเลขของการคำนวณจะมีค่าที่ค่อนข้างจำกัด คือไม่สามารถที่จะคำนวณค่าในลักษณะทศนิยมหรือค่าที่มีเป็นบวกหรือเป็นลบมากๆได้แต่โดยทั่วไปในงานที่มีการคำนวณประมวลผลทางคณิตศาสตร์ ผลของการคำนวณ และตัวเลขที่มีการใช้ในการคำนวณมักจะเป็นตัวเลขที่มีค่าทศนิยม หรือมีค่าเป็นบวกหรือเป็นลบมากๆ

ฉะนั้นเราจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการประยุกต์การคำนวณของตัวไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อที่จะให้มันมีความสามารถนำไปประมวลผลทางคณิตศาสตร์กับงานทั่วๆไป โดยเราจะใช้ข้อมูลขนาด 3 ไบท์แทนค่าของข้อมูล 1 ชุด โดยที่สองไบท์แรกแทนค่าของตัวข้อมูลและไบท์ที่สามแทนเครื่องหมายของข้อมูล และเครื่องหมายของกำลังและบอกถึงว่าข้อมูลมีค่ายกกำลังของสองอยู่เท่าไร ซึ่งเราสามารถที่จะแสดงได้ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดงลักษณะของโฟลติ้งพอยน์

บิทที่ 7 ของไบท์ 3 จะแสดงเครื่องหมายของข้อมูล

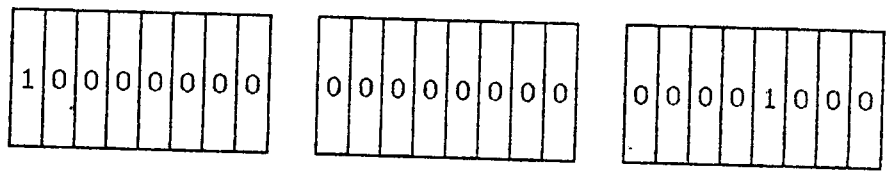
บิทที่ 6 ของไบท์ 3 จะแสดงเครื่องหมายของค่าเลขยกกำลัง

บิทที่ 0 ถึงบิทที่ 5 ของไบท์ 3 จะแสดงค่ายกกำลังของสอง

ไบท์ที่ 1 และไบท์ที่ 2 จะเป็นไบท์ข้อมูลหลังจุดทศนิยม

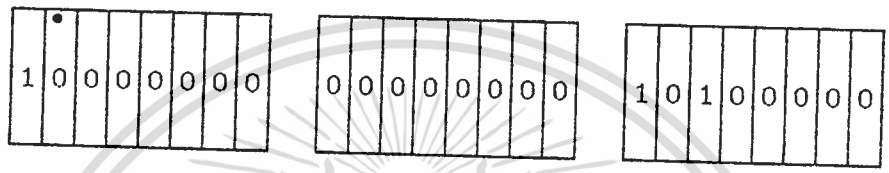
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง




จะมีค่าเท่ากับ $0.5 * 2^{8}$ ซึ่งเท่ากับ 128

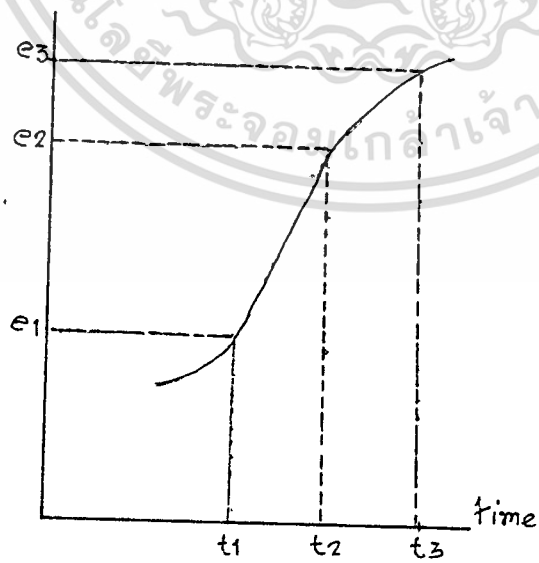
ตัวอย่าง




จะมีค่าเท่ากับ $-(0.5 * 2^{32})$ ซึ่งเท่ากับ -2147483647.00

ในการบวกลบและการคูณในแบบโฟดติ้งพอยน์ เราจะต้องคำนึงถึงมาตรฐานรูปแบบของมันและ วิธีการคำนวณโดยตัวไมโครโปรเซสเซอร์เป็นไปตามลักษณะของการโปรแกรม

การคำนวณหาค่าอินทิเกรตและดิฟเฟอร์เรนเชียน




รูปที่ 2 แสดงถึงการเปลี่ยนสัญญาณ ณ. เวลาใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหาค่าการอินทิเกรตจะเป็นการหาค่าของพื้นที่ใต้กราฟของรูปซึ่งเราอาจใช้วิธีการแบ่งพื้นที่ของกราฟนั้นออกเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูเล็ก แล้วคิดพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูแทน

สูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู คือ 1/2 * ผลบวกของด้านคู่ขนาน * สูง เพราะฉะนั้นจากกราฟพื้นที่ย่อยๆมีค่าเท่ากับ1/2 * [e(t)3 + e(t)2]*h โดยที่ h = t3-t2 =t2-t1

ในการคิดหาค่าดิฟเฟอร์เรนเชียน เราจะใช้หลักการของ Newton's Method แบบ Backward ซึ่งมีหลักการคิดดังนี้

| เวลา | e(t) | ผลต่างระดับที่หนึ่ง | ผลต่างระดับที่สอง |
|---|---|---|---|
| t1 | e1 | | |
| | | e2 - e1 | |
| t2 | e2 | | (e3-e2) - (e2-e1) |
| | | e3 - e2 | |
| t3 | e3 | | |

ซึ่งสามารถคำนวณค่าดิฟเฟอร์เรนได้ดังนี้

F'(t3) = 1/h * (ผลต่างระดับหนึ่ง + ผลต่างระดับสอง)

ตัวอย่าง การหาค่า dy/dx ของ $x^2$ ที่จุด x = 3

x = 1 y = 1,x = 2 y = 4,x = 3 y = 9 และ h = 1

ผลต่างระดับหนึ่ง คือ 4 - 1 = 3, 9 - 4 = 5

ผลต่างระดับสอง คือ 5 - 3 = 2

เนื่องจากใช้หลัก Backward จะคำนวณได้เท่ากับ

dy/dx = 1/1 * (5 + 1/2[2]) = 6 ที่จุด x = 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## การออกแบบฮาร์ดแวร์ต่อร่วมและการโปรแกรม

ในโครงงานนี้ได้มีการออกแบบ ในส่วนฮาร์ดแวร์ที่จะต้องนำมาใช้ในการต่อร่วมระหว่างอุปกรณ์ควบคุมและการ์ด 80C535 ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนที่สำคัญดังนี้

1.วงจร Power Supply โดยจะเป็นวงจรที่สามารถจ่ายไฟขนาด +15,+12,+9 +5 โวลท์ และ ขนาด -15,-12,-9,-5 โวลท์ ซึ่งจะทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรต่อร่วม โดยในโครงงานนี้ มิได้ใช้ Supply จากไมโครคอมพิวเตอร์ อันเป็นการป้องกันการรบกวนและเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายไฟเลี้ยงวงจร

2.วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก เป็นส่วนของวงจรที่รับสัญญาณดิจิตอลมาจากพอร์ต 1 ของการ์ด 80C535 โดยเอาท์พุทที่ได้นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 5 โวลท์ จะส่งไปยังส่วนของวงจรแปลงแรงดันเป็นกระแสต่อไป ในวงจรนี้จะมีการใช้ไอซีเบอร์ MC 1408 มาทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก โดยสัญญาณดิจิตอลมีขนาด 8 บิตเนื่องจากสัญญาณดิจิตอลจากพอร์ต 1 มีขนาด 8 บิต

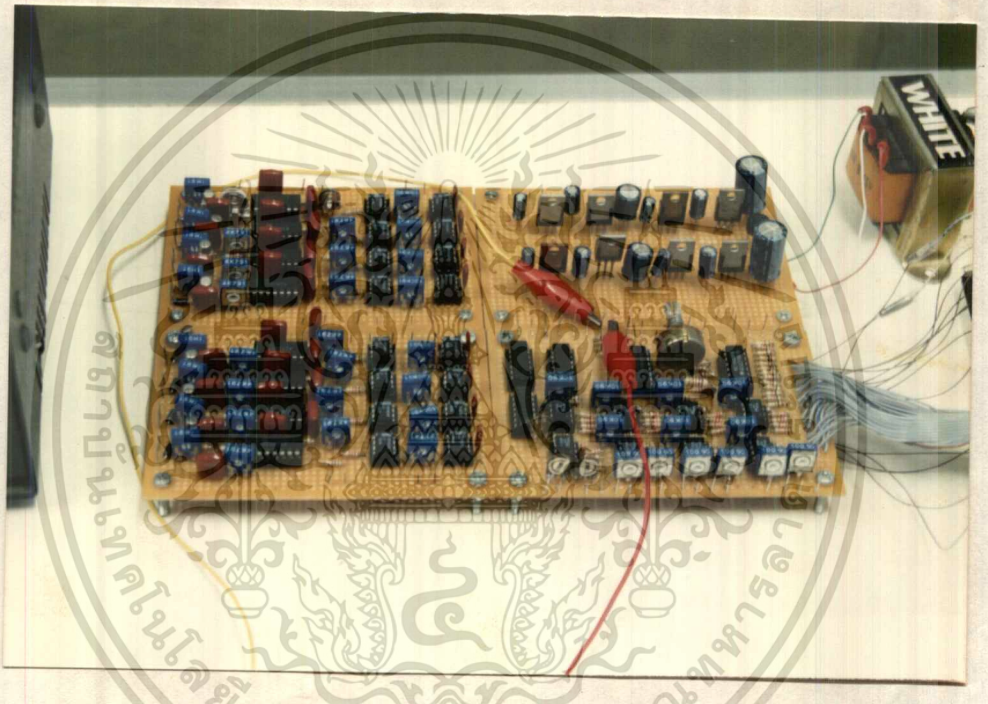
3.วงจร แปลงแรงดันเป็นกระแส เป็นวงจรที่รับอินพุทขนาด 1-5 โวลท์มาจากวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอล โดยเอาท์พุทที่ได้มีค่า 4-20 mA ที่ส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุม เพื่อทำการควบคุมขบวนการต่อไป โดยในส่วนนี้จะมีการปรับที่ค่อนข้างละเอียดและมีความยุ่งยากพอสมควร จึ่งต้องมีการตรวจสอบค่าของ อินพุทและเอาท์พุทอยู่เสมอเพื่อความถูกต้องแน่นอน

4.วงจร เลือกลูปการควบคุม เป็นวงจรสำหรับเลือกลูปการควบคุมโดยใช้ ไอซีเบอร์ MC 14051 เป็นตัวสวิทช์เลือกลูป และไอซีเบอร์ 74LS138 เป็นตัวดีโค้ดลูปควบคุมต่อด้วยไอซีเบอร์ 74LS04 ซึ่งเป็นอินเวอร์เตอร์ เอาท์พุทที่ได้จะนำไปเป็นอินพุทให้แก่ขาลอจิกอินพุทของไอซีเบอร์ LF398 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัว Sampling and hold ในกรณีที่ลูปอื่นกำลังทำการคำนวณอยู่ซึ่งจะต้องมีการเลือกค่าของคาร์พาซิเตอร์ที่เหมาะสมกับช่วงเวลาการทำงาน

5.วงจร แปลงกระแสเป็นแรงดัน เป็นวงจรที่หน้าที่แปลงกระแสขนาด 4-20 mA ไปเป็นแรงดันขนาด 0-5 โวลท์ เพื่อที่จะป้อนให้แก่วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลในส่วนของการ์ด 80C535 โดยวงจรแปลงกระแสเป็นแรงดันนี้ จะรับค่าอินพุทมาจากอุปกรณ์ควบคุม

วงจรที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้นำแสดงไว้ในส่วนของภาคผนวก โดยแสดงเป็นส่วนๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปแสดงส่วนของสาร์ดแวร์ต่อร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยกออกจากกันเพื่อสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน

ในส่วนของการออกแบบโปรแกรรม จะแบ่งเป็นสองส่วนดังนี้

1.โปรแกรรมการประมวลผลการควบคุมกระบวนการโดยใช้ภาษาแอสเซมบลี้ของ MCS 80C535 ซึ่งมีความใกล้เคียงกับ MCS-51 หลักการเขียนโปรแกรมได้แสดงไว้ที่ Flow Chart ของ Main Program และ PID Program อย่างคร่าวๆเป็นหลักโดยแสดงอยู่ในภาคผนวก ก และได้มีการนำเสนอโปรแกรมดังกล่าวไว้ในภาคผนวก ข.

2.โปรแกรมส่วนรับอินพุทของลูปการควบคุมและการแสดงผลทางหน้าจอภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาซีซึ่งจะต้องมีการติดต่อกับการ์ด 80C535 ตลอดการทำงานเนื่องจากจะต้องรับค่าข้อมูลการควบคุมจากการ์ดมาแสดงผลทางหน้าจอและรอรับค่าพารามิเตอร์ของการควบที่ผู้ใช้จะทำการเปลี่ยนแปลง แล้วนำไปเก็บในแรมตำแหน่งต่างๆของการ์ด 80C535โดยในการรับค่าต่างๆจากการ์ดจะเป็นการใช้การอินเตอร์รัพท์จากการ์ดมาบอกว่าต้องการส่งข้อมูลมาให้ เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ได้รับอินเตอร์รัพท์จะทำการอ่านข้อมูลนั้นมาจากพอร์ต 5 ของการ์ดเข้ามาเก็บ แล้วส่งอินเตอร์รัพท์ไปบอกการ์ดว่าทำการรับข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้วการ์ดจะกลับมาทำงานต่อไป ในการส่งข้อมูลการคำนวณจากการ์ดจะมีการส่งมาเมื่อทำงานครบ1 ลูปเรียบร้อยแล้ว เช่นเดียวกัน ในกรณีของการส่งข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ไปยังการ์ดจะมีการส่งอินเตอร์รัพท์ไปบอกการ์ดว่าส่งข้อมูลมาให้การ์ดแล้ว เมื่อการ์ดได้รับอินเตอร์รัพท์จะทำการอ่านข้อมูลจากพอร์ต 5 เข้ามาเก็บตามแอสเดรสที่กำหนด ดังนั้นในการส่งข้อมูลมายังการ์ดจึงต้องมีการส่งแอสเดรสและข้อมูลมาตามลำดับดังนี้คือ แอสเดรสไบท์ต่ำ แอสเดรสไบท์สูง และ ข้อมูลตามลำดับ เมื่อทำการรับข้อมูลแล้วก็จะไปทำงานต่อไป จึงเห็นได้ว่าในการรับ ส่งข้อมูลนั้นจะมีการใช้การอินเตอร์รัพท์เป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

## การทดลอง และ บทสรุป

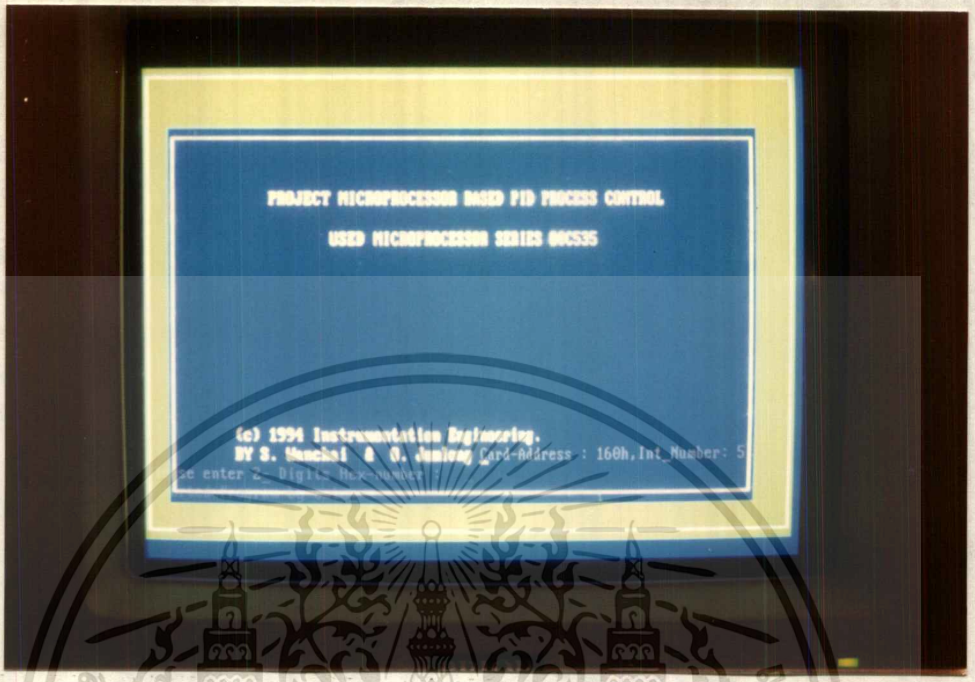
เมื่อทำการต่อวงจรในส่วนของฮาร์ดแวร์ และ ทำการเขียนโปรแกรมการควบคุมขบวนการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ต่อจากนั้นก็ทำการทดสอบวงจรในแต่ละส่วนเพื่อทดสอบการทำงานก่อนการนำไปต่อเพื่อการควบคุมจริงดังนี้

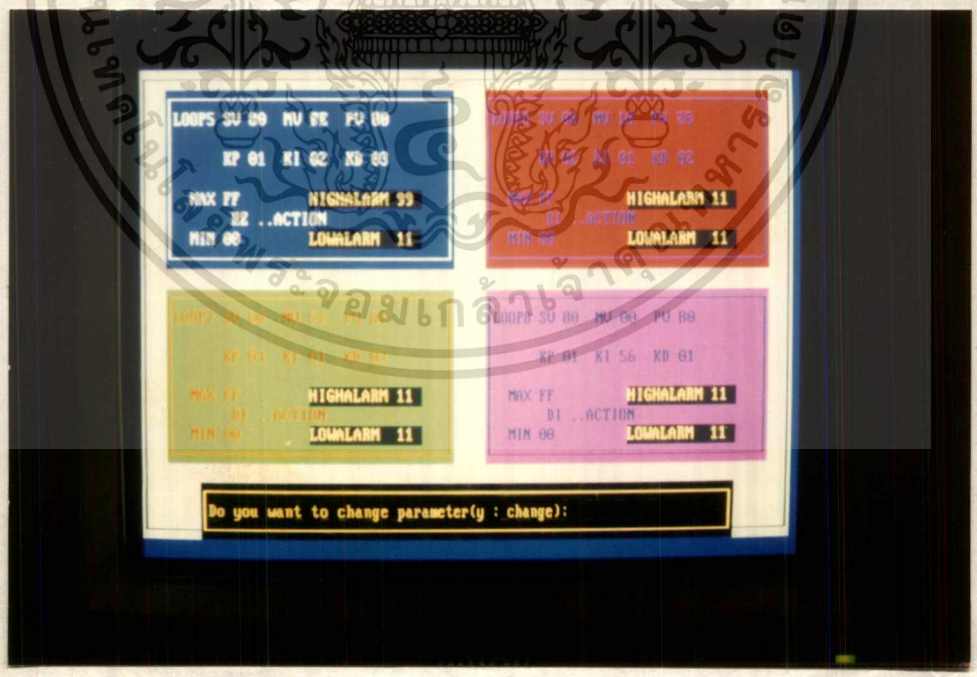
ในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่สร้างขึ้นนั้นอันประกอบด้วย วงจร แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก วงจรแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นแรงดันไฟฟ้า วงจร แปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นกระแสไฟฟ้า วงจรเลือกลูปการควบคุม โดยในส่วนของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก เราได้ทำการทดสอบเพื่อปรับค่าให้ได้ตามที่กำหนดคือ จะต้องได้เอาท์พุท 1-5 โวลท์ ทดลองโดยการจำลองสัญญาณดิจิตอลขึ้นซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง00-FFH ผลจากการทดลองวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยจะให้เอาท์พุทขนาด 0.99 - 4.99 โวลท์ เมื่อสัญญาณดิจิตอลที่ 00-FFH ซึ่งผลที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงมาก ในส่วนวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นกระแสไฟฟ้านั้น ซึ่งจะแปลงแรงดันขนาด 1-5 โวลท์ให้เป็นกระแสขนาด 4 - 20 mA เราทำการทดลอง โดยต่อเอาท์พุทของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกขนาด 1-5 โวลท์มาป้อนเป็นอินพุทแล้วทำการปรับ ผลที่ได้วงจรจะให้เอาท์พุทที่ 4-20 mA เมื่ออินพุทมีขนาด่ 1-5 โวลท์ ในส่วนของวงจรแปลงกระแสเป็นแรงดันนั้น เราจะใช้กระแสที่ได้จากวงจรแปลงแรงดันเป็นกระแสมาเป็นอินพุท จากการทดลองเอาท์พุทที่ได้จะมีขนาด 0 - 4.99 โวลท์เมื่ออินพุทมีขนาด 4-20 mA ในส่วนสุดท้ายคือวงจรสำหรับเลือกลูปการควบคุมนั้น ทดลองโดยการจำลองสัญญาณอินพุทให้เช่นกัน ผลที่ได้ สามารถเลือกลูปการควบคุมได้ทั้ง 8 ลูป เป็นการทดลองเพื่อดูผลการทำงานว่าสามารถทำงานได้ตามที่ตั้งไว้

ในส่วนทางด้านซอฟแวร์ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

1.โปรแกรมการประมวลผลการควบคุมกระบวนการ ซึ่งใช้ภาษาแอสเซมบลี้ของ MCS 80C535 ได้ทำการทดลองโดยการรันโปรแกรมอาศัยการ Debugโดยการโหลดโปรแกรมเข้าไปในแรมแล้วทำการรันโปรแกรมนั้นเช่น โปรแกรม ทดสอบแรม(ในช่วงเริ่มทดลอง) หลังจากนั้น เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประมวลผลที่ทำการเขียนขึ้นมาเช่น โปรแกรมการบวกลบ และ โปรแกรมการคูณ โดยจะทำการทดสอบเป็นส่วนๆ จากการทดสอบโปรแกรมที่สามารถคำนวณได้ใกล้เคียงกับการคำนวณจากภายนอก หลังจากนั้นจะเป็นการนำโปรแกรมย่อยต่างๆคือ โปรแกรมการบวกลบ โปรแกรมการคูณ โปรแกรมการเลือกพารามิเตอร์การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปแสดงการแสดงผลการควบคุมทางจอไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

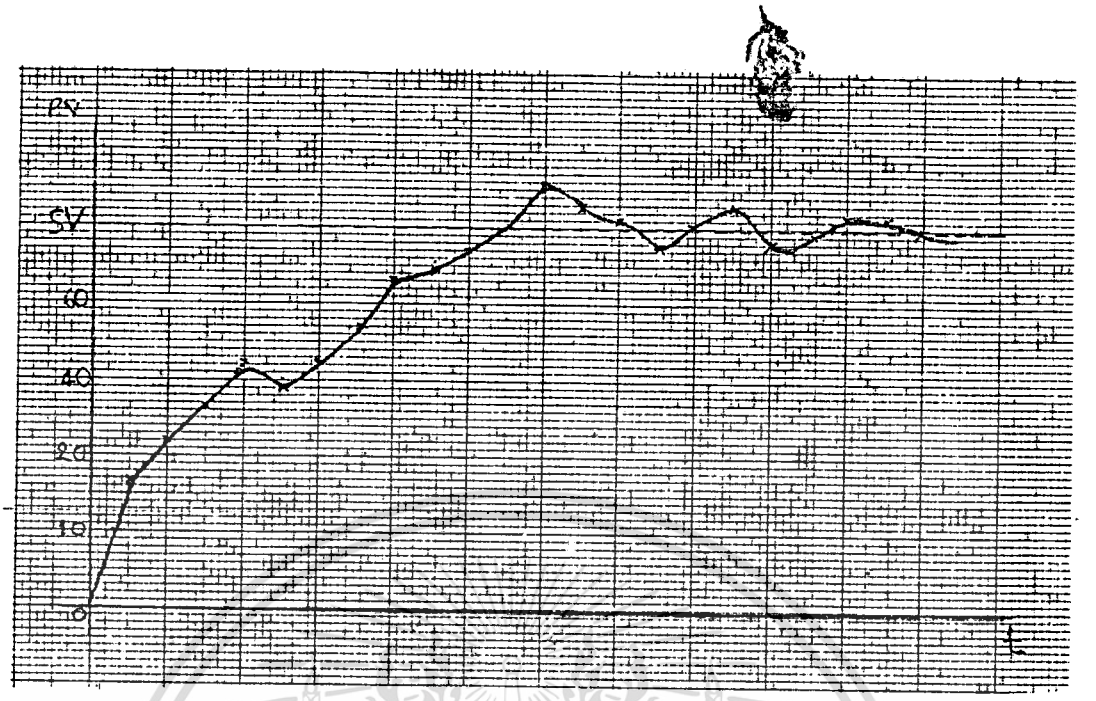
ควบคุมและลูปการควบคุมมาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งในกการประกอบเข้าด้วยกันทำให้โปรแกรมมีขนาดใหญ่ จึงต้องมีการรันทดสอบและแก้ไขบางจุดที่เป็นการเชื่อมต่อของโปรแกรมบ้าง ผลจากการแก้ไขและการทดสอบการรันโปรแกรมในแรมนั้น จะสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการแต่มีข้อผิดพลาดบ้างเล็กน้อย

2. โปรแกรมการแสดงผลทางหน้าจอของไมโครคอมพิวเตอร์โดยการใช้ภาษาซีเข้ามากระทำการแสดงผลและติดต่อกับการ์ดในการรับ-ส่งข้อมูลการควบคุม ซึ่งเป็นการใช้อินเตอร์รัพท์ในการทำงาน หลังจากทำการเขียนและทดลองโปรแกรม ร่วมทั้งการแก้ไขตามข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้น เราสามารถที่จะป้อนค่าทางคีบอร์ดของไมโครคอมพิวเตอร์แล้วนำไปเก็บในแรมตำแหน่งต่างๆตามที่กำหนดได้

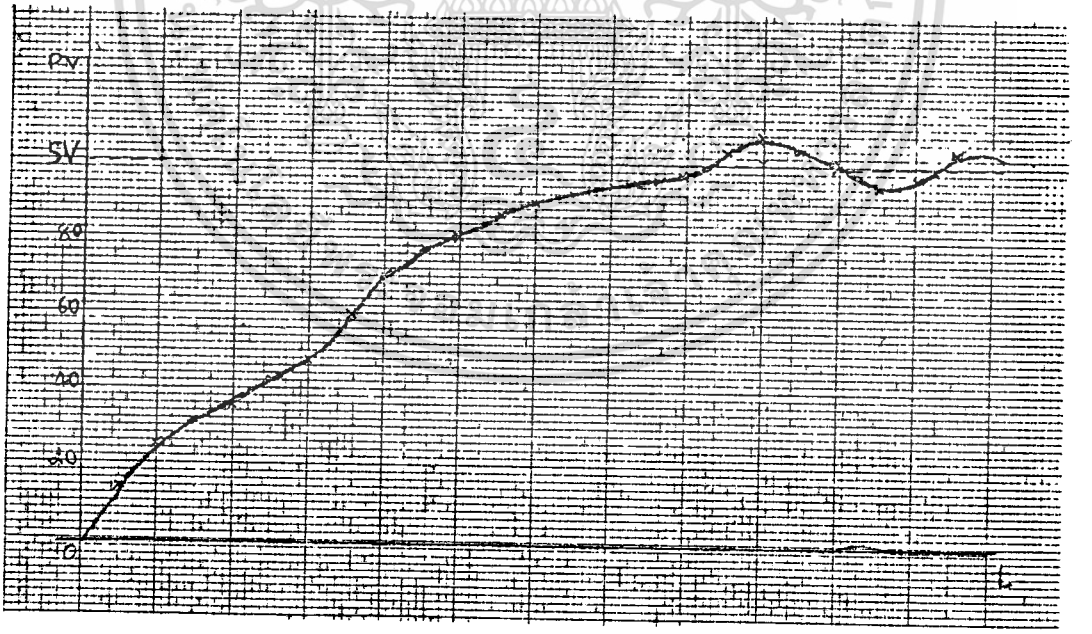
เมื่อทำการทดสอบโปรแกรมในแต่ละส่วนเรียบร้อยแล้ว ต่อจากนั้นจะเป็นการนำโปรแกรมในส่วนของภาษาแอสเซมบลี้ MCS 80C535(ใกล้เคียงกับภาษาแอสเซมบลี้ของ MCS-51)และโปรแกรมภาษาซีที่ใช้ในการติดต่อรับ-ส่งข้อมูลมาให้ทำงานร่วมกัน จากการทำงานร่วมกันนั้น ผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจคือ สามารถที่จะติดต่อรับ-ส่งข้อมูลกันได้ตามที่ต้องการแต่จะมีปัญหาในกรณีที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลระหว่างการควบคุมนั้น ยังไม่สามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงได้ ต้องทำการป้อนข้อมูลต่างในการควบคุมขณะเริ่มเข้าสู่การควบคุม(เริ่มต้นการทำงาน) ซึ่งยังไม่สามารถที่จะแก้ไขได้

หลังจากทำการทดสอบผ่านมาแล้ว ต่อไปเป็นการต่อการควบคุมครบทุกส่วน แต่จะทำการจำลองอินพุทให้แก่ลูปการควบคุม ผลที่ได้สามารถที่จะทำการควบคุมได้แต่มีความคลาดเคลื่อนบ้าง และต้องมีการปรับวงจรต่างๆบ้างเล็กน้อย เนื่องจากสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยจากการปรับครั้งแรก ต่อจากนั้น จะเป็นการต่อเพื่อทำการควบคุมขบวนการจริงโดยเป็นขบวนการกรควบคุมระดับน้ำ จากการทดลองมีการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้มีค่าต่างๆกันออกไปผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจระดับหนึ่ง คือสามารถทำการควบคุมระดับน้ำได้แต่จะมีการแกว่งของระดับน้ำที่ควบคุมอยู่ และจากการทดลองเราสามารถที่จะใช้การทดลองได้ทั้งหมด 8ลูปการควบคุมโดยอาศัยการเลือกลูปการควบคุมเพียง 1 ลูปส่วนที่เหลือจะอยู่ในสภาวะการ Hold ค่าสุดท้ายไว้จนกว่าจะถูกเลือกเพื่อการคำนวณใหม่ ซึ่งในการเลือกจะเป็นไปตามลำดับคือ 1-2- 3- ...- 8 โดยจะเป็นการวนทำเป็นลูปจนกว่าจะไม่ต้องการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



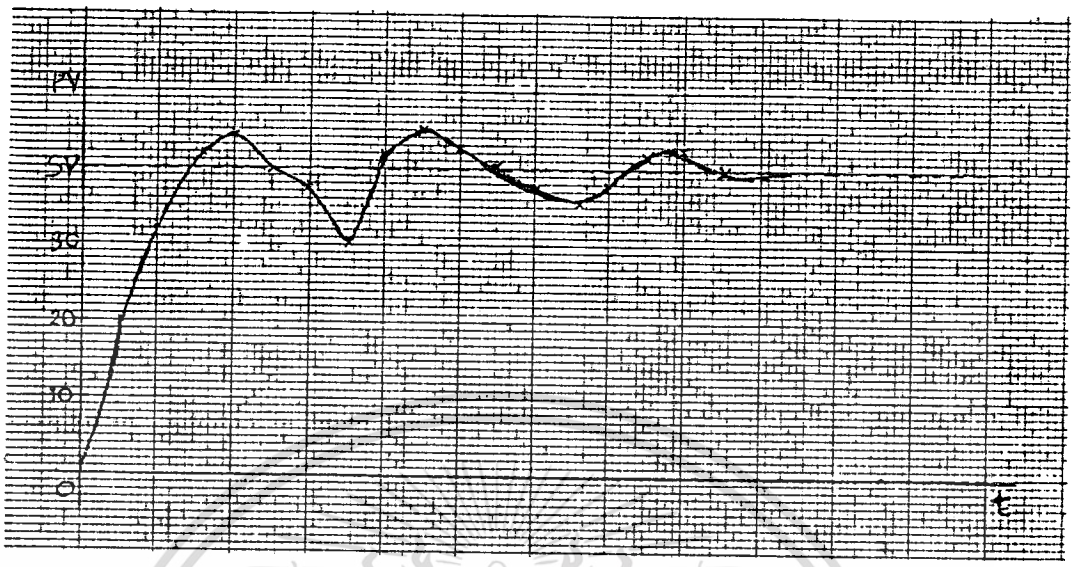

SV = 80 KP = 05 KI = 01 KD = 05



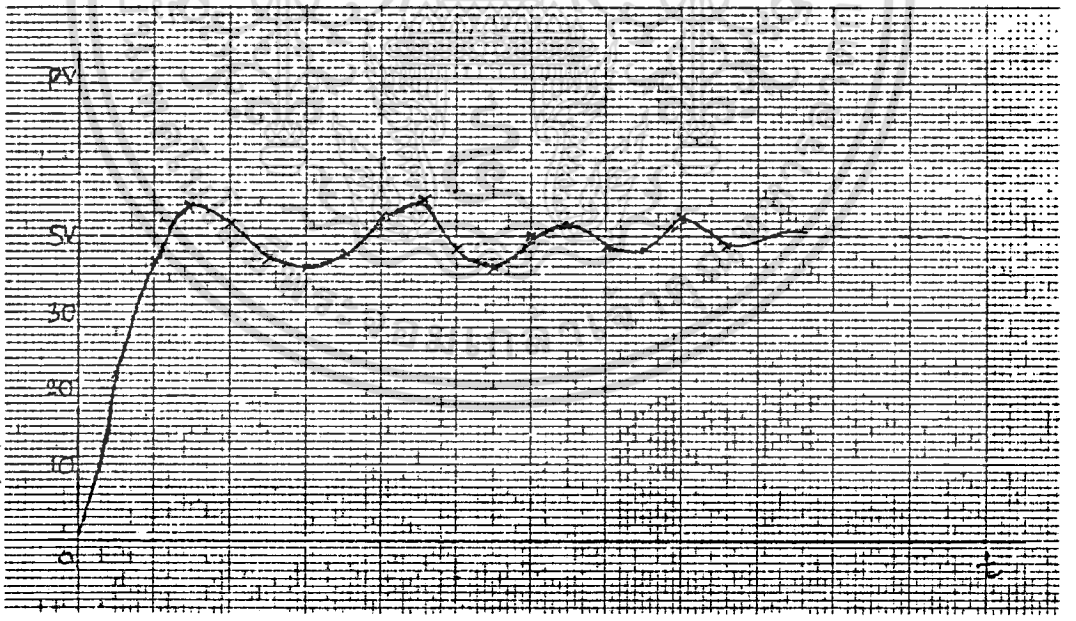

SV = A0 KP = 05 KI = 01 KD = 05

**รูปแสดงผลการทดลองที่ได้เมื่อค่าพารามิเตอร์เปลี่ยนแปลง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




SV = 40 KP = 05 KI = 01 KD = 05




SV = 40 KP = 10 KI = 01 KD = 08

**รูปแสดงผลการทดลองที่ได้เมื่อค่าพารามิเตอร์เปลี่ยนแปลง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปัญหาที่เกิดขึ้น**

เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 80C535 นี้ เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ค่อนข้างใหม่จึงทำให้มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องมีไม่มากนัก ดังนั้นจึงทำให้เกิดปัญหาค่อนข้างมากพอสมควรในการที่จะนำคุณสมบัติต่างๆมาใช้ในการประมวลผล อีกทั้งพบปัญหาในช่วงแรกๆ คือไม่สามารถที่จะทำการโหลดโปรแกรมที่ทำการเขียนขึ้นเข้าไปในแรมเพื่อทำการทดสอบการทำงานต้องเสียเวลาในส่วนนี้พอสมควร

ในส่วนของตัวโปรแกรมนั้น เนื่องจากเขียนขึ้นเพื่อให้ควบคุมได้ทั้งหมด 8 ลูป(กระบวนการ)ด้วยกันก่อให้เกิดปัญหาในการติดต่อกับภายนอกบ้างดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นคือไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลการควบคุมในขณะที่ทำการควบคุมอยู่ได้ ทำได้เฉพาะการเปลี่ยนแปลงในช่วงเริ่มต้นเข้าสู่การควบคุม ในส่วนของการแสดงผลสามารถที่จะทำได้ค่อนข้างสมบูรณ์

ในส่วนของการทำงานของฮาร์ดแวร์พบปัญหาในส่วนของ การไม่ค่อยจะมีความเสถียรของค่าต่างๆในวงจร เช่น แรงดันไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้า ทำให้ต้องมีการปรับแต่งอยู่เสมอ และบางครั้งเกิดการผิดพลาดบ้างแต่ยังคงอยู่ในช่วงที่สามารถที่จะยอมรับได้

ในส่วนของการควบคุมนั้นมีปัญหาในส่วนที่ว่าเราจะใช้ค่าของพารามิเตอร์ต่างๆในการควบคุมเป็นค่าเท่าใดในสภาวะปกติเพื่อให้การควบคุมอยู่ในสภาพที่ดีที่สุด ซึ่งทางผู้จัดทำอาศัยการทดลองแล้วเปลี่ยนไป เพื่อดูผล แต่การควบคุมจริงสามารถตั้งค่าได้ทุกครั้ง

จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นส่วนใหญ่มาจากการติดต่อเชื่อมโยงการทำงานในแต่ละส่วนในโครงงานนี้ ซึ่งบางครั้งต้องมีการเสียเวลาในการทดสอบและแก้ไขเพื่อให้การทำงานได้มีความถูกต้องมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามโครงงานนี้จะยังคงถือว่ายังมิได้เสร็จลงโดยสมบูรณ์มากนัก แต่ก็ทำให้ผู้จัดทำมีความรู้เพื่อมากขึ้นหลายๆด้านและผู้ที่มีความสนใจสามารถที่จะนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปเพื่อให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยการแก้ไขให้สามารถทำการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ในระหว่างการควบคุมได้ โดยผู้จัดทำขอเสนอแนวทางการทำโดยอาจจะแก้ด้วยการใช้อินเตอร์รัพท์ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล น่าจะเป็นการแก้ไขปัญหาลงได้

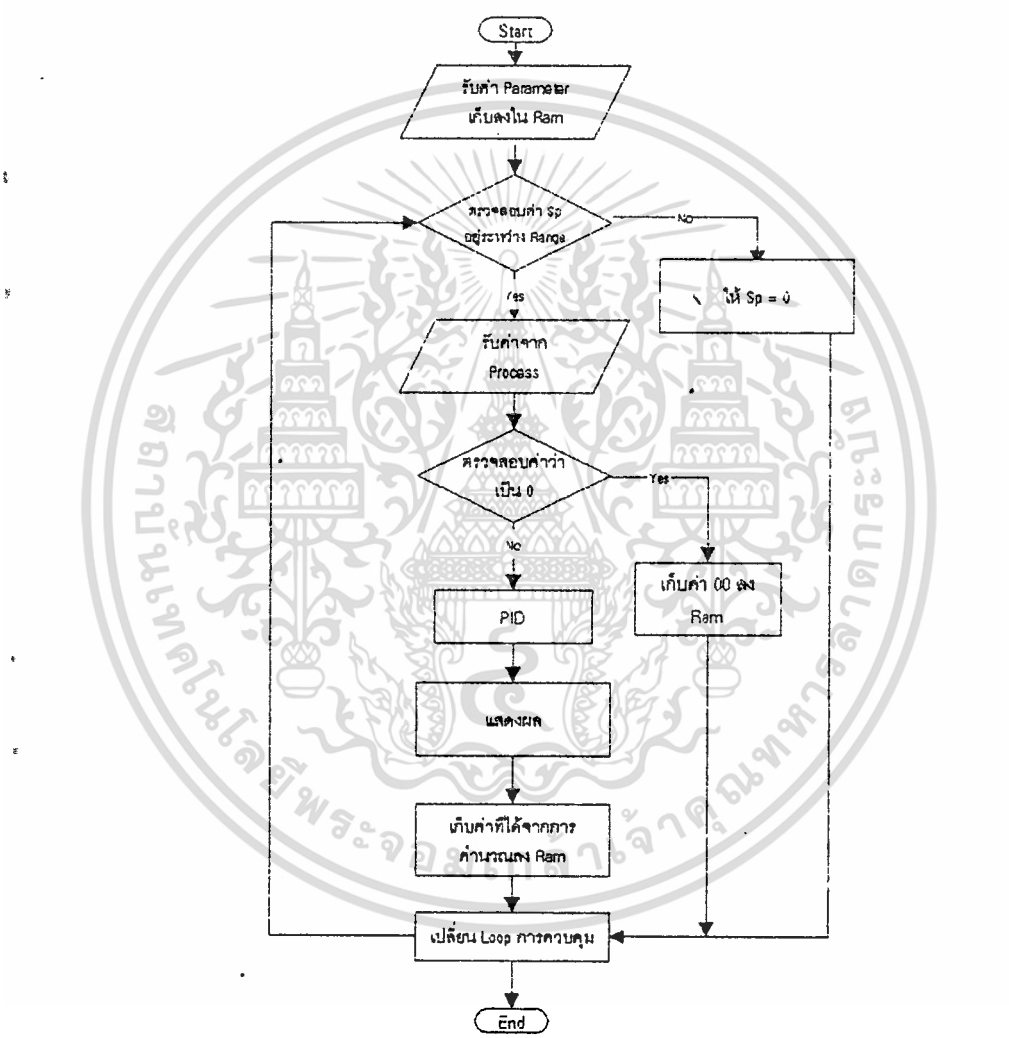
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## โปรแกรมการควบคุมกระบวนการ

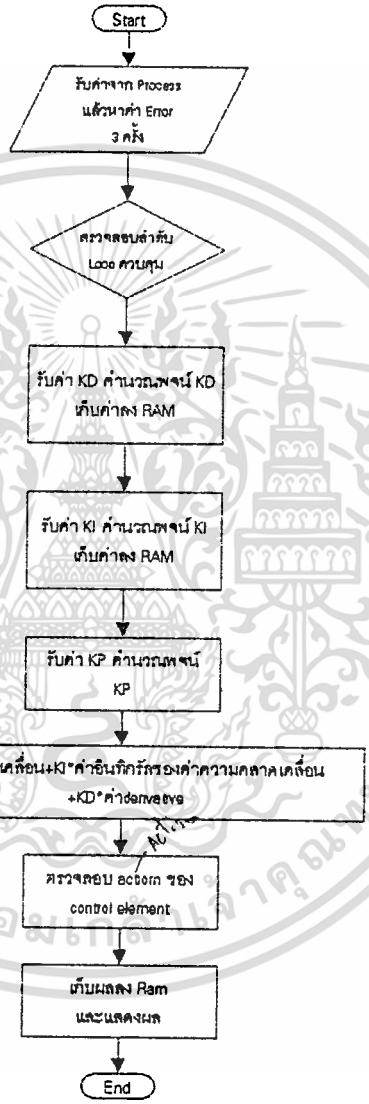
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Main Program




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PID Program




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;PROJECT INSTRUMENT(4J)
;MICROPROCESSOR BASED PID PROCESS CONTROL
;BY WANCHAI SAENGPRAE &
;INSTRUMENT ENGINEERING
;Dept. INDUSTRIAL INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
;KMIT'L
;H-W USED 80C535
;DEFINE
;P4.4 = A
;P4.5 = B
;P4.6 = C
;P4.7 = LOGIC IN(S/H)
;*************************************************;
;- MC send data from C-port to PC with PC Int1     ;
;- PC receive data from C-port and send data       ;
;  to MC with MC-int1                              ;
;define about pin in this program                  ;
; p4.0 reset RS_FF for MC_int_request              ;
;       1 = normal                                 ;
;       0 = reset                                  ;
; p4.1 PC-interrupt erase                          ;
;       1 = normal                                 ;
;       0 = interrupt                              ;
; p4.2 C-port memory signal                        ;
;       1 = normal                                 ;
;       0 = save from pc in C-port                 ;
; p4.3 C-port direction                            ;
;       1 = PC access C-port                       ;
;       0 = MC access C-port                       ;
; PC_DATA_FREE  0 = new data from pc in card       ;
;               1 = main program processed         ;
; MC_DATA_OUT   0 = new data send to PC            ;
;               1 = PC read C-port with MC-int1    ;
;*************************************************;

PC_DATA_FREE  bit  03h
MC_DATA_OUT   bit  04h

DATA_0  EQU 1B00H
DATA_1  EQU 1B01H
DATA_2  EQU 1B02H
DATA_3  EQU 1B03H
DATA_4  EQU 1B04H
DATA_5  EQU 1B05H
DATA_6  EQU 1B06H
DATA_7  EQU 1B07H
;*************************;
;DEFINE FOR PARAMETER     ;
;*************************;
KP_0    EQU 1B08H
KI_0    EQU 1B09H
KD_0    EQU 1B0AH
KP_1    EQU 1B0BH
KI_1    EQU 1B0CH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
KD_1     EQU 1B0DH
KP_2     EQU 1B0EH
KI_2     EQU 1B0FH
KD_2     EQU 1B10H
KP_3     EQU 1B11H
KI_3     EQU 1B12H
KD_3     EQU 1B13H
KP_4     EQU 1B14H
KI_4     EQU 1B15H
KD_4     EQU 1B16H
KP_5     EQU 1B17H
KI_5     EQU 1B18H
KD_5     EQU 1B19H
KP_6     EQU 1B1AH
KI_6     EQU 1B1BH
KD_6     EQU 1B1CH
KP_7     EQU 1B1DH
KI_7     EQU 1B1EH
KD_7     EQU 1B1FH
;DEFINE RAM FOR KEEP NUM_LOOP
NUM_LOOP EQU 1B20H
;DEFINE RAM FOR KEEP SETPOINT
SP_0     EQU 1B21H
SP_1     EQU 1B22H
SP_2     EQU 1B23H
SP_3     EQU 1B24H
SP_4     EQU 1B25H
SP_5     EQU 1B26H
SP_6     EQU 1B27H
SP_7     EQU 1B28H
SP_PP    EQU 1B29H
;DEFINE RAM FOR KEEP OUTPUT OF LOOP
OUTPUT_0 EQU 1B30H
OUTPUT_1 EQU 1B31H
OUTPUT_2 EQU 1B32H
OUTPUT_3 EQU 1B33H
OUTPUT_4 EQU 1B34H
OUTPUT_5 EQU 1B35H
OUTPUT_6 EQU 1B36H
OUTPUT_7 EQU 1B37H
OUTPUT   EQU 1B38H
INPORT_DATA  EQU 1B39H
;DEFINE RAM FOR ALARM PROCESS
ACTIONRAM0    EQU 1B45H
ACTIONRAM1    EQU 1B46H
ACTIONRAM2    EQU 1B47H
ACTIONRAM3    EQU 1B48H
ACTIONRAM4    EQU 1B49H
ACTIONRAM5    EQU 1B4AH
ACTIONRAM6    EQU 1B4BH
ACTIONRAM7    EQU 1B4CH
;DEFINE RAM FOR KEEP RANGE CONTROL ELEMENT
H_RANGE0      EQU 1B50H
L_RANGE0      EQU 1B51H
H_RANGE1      EQU 1B52H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
L_RANGE1      EQU 1B53H
H_RANGE2      EQU 1B54H
L_RANGE2      EQU 1B55H
H_RANGE3      EQU 1B56H
L_RANGE3      EQU 1B57H
H_RANGE4      EQU 1B58H
L_RANGE4      EQU 1B59H
H_RANGE5      EQU 1B5AH
L_RANGE5      EQU 1B5BH
H_RANGE6      EQU 1B5CH
L_RANGE6      EQU 1B5DH
H_RANGE7      EQU 1B5EH
L_RANGE7      EQU 1B5FH
;DEFINE RAM FOR ALARM PROCESS
H_ALARM0      EQU 1B60H
L_ALARM0      EQU 1B61H
H_ALARM1      EQU 1B62H
L_ALARM1      EQU 1B63H
H_ALARM2      EQU 1B64H
L_ALARM2      EQU 1B65H
H_ALARM3      EQU 1B66H
L_ALARM3      EQU 1B67H
H_ALARM4      EQU 1B68H
L_ALARM4      EQU 1B69H
H_ALARM5      EQU 1B6AH
L_ALARM5      EQU 1B6BH
H_ALARM6      EQU 1B6CH
L_ALARM6      EQU 1B6DH
H_ALARM7      EQU 1B6EH
L_ALARM7      EQU 1B6FH
;DEFINE RAM FOR LAMP INDICATOR ALARM
LAMPH0        EQU 1B70H
LAMPL0        EQU 1B71H
LAMPH1        EQU 1B72H
LAMPL1        EQU 1B73H
LAMPH2        EQU 1B74H
LAMPL2        EQU 1B75H
LAMPH3        EQU 1B76H
LAMPL3        EQU 1B77H
LAMPH4        EQU 1B78H
LAMPL4        EQU 1B79H
LAMPH5        EQU 1B7AH
LAMPL5        EQU 1B7BH
LAMPH6        EQU 1B7CH
LAMPL6        EQU 1B7DH
LAMPH7        EQU 1B7EH
LAMPL7        EQU 1B7FH

  ADCON  EQU  0D8H      ;DEFINE FOR RECIEVE DATA
  DAPR   EQU  0DAH      ;WITH A/D
  ADDAT  EQU  0D9H
  P4.0   EQU  0E7H      ;DEFINE PORT 4
  P4.1   EQU  0E8H
  P4.2   EQU  0E9H
  P4.3   EQU  0EAH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
P4.4    EQU  0ECH
P4.5    EQU  0E0H
P4.6    EQU  0EEH
P4.7    EQU  0EFH
P5      EQU  0F8H
EAL     EQU  0AFH

ORG   0000H
   LJMP  FAIR

ORG   0013H
   LJMP I_int1

ORG   0020H
I_int1:
     PUSH  PSW
     PUSH  ACC
     PUSH  SP
     PUSH  DPH
     PUSH  DPL
     MOV   A,R0
     PUSH  ACC
     MOV   A,R1
     PUSH  ACC
     MOV   A,R2
     PUSH  ACC
     MOV   A,R3
     PUSH  ACC
     MOV   A,R4
     PUSH  ACC
     MOV   A,R5
     PUSH  ACC
     MOV   A,R6
     PUSH  ACC
     MOV   A,R7
     PUSH  ACC
     CLR   EAL
     CLR   EX1
     CLR   0E8H     ;P4.0  ;RESET RS-FF
     SETB  0E8H     ;P4.0
     JNB   PC_DATA_FREE,HELLO
     JNB   MC_DATA_OUT,KANCHANABURI
     JB    PC_DATA_FREE,SUKHOTHAI
 HELLO:
     CLR   0EBH     ;P4.3 C_PORT SWITCH TO MC-PORT5
     MOV   ACC,P5   ;C-PORT READ
     SETB  0EBH     ;P4.3 C-PORT SWITCH TO PC
     MOV   DPTR,#1AF4H     ;NEW DATA FROM PC
     MOVX  @DPTR,A

   ;  CLR   0E9H     ;P4.1 PC- INTERRUPT TRIGGER (QUIT)
    ; SETB  0E9H     ;P4.1

     MOV   R0,#20H
     DJNZ  R0,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL CHUMPON
        SETB  PC_DATA_FREE
        SJMP  SUKHOTHAI

KANCHANABURI:
        setb  PC_DATA_FREE
        SETB  MC_DATA_OUT

SUKHOTHAI:
        SETB  EAL
        SETB  EX1
        POP   ACC
        MOV   R7,A
        POP   ACC
        MOV   R6,A
        POP   ACC
        MOV   R5,A
        POP   ACC
        MOV   R4,A
        POP   ACC
        MOV   R3,A
        POP   ACC
        MOV   R2,A
        POP   ACC
        MOV   R1,A
        POP   ACC
        MOV   R0,A
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   SP
        POP   ACC
        POP   PSW
        RETI

CHUMPON:
        MOV   R3,A          ;data from PC
        MOV   DPTR,#1AF0H
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R1,A
        CJNE  R1,#02H,BANGKOK
        MOV   DPTR,#1A00H
        MOV   A,R3
        MOVX  @DPTR,A
        MOV   A,R1
        DEC   ACC
        MOV   DPTR,#1AF0H
        MOVX  @DPTR,A
        RET
BANGKOK:
        CJNE  R1,#01H,SONGKHLA
        MOV   DPTR,#1A01H
        MOV   A,R3
        MOVX  @DPTR,A
        MOV   A,R1
        DEC   ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#1AF0H
        MOVX    @DPTR,A
        RET
SONGKHLA:
        CJNE    R1,#00H,RAYONG
        MOV     DPTR,#1A00H
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     R0,A
        MOV     DPTR,#1A01H
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     R2,A
        MOV     DPTR,#1AF4H
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     DPH,R0
        MOV     DPL,R2
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#0FH
        MOV     DPTR,#1AF0H
        MOVX    @DPTR,A
RAYONG:
        NOP
        RET
 ;************************************************;

C_PORT:
        MOV     P5,ACC
        CLR     0EAH            ;P4.2
        SETB    0EAH            ;P4.2
        CLR     MC_DATA_OUT
        CLR     0E9H            ;P4.1    interrupt request
        SETB    0E9H            ;P4.1
        MOV     R0,#10H
        DJNZ    R0,$
        RET
 ;************************************************;

SEND_TO_PC_SMALL:

        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     R4,A
LIVERPOOL:
        CJNE    A,#0CH,MAN_UNITED
        MOV     DPTR,#1B20H
        MOVX    A,@DPTR
        CLR     C
        ADD     A,#01H
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
MAN_UNITED:
        CJNE    A,#0BH,EVERTON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   SELECT_SETPOINT
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
EVERTON:
        CJNE    A,#0AH,QPR
        LCALL   SELECT_KP
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
QPR:
        CJNE    A,#09H,PALACE
        LCALL   SELECT_KI
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
PALACE:
        CJNE    A,#08H,WIMBERDON
        LCALL   SELECT_KD
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
WIMBERDON:
        CJNE    A,#07H,COVENTRY
        LCALL   SEND_PV
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
COVENTRY:
        CJNE    A,#06H,SPURR
        LCALL   SEND_MV
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
SPURR:
        CJNE    A,#05H,IPSWICH
        LCALL   SEND_MAX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
IPSWICH:
        CJNE    A,#04H,BOLTON
        LCALL   SEND_MIN
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
BOLTON:
        CJNE    A,#03H,SWINDONTOWN
        LCALL   SEND_HIGH_ALARM
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
SWINDONTOWN:
        CJNE    A,#02H,COLOMBIA
        LCALL   SEND_LOW_ALARM
        LCALL   C_PORT
        MOV     A,R4
        DEC     A
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NORICH
COLOMBIA:
        CJNE    A,#01H,NORICH
        MOV     A,#0FH
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   SEND_ACTION
        LCALL   C_PORT
NORICH:
        NOP
        RET
 ;*************************************************;

SEND_TO_PC:
        MOV     DPTR,#1AF2H
        MOV     A,#0CH
        MOVX    @DPTR,A
        SETB    PC_DATA_FREE    ;BEGIN INTERRUPT
        SETB    MC_DATA_OUT
        CLR     0E8H            ;P4.0
        SETB    0E8H            ;P4.0
        SETB    EX0
        SETB    EX1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    SETB  EAL
MOTOR:
    SETB  PC_DATA_FREE
    LCALL SEND_TO_PC_SMALL
    JNB   MC_DATA_OUT,$
    MOV   DPTR,#1AF2H
    MOVX  A,@DPTR
    CJNE  A,#0FH,MOTOR
    SETB  MC_DATA_OUT
    RET
;*************************************************;

RECEIVE_FROM_PC:
    MOV   DPTR,#1AF0H
    MOV   A,#02H
    MOVX  @DPTR,A
    SETB  PC_DATA_FREE  ;BEGIN INTERRUPT
    CLR   MC_DATA_OUT
    CLR   0E8H          ;P4.0    reset  rs-ff
    SETB  0E8H          ;P4.0
  ; SETB  EX0
    SETB  EX1
    SETB  EAL
  ; clr   0e9h         ;interrupt to PC for receive data
   ;setb  0ebh         ;15-3-38
    mov   r2,#10h
    mov   r1,#00h
wwait:
    mov   r1,#00h
    djnz  r1,$
    djnz  r2,wwait
    jnb   MC_DATA_OUT,wer  ;wait for interrupt1
MOTORR:
    clr   PC_DATA_FREE
    JNB   PC_DATA_FREE,$
    MOV   DPTR,#1AF0H
    MOVX  A,@DPTR
    CJNE  A,#0FH,MOTORR
    SETB  PC_DATA_FREE
    SETB  MC_DATA_OUT
wer:
  ; clr 0e8h
  ; setb 0e8h
    NOP
    RET
;*************************************************;

SEND_PV:
    MOV   DPTR,#1B20H    ;NUM-LOOP
    MOVX  A,@DPTR
PV0:
    CJNE  A,#00H,PV1
    MOV   DPTR,#DATA_0
    MOVX  A,@DPTR
    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PV1:
    CJNE  A,#01H,PV2
    MOV   DPTR,#DATA_1
    MOVX  A,@DPTR
    RET
PV2:
    CJNE  A,#02H,PV3
    MOV   DPTR,#DATA_2
    MOVX  A,@DPTR
    RET
PV3:
    CJNE  A,#03H,PV4
    MOV   DPTR,#DATA_3
    MOVX  A,@DPTR
    RET
PV4:
    CJNE  A,#04H,PV5
    MOV   DPTR,#DATA_4
    MOVX  A,@DPTR
    RET
PV5:
    CJNE  A,#05H,PV6
    MOV   DPTR,#DATA_5
    MOVX  A,@DPTR
    RET
PV6:
    CJNE  A,#06H,PV7
    MOV   DPTR,#DATA_6
    MOVX  A,@DPTR
    RET
PV7:
    CJNE  A,#07H,PV8
    MOV   DPTR,#DATA_7
    MOVX  A,@DPTR
    RET
PV8:
    LJMP  SEND_PV
    RET
;************************************************;

SEND_MV:
    MOV   DPTR,#1B20H
    MOVX  A,@DPTR
MV0:
    CJNE  A,#00H,MV1
    MOV   DPTR,#OUTPUT_0
    MOVX  A,@DPTR
    RET
MV1:
    CJNE  A,#01H,MV2
    MOV   DPTR,#OUTPUT_1
    MOVX  A,@DPTR
    RET
MV2:
    CJNE  A,#02H,MV3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   DPTR,#OUTPUT_2
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    MV3:
        CJNE  A,#03H,MV4
        MOV   DPTR,#OUTPUT_3
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    MV4:
        CJNE  A,#04H,MV5
        MOV   DPTR,#OUTPUT_4
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    MV5:
        CJNE  A,#05H,MV6
        MOV   DPTR,#OUTPUT_5
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    MV6:
        CJNE  A,#06H,MV7
        MOV   DPTR,#OUTPUT_6
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    MV7:
        CJNE  A,#07H,MV8
        MOV   DPTR,#OUTPUT_7
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    MV8:
        LJMP  SEND_MV
        RET
     ;************************************************;

    SEND_MAX:
        MOV   DPTR,#1820H
        MOVX  A,@DPTR
     MAX0:
        CJNE  A,#00H,MAX1
        MOV   DPTR,#H_RANGE0
        MOVX  A,@DPTR
        RET
     MAX1:
        CJNE  A,#01H,MAX2
        MOV   DPTR,#H_RANGE1
        MOVX  A,@DPTR
        RET
     MAX2:
        CJNE  A,#02H,MAX3
        MOV   DPTR,#H_RANGE2
        MOVX  A,@DPTR
        RET
     MAX3:
        CJNE  A,#03H,MAX4
        MOV   DPTR,#H_RANGE3
        MOVX  A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
MAX4:
        CJNE    A,#04H,MAX5
        MOV     DPTR,#H_RANGE4
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MAX5:
        CJNE    A,#05H,MAX6
        MOV     DPTR,#H_RANGE5
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MAX6:
        CJNE    A,#06H,MAX7
        MOV     DPTR,#H_RANGE6
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MAX7:
        CJNE    A,#07H,MAX8
        MOV     DPTR,#H_RANGE7
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MAX8:
        LJMP    SEND_MAX
        RET
;*********************************************;

SEND_MIN:
        MOV     DPTR,#1B20H
        MOVX    A,@DPTR
MIN0:
        CJNE    A,#00H,MIN1
        MOV     DPTR,#L_RANGE0
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MIN1:
        CJNE    A,#01H,MIN2
        MOV     DPTR,#L_RANGE1
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MIN2:
        CJNE    A,#02H,MIN3
        MOV     DPTR,#L_RANGE2
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MIN3:
        CJNE    A,#03H,MIN4
        MOV     DPTR,#L_RANGE3
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MIN4:
        CJNE    A,#04H,MIN5
        MOV     DPTR,#L_RANGE4
        MOVX    A,@DPTR
        RET
MIN5:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE   A,#05H,MIN6
        MOV    DPTR,#L_RANGE5
        MOVX   A,@DPTR
        RET
MIN6:
        CJNE   A,#06H,MIN7
        MOV    DPTR,#L_RANGE6
        MOVX   A,@DPTR
        RET
MIN7:
        CJNE   A,#07H,MIN8
        MOV    DPTR,#L_RANGE7
        MOVX   A,@DPTR
        RET
MIN8:
        LJMP   SEND_MIN
        RET
;***********************************************;

SEND_HIGH_ALARM:
        MOV    DPTR,#1820H
        MOVX   A,@DPTR
HAL0:
        CJNE   A,#00H,HAL1
        MOV    DPTR,#LAMPH0
        MOVX   A,@DPTR
        RET
HAL1:
        CJNE   A,#01H,HAL2
        MOV    DPTR,#LAMPH1
        MOVX   A,@DPTR
        RET
HAL2:
        CJNE   A,#02H,HAL3
        MOV    DPTR,#LAMPH2
        MOVX   A,@DPTR
        RET
HAL3:
        CJNE   A,#03H,HAL4
        MOV    DPTR,#LAMPH3
        MOVX   A,@DPTR
        RET
HAL4:
        CJNE   A,#04H,HAL5
        MOV    DPTR,#LAMPH4
        MOVX   A,@DPTR
        RET
HAL5:
        CJNE   A,#05H,HAL6
        MOV    DPTR,#LAMPH5
        MOVX   A,@DPTR
        RET
HAL6:
        CJNE   A,#06H,HAL7
        MOV    DPTR,#LAMPH6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    HAL7:
        CJNE  A,#07H,HAL8
        MOV   DPTR,#LAMPH7
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    HAL8:
        LJMP  SEND_HIGH_ALARM
        RET
    ;************************************************;

    SEND_LOW_ALARM:
        MOV   DPTR,#1B20H
        MOVX  A,@DPTR
    LAL0:
        CJNE  A,#00H,LAL1
        MOV   DPTR,#LAMPL0
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LAL1:
        CJNE  A,#01H,LAL2
        MOV   DPTR,#LAMPL1
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LAL2:
        CJNE  A,#02H,LAL3
        MOV   DPTR,#LAMPL2
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LAL3:
        CJNE  A,#03H,LAL4
        MOV   DPTR,#LAMPL3
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LAL4:
        CJNE  A,#04H,LAL5
        MOV   DPTR,#LAMPL4
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LAL5:
        CJNE  A,#05H,LAL6
        MOV   DPTR,#LAMPL5
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LAL6:
        CJNE  A,#06H,LAL7
        MOV   DPTR,#LAMPL6
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LAL7:
        CJNE  A,#07H,LAL8
        MOV   DPTR,#LAMPL7
        MOVX  A,@DPTR
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LAL8:
    LJMP  SEND_LOW_ALARM
    RET
;************************************************;

SEND_ACTION:
    MOV   DPTR,#1820H
    MOVX  A,@DPTR
ACT0:
    CJNE  A,#00H,ACT1
    MOV   DPTR,#ACTIONRAM0
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ACT1:
    CJNE  A,#01H,ACT2
    MOV   DPTR,#ACTIONRAM1
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ACT2:
    CJNE  A,#02H,ACT3
    MOV   DPTR,#ACTIONRAM2
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ACT3:
    CJNE  A,#03H,ACT4
    MOV   DPTR,#ACTIONRAM3
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ACT4:
    CJNE  A,#04H,ACT5
    MOV   DPTR,#ACTIONRAM4
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ACT5:
    CJNE  A,#05H,ACT6
    MOV   DPTR,#ACTIONRAM5
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ACT6:
    CJNE  A,#06H,ACT7
    MOV   DPTR,#ACTIONRAM6
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ACT7:
    CJNE  A,#07H,ACT8
    MOV   DPTR,#ACTIONRAM7
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ACT8:
    LJMP  SEND_ACTION
    RET
;************************************************;
;              MAIN BIG-PROGRAM                  ;
;************************************************;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FAIR:
    MOV   P1,#00H
    CLR   P4.7
    CLR   P4.6
    CLR   P4.5
    CLR   P4.4
    MOV   R0,#00H
    MOV   R1,#00H
    MOV   R2,#00H
    MOV   R3,#00H
    MOV   R4,#00H
    MOV   R5,#00H
    MOV   R6,#00H
    MOV   R7,#00H
    SETB  0EFH
    SETB  EX0
    SETB  EX1
    MOV   ACC,#02H
    MOV   DPTR,#1AF0H
    MOVX  @DPTR,A
    MOV   A,#0BH
    MOV   DPTR,#1AF2H
    MOVX  @DPTR,A
    MOV   A,#00H          ;BEGIN AT LOOP_3
    MOV   DPTR,#1B20H     ;ALWAYS
    MOVX  @DPTR,A         ;NUM_LOOP = 1B20H
    MOV   DPTR,#1B08H     ;SAVE VALUE KP,KI,KD IN EX_RAM
    MOV   R0,#01H
SAVE:
    MOV   A,#45H
    MOVX  @DPTR,A
    INC   DPTR
    MOV   A,#67H
    MOVX  @DPTR,A
    INC   DPTR
    MOV   A,#03H
    MOVX  @DPTR,A
    INC   DPTR
    DJNZ  R0,SAVE         ;FINISH FOR KEEP DATA OF 7 LOOP
CHE_LP:
    MOV   DPTR,#NUM_LOOP  ;CHECK LOOP
    MOVX  A,@DPTR         ;CHECK LOOP TO COMPUTE
    MOV   DAPR,#00H       ;SET 1-5 VOLT
    NOP                   ;SET VAREF ,VIREF OF A/D
 L0:
    CJNE  A,#00H,L1
    MOV   ADCON,#08H      ;RECEIVE  I/P LOOP-0
    CLR   P4.4
    CLR   P4.5
    CLR   P4.6
    MOV   A,ADDAT
    MOV   DPTR,#1B00H     ;DATA-0 RAM
    MOVX  @DPTR,A
    LCALL PID
    LCALL TRIG_LOGIC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL INC_LOOP
        LJMP  CHE_LP
L1:
        CJNE  A,#01H,L2
        MOV   ADCON,#09H        ;RECEIVE  I/P LOOP-1
        SETB  P4.4
        CLR   P4.5
        CLR   P4.6
        MOV   A,ADDAT
        MOV   DPTR,#1B01H       ;DATA-1 RAM
        MOVX  @DPTR,A
        LCALL FILL
        LCALL PID
        LCALL TRIG_LOGIC
        LCALL INC_LOOP
        LJMP  CHE_LP
L2:
        CJNE  A,#02H,L3
        MOV   ADCON,#0AH        ;RECEIVE  I/P LOOP-2
        CLR   P4.4
        SETB  P4.5
        CLR   P4.6
        MOV   A,ADDAT
        MOV   DPTR,#1B02H       ;DATA-2 RAM
        MOVX  @DPTR,A
        LCALL FILL
        LCALL PID
        LCALL TRIG_LOGIC
        LCALL INC_LOOP
        LJMP  CHE_LP
L3:
        CJNE  A,#03H,L4
        MOV   ADCON,#0BH        ;RECEIVE  I/P LOOP-3
        SETB  P4.4
        SETB  P4.5
        CLR   P4.6
        MOV   A,ADDAT
        MOV   DPTR,#1B03H       ;DATA-3 RAM
        MOVX  @DPTR,A
        LCALL FILL
        LCALL PID
        LCALL TRIG_LOGIC
        LCALL INC_LOOP
        LJMP  CHE_LP
L4:
        CJNE  A,#04H,L5
        MOV   ADCON,#0CH        ;RECEIVE  I/P LOOP-4
        CLR   P4.4
        CLR   P4.5
        SETB  P4.6
        MOV   A,ADDAT
        MOV   DPTR,#1B04H       ;DATA-4 RAM
        MOVX  @DPTR,A
        LCALL FILL
        LCALL PID
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL TRIG_LOGIC
        LCALL INC_LOOP
        LJMP  CHE_LP
    L5:
        CJNE  A,#05H,L6
        MOV   ADCON,#00H        ;RECEIVE I/P LOOP-5
        SETB  P4.4
        CLR   P4.5
        SETB  P4.6
        MOV   A,ADDAT
        MOV   DPTR,#1B05H       ;DATA-5 RAM
        MOVX  @DPTR,A
        LCALL FILL
        LCALL PID
        LCALL TRIG_LOGIC
        LCALL INC_LOOP
        LJMP  CHE_LP
    L6:
        CJNE  A,#06H,L7
        MOV   ADCON,#0EH        ;RECEIVE I/P LOOP-6
        CLR   P4.4
        SETB  P4.5
        SETB  P4.6
        MOV   A,ADDAT
        MOV   DPTR,#1B06H       ;DATA-6 RAM
        MOVX  @DPTR,A
        LCALL FILL
        LCALL PID
        LCALL TRIG_LOGIC
        LCALL INC_LOOP
        LJMP  CHE_LP
    L7:
        CJNE  A,#07H,ERR
        MOV   ADCON,#0FH        ;RECEIVE I/P LOOP-7
        SETB  P4.4
        SETB  P4.5
        SETB  P4.6
        MOV   A,ADDAT
        MOV   DPTR,#1B07H       ;DATA-7 RAM
        MOVX  @DPTR,A
        LCALL FILL
        LCALL PID
        LCALL TRIG_LOGIC
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#1B20H
        MOVX  @DPTR,A
        LJMP  CHE_LP
    ERR:
        LJMP  CHE_LP
        RET
    ;***********************************************;

    FILL:
        CLR   ACC
        MOV   R0,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   R1,#00H
        MOV   R2,#00H
        MOV   R3,#00H
        MOV   R4,#00H
        MOV   R5,#00H
        MOV   R6,#00H
        MOV   R7,#00H
        RET
    ;***********************************************;

INC_LOOP:
        MOV   DPTR,#1B20H
        MOVX  A,@DPTR
        INC   A
        MOVX  @DPTR,A
        RET
    ;***********************************************;

TRIG_LOGIC:
        SETB  P4.7
        MOV   R0,#80H    ;DELAY FOR SAMPLING RESULT
        DJNZ  R0,$       ;TO SENT D/A AND PROCESS
        NOP
        CLR   P4.7
        RET
    ;***********************************************;

SELECT_KP:
        MOV   DPTR,#1B20H
        MOVX  A,@DPTR
    LP0:
        CJNE  A,#00H,LP1
        MOV   DPTR,#1B08H        ;KP-0 RAM
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LP1:
        CJNE  A,#01H,LP2
        MOV   DPTR,#1B08H        ;KP-1 RAM
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LP2:
        CJNE  A,#02H,LP3
        MOV   DPTR,#1B0EH        ;KP-2 RAM
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LP3:
        CJNE  A,#03H,LP4
        MOV   DPTR,#1B11H        ;KP-3 RAM
        MOVX  A,@DPTR
        RET
    LP4:
        CJNE  A,#04H,LP5
        MOV   DPTR,#1B14H        ;KP-4 RAM
        MOVX  A,@DPTR
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LP5:
    CJNE  A,#05H,LP6
    MOV   DPTR,#1B17H          ;KP-5 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
LP6:
    CJNE  A,#06H,LP7
    MOV   DPTR,#1B1AH          ;KP-6 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
LP7:
    CJNE  A,#07H,ERR0
    MOV   DPTR,#1B1DH          ;KP-7 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
ERR0:
    LJMP  SELECT_KP
;##########################################################;

SELECT_KI:
    MOV   DPTR,#1B20H
    MOVX  A,@DPTR
LOP0:
    CJNE  A,#00H,LOP1
    MOV   DPTR,#1B09H          ;KI-0 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
LOP1:
    CJNE  A,#01H,LOP2
    MOV   DPTR,#1B0CH          ;KI-1 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
LOP2:
    CJNE  A,#02H,LOP3
    MOV   DPTR,#1B0FH          ;KI-2 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
LOP3:
    CJNE  A,#03H,LOP4
    MOV   DPTR,#1B12H          ;KI-3 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
LOP4:
    CJNE  A,#04H,LOP5
    MOV   DPTR,#1B15H          ;KI-4 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
LOP5:
    CJNE  A,#05H,LOP6
    MOV   DPTR,#1B18H          ;KI-5 RAM
    MOVX  A,@DPTR
    RET
LOP6:
    CJNE  A,#06H,LOP7
    MOV   DPTR,#1B1BH          ;KI-6 RAM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOP7:
        CJNE   A,#07H,ERR1
        MOV    DPTR,#1B1EH          ;KI-7 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    ERR1:
        LJMP   SELECT_KI
    ;##############################################################;

    SELECT_KD:
        MOV    DPTR,#1B20H
        MOVX   A,@DPTR
    LOOP0:
        CJNE   A,#00H,LOOP1
        MOV    DPTR,#1B0AH          ;KD-0 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOOP1:
        CJNE   A,#01H,LOOP2
        MOV    DPTR,#1B0DH          ;KD-1 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOOP2:
        CJNE   A,#02H,LOOP3
        MOV    DPTR,#1B10H          ;KD-2 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOOP3:
        CJNE   A,#03H,LOOP4
        MOV    DPTR,#1B13H          ;KD-3 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOOP4:
        CJNE   A,#04H,LOOP5
        MOV    DPTR,#1B16H          ;KD-4 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOOP5:
        CJNE   A,#05H,LOOP6
        MOV    DPTR,#1B19H          ;KD-5 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOOP6:
        CJNE   A,#06H,LOOP7
        MOV    DPTR,#1B1CH          ;KD-6 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOOP7:
        CJNE   A,#07H,ERR2
        MOV    DPTR,#1B1FH          ;KD-7 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    ERR2:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    LJMP  SELECT_KD
  ;***********************************************;
  ;This is subprogram of select data_inprocess     ;
  ;***********************************************;

DATA_INPROCESS:
    MOV   DPTR,#1B20H
    MOVX  A,@DPTR
 DATA0:
    CJNE  A,#00H,DATA1
    MOV   DPTR,#DATA_0          ;DATA-0 RAM
    MOV   A,R4                  ;DATA FOR KEEP
    MOVX  @DPTR,A               ;IS IN R4
    RET
 DATA1:
    CJNE  A,#01H,DATA2
    MOV   DPTR,#DATA_1          ;DATA-1 RAM
    MOV   A,R4
    MOVX  @DPTR,A
    RET
 DATA2:
    CJNE  A,#02H,DATA3
    MOV   DPTR,#DATA_2          ;DATA-2 RAM
    MOV   A,R4
    MOVX  @DPTR,A
    RET
DATA3:
    CJNE  A,#03H,DATA4
    MOV   DPTR,#DATA_3          ;DATA-3 RAM
    MOV   A,R4
    MOVX  @DPTR,A
    RET
DATA4:
    CJNE  A,#04H,DATA5
    MOV   DPTR,#DATA_4          ;DATA-4 RAM
    MOV   A,R4
    MOVX  @DPTR,A
    RET
DATA5:
    CJNE  A,#05H,DATA6
    MOV   DPTR,#DATA_5          ;DATA-5 RAM
    MOV   A,R4
    MOVX  @DPTR,A
    RET
DATA6:
    CJNE  A,#06H,DATA7
    MOV   DPTR,#DATA_6          ;DATA-6 RAM
    MOV   A,R4
    MOVX  @DPTR,A
    RET
DATA7:
    CJNE  A,#07H,ERER2
    MOV   DPTR,#DATA_7          ;DATA-7 RAM
    MOV   A,R4
    MOVX  @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
ERER2:
        LJMP  QATA_INPROCESS
;*************************************************;
;THIS IS SUBPROGRAM OF CALCULATE SETPOINT AND     ;
;INSPECTION SETPOINT IS IN RANGABILITY FOR CONTROL ;
;*************************************************;

INSPECT_SP:
        MOV   DPTR,#NUM_LOOP
        MOVX  A,@DPTR
LL0:
        CJNE  A,#00H,LL1
        MOV   DPTR,#SP_0
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#H_RANGE0    ;TEST SP MUST BE LESS THAN
        MOVX  A,@DPTR           ;H_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JNC   LLL0
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_0
        MOVX  @DPTR,A
        RET
LLL0:
        MOV   DPTR,#SP_0
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#L_RANGE0    ;TEST SP MUST BE EQUAL OR
        MOVX  A,@DPTR           ;MORE THAN L_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JC    TREE0
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_0
        MOVX  @DPTR,A
TREE0:
        RET
LL1:
        CJNE  A,#01H,LL2
        MOV   DPTR,#SP_1
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#H_RANGE1    ;TEST SP MUST BE LESS THAN
        MOVX  A,@DPTR           ;H_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JNC   LLL1
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_1
        MOVX  @DPTR,A
        RET
LLL1:
        MOV   DPTR,#SP_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#L_RANGE1    ;TEST SP MUST BE EQUAL OR
        MOVX  A,@DPTR           ;MORE THAN L_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JC    TREE1
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_1
        MOVX  @DPTR,A
TREE1:
        RET
 LL2:
        CJNE  A,#02H,LL3
        MOV   DPTR,#SP_2
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#H_RANGE2    ;TEST SP MUST BE LESS THAN
        MOVX  A,@DPTR           ;H_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JNC   LLL2
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_2
        MOVX  @DPTR,A
        RET
LLL2:
        MOV   DPTR,#SP_2
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#L_RANGE2    ;TEST SP MUST BE EQUAL OR
        MOVX  A,@DPTR           ;MORE THAN L_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JC    TREE2
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_2
        MOVX  @DPTR,A
TREE2:
        RET
  LL3:
        CJNE  A,#03H,LL4
        MOV   DPTR,#SP_3
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#H_RANGE3    ;TEST SP MUST BE LESS THAN
        MOVX  A,@DPTR           ;H_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JNC   LLL3
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_3
        MOVX  @DPTR,A
        RET
LLL3:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   DPTR,#SP_3
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#L_RANGE3    ;TEST SP MUST BE EQUAL OR
        MOVX  A,@DPTR           ;MORE THAN L_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JC    TREE3
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_3
        MOVX  @DPTR,A
TREE3:
        RET
  LL4:
        CJNE  A,#04H,LL5
        MOV   DPTR,#SP_4
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#H_RANGE4    ;TEST SP MUST BE LESS THAN
        MOVX  A,@DPTR           ;H_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JNC   LLL4
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_4
        MOVX  @DPTR,A
        RET
 LLL4:
        MOV   DPTR,#SP_4
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#L_RANGE4    ;TEST SP MUST BE EQUAL OR
        MOVX  A,@DPTR           ;MORE THAN L_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JC    TREE4
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_4
        MOVX  @DPTR,A
TREE4:
        RET
  LL5:
        CJNE  A,#05H,LL6
        MOV   DPTR,#SP_5
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        MOV   DPTR,#H_RANGE5    ;TEST SP MUST BE LESS THAN
        MOVX  A,@DPTR           ;H_RANGE
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JNC   LLL5
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#SP_5
        MOVX  @DPTR,A
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LLL5:
     MOV   DPTR,#SP_5
     MOVX  A,@DPTR
     MOV   R7,A
     MOV   DPTR,#L_RANGE5    ;TEST SP MUST BE EQUAL OR
     MOVX  A,@DPTR           ;MORE THAN L_RANGE
     CLR   C
     SUBB  A,R7
     JC    TREE5
     MOV   A,#00H
     MOV   DPTR,#SP_5
     MOVX  @DPTR,A
TREE5:
     RET
 LL6:
     CJNE  A,#06H,LL7
     MOV   DPTR,#SP_6
     MOVX  A,@DPTR
     MOV   R7,A
     MOV   DPTR,#H_RANGE6    ;TEST SP MUST BE LESS THAN
     MOVX  A,@DPTR           ;H_RANGE
     CLR   C
     SUBB  A,R7
     JNC   LLL6
     MOV   A,#00H
     MOV   DPTR,#SP_6
     MOVX  @DPTR,A
     RET
LLL6:
     MOV   DPTR,#SP_6
     MOVX  A,@DPTR
     MOV   R7,A
     MOV   DPTR,#L_RANGE6    ;TEST SP MUST BE EQUAL OR
     MOVX  A,@DPTR           ;MORE THAN L_RANGE
     CLR   C
     SUBB  A,R7
     JC    TREE6
     MOV   A,#00H
     MOV   DPTR,#SP_6
     MOVX  @DPTR,A
TREE6:
     RET
 LL7:
     CJNE  A,#07H,TREE7
     MOV   DPTR,#SP_7
     MOVX  A,@DPTR
     MOV   R7,A
     MOV   DPTR,#H_RANGE7    ;TEST SP MUST BE LESS THAN
     MOVX  A,@DPTR           ;H_RANGE
     CLR   C
     SUBB  A,R7
     JNC   LLL7
     MOV   A,#00H
     MOV   DPTR,#SP_7
     MOVX  @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
LLL7:
        MOV     DPTR,#SP_7
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     R7,A
        MOV     DPTR,#L_RANGE7    ;TEST SP MUST BE EQUAL OR
        MOVX    A,@DPTR           ;MORE THAN L_RANGE
        CLR     C
        SUBB    A,R7
        JC      TREE7
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#SP_7
        MOVX    @DPTR,A
TREE7:
        RET
      ;*********************************************;
      ;THIS IS SUBPROGRAM OF TEST ALARM FOR PROCESS  ;
      ;*********************************************;

ALARM:
        MOV     DPTR,#NUM_LOOP
        MOVX    A,@DPTR
 HH0:
        CJNE    A,#00H,HH1
        MOV     DPTR,#OUTPUT_0    ;CHECK ALARM FOR PROCESS
        MOVX    A,@DPTR
        JZ      YELL0
        MOV     R4,A
        MOV     DPTR,#H_ALARM0
        MOVX    A,@DPTR
        CLR     C
        SUBB    A,R4
        JC      ALARM00
YELL0:                    ;JUMP WHEN MORE THAN HIGH-ALARM
        MOV     A,#11H            ;
        MOV     DPTR,#LAMPH0
        MOVX    @DPTR,A
        SJMP    YELLOW0
ALARM00:
        MOV     A,#99H            ;ALARM WHEN MORE THAN 95% SP
        MOV     DPTR,#LAMPH0
        MOVX    @DPTR,A
        SJMP    WANWAN0
YELLOW0:
        MOV     DPTR,#OUTPUT_0
        MOVX    A,@DPTR
        JZ      YEL0
        MOV     R4,A
        MOV     DPTR,#L_ALARM0
        MOVX    A,@DPTR
        CLR     C
        SUBB    A,R4
        JNC     ALARML0
 YEL0:                    ;JUMP WHEN LESS THAN LOW-ALARM
        MOV     A,#11H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   DPTR,#LAMPL0
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN0
ALARML0:
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN LESS THAN 5% SP
        MOV   DPTR,#LAMPL0
        MOVX  @DPTR,A
WANWAN0:
        RET
 HH1:
        CJNE  A,#01H,HH2
        MOV   DPTR,#OUTPUT_1 ;CHECK ALARM FOR PROCESS
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    YELL1
        MOV   R4,A
        MOV   DPTR,#H_ALARM1
        MOVX  A,@DPTR
        CLR   C
        SUBB  A,R4
        JC    ALARM11
YELL1:                  ;JUMP WHEN MORE THAN HIGH-ALARM
        MOV   A,#11H            ;
        MOV   DPTR,#LAMPH1
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  YELLOW1
ALARM11:
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN MORE THAN 95% SP
        MOV   DPTR,#LAMPH1
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN1
YELLOW1:
        MOV   DPTR,#OUTPUT_1
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    YEL1
        MOV   R4,A
        MOV   DPTR,#L_ALARM1
        MOVX  A,@DPTR
        CLR   C
        SUBB  A,R4
        JNC   ALARML1
YEL1:                   ;JUMP WHEN LESS THAN LOW-ALARM
        MOV   A,#11H
        MOV   DPTR,#LAMPL1
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN1
ALARML1:
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN LESS THAN 5% SP
        MOV   DPTR,#LAMPL1
        MOVX  @DPTR,A
WANWAN1:
        RET
 HH2:
        CJNE  A,#02H,HH3
        MOV   DPTR,#OUTPUT_2 ;CHECK ALARM FOR PROCESS
        MOVX  A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JZ      YELL2
        MOV     R4,A
        MOV     DPTR,#H_ALARM2
        MOVX    A,@DPTR
        CLR     C
        SUBB    A,R4
        JC      ALARM22
YELL2:                  ;JUMP WHEN MORE THAN HIGH-ALARM
        MOV     A,#11H              ;
        MOV     DPTR,#LAMPH2
        MOVX    @DPTR,A
        SJMP    YELLOW2
ALARM22:
        MOV     A,#99H          ;ALARM WHEN MORE THAN 95% SP
        MOV     DPTR,#LAMPH2
        MOVX    @DPTR,A
        SJMP    WANWAN2
YELLOW2:
        MOV     DPTR,#OUTPUT_2
        MOVX    A,@DPTR
        JZ      YEL2
        MOV     R4,A
        MOV     DPTR,#L_ALARM2
        MOVX    A,@DPTR
        CLR     C
        SUBB    A,R4
        JNC     ALARML2
YEL2:                   ;JUMP WHEN LESS THAN LOW-ALARM
        MOV     A,#11H
        MOV     DPTR,#LAMPL2
        MOVX    @DPTR,A
        SJMP    WANWAN2
ALARML2:
        MOV     A,#99H          ;ALARM WHEN LESS THAN 5% SP
        MOV     DPTR,#LAMPL2
        MOVX    @DPTR,A
WANWAN2:
        RET
 HH3:
        CJNE    A,#03H,HH4
        MOV     DPTR,#OUTPUT_3  ;CHECK ALARM FOR PROCESS
        MOVX    A,@DPTR
        JZ      YELL3
        MOV     R4,A
        MOV     DPTR,#H_ALARM3
        MOVX    A,@DPTR
        CLR     C
        SUBB    A,R4
        JC      ALARM33
YELL3:                  ;JUMP WHEN MORE THAN HIGH-ALARM
        MOV     A,#11H              ;
        MOV     DPTR,#LAMPH3
        MOVX    @DPTR,A
        SJMP    YELLOW3
ALARM33:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN MORE THAN 95% SP
        MOV   DPTR,#LAMPH3
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN3
YELLOW3:
        MOV   DPTR,#OUTPUT_3
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    YEL3
        MOV   R4,A
        MOV   DPTR,#L_ALARM3
        MOVX  A,@DPTR
        CLR   C
        SUBB  A,R4
        JNC   ALARML3
 YEL3:                  ;JUMP WHEN LESS THAN LOW-ALARM
        MOV   A,#11H
        MOV   DPTR,#LAMPL3
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN3
ALARML3:
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN LESS THAN 5% SP
        MOV   DPTR,#LAMPL3
        MOVX  @DPTR,A
WANWAN3:
        RET
      HH4:
        CJNE  A,#04H,HH5
        MOV   DPTR,#OUTPUT_4  ;CHECK ALARM FOR PROCESS
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    YELL4
        MOV   R4,A
        MOV   DPTR,#H_ALARM4
        MOVX  A,@DPTR
        CLR   C
        SUBB  A,R4
        JC    ALARM44
YELL4:                  ;JUMP WHEN MORE THAN HIGH-ALARM
        MOV   A,#11H            ;
        MOV   DPTR,#LAMPH4
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  YELLOW4
ALARM44:
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN MORE THAN 95% SP
        MOV   DPTR,#LAMPH4
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN4
YELLOW4:
        MOV   DPTR,#OUTPUT_4
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    YEL4
        MOV   R4,A
        MOV   DPTR,#L_ALARM4
        MOVX  A,@DPTR
        CLR   C
        SUBB  A,R4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JNC   ALARML4
 YEL4:                    ;JUMP WHEN LESS THAN LOW-ALARM
        MOV   A,#11H
        MOV   DPTR,#LAMPL4
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN4
ALARML4:
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN LESS THAN 5% SP
        MOV   DPTR,#LAMPL4
        MOVX  @DPTR,A
WANWAN4:
        RET
 HH5:
        CJNE  A,#05H,HH6
        MOV   DPTR,#OUTPUT_5    ;CHECK ALARM FOR PROCESS
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    YELL5
        MOV   R4,A
        MOV   DPTR,#H_ALARM5
        MOVX  A,@DPTR
        CLR   C
        SUBB  A,R4
        JC    ALARM55
YELL5:                   ;JUMP WHEN MORE THAN HIGH-ALARM
        MOV   A,#11H
        MOV   DPTR,#LAMPH5
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  YELLOW5
ALARM55:
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN MORE THAN 95% SP
        MOV   DPTR,#LAMPH5
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN5
YELLOW5:
        MOV   DPTR,#OUTPUT_5
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    YEL5
        MOV   R4,A
        MOV   DPTR,#L_ALARM5
        MOVX  A,@DPTR
        CLR   C
        SUBB  A,R4
        JNC   ALARML5
 YEL5:                   ;JUMP WHEN LESS THAN LOW-ALARM
        MOV   A,#11H
        MOV   DPTR,#LAMPL5
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN5
ALARML5:
        MOV   A,#99H        ;ALARM WHEN LESS THAN 5% SP
        MOV   DPTR,#LAMPL5
        MOVX  @DPTR,A
WANWAN5:
        RET
 HH6:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE   A,#06H,HH7
        MOV    DPTR,#OUTPUT_6  ;CHECK ALARM FOR PROCESS
        MOVX   A,@DPTR
        JZ     YELL6
        MOV    R4,A
        MOV    DPTR,#H_ALARM6
        MOVX   A,@DPTR
        CLR    C
        SUBB   A,R4
        JC     ALARM66
YELL6:                  ;JUMP WHEN MORE THAN HIGH-ALARM
        MOV    A,#11H           ;
        MOV    DPTR,#LAMPH6
        MOVX   @DPTR,A
        SJMP   YELLOW6
ALARM66:
        MOV    A,#99H        ;ALARM WHEN MORE THAN 95% SP
        MOV    DPTR,#LAMPH6
        MOVX   @DPTR,A
        SJMP   WANWAN6
YELLOW6:
        MOV    DPTR,#OUTPUT_6
        MOVX   A,@DPTR
        JZ     YEL6
        MOV    R4,A
        MOV    DPTR,#L_ALARM6
        MOVX   A,@DPTR
        CLR    C
        SUBB   A,R4
        JNC    ALARML6
 YEL6:                  ;JUMP WHEN LESS THAN LOW-ALARM
        MOV    A,#11H
        MOV    DPTR,#LAMPL6
        MOVX   @DPTR,A
        SJMP   WANWAN6
ALARML6:
        MOV    A,#99H      ;ALARM WHEN LESS THAN 5% SP
        MOV    DPTR,#LAMPL6
        MOVX   @DPTR,A
WANWAN6:
        RET
 HH7:
        CJNE   A,#07H,WANWAN7
        MOV    DPTR,#OUTPUT_7  ;CHECK ALARM FOR PROCESS
        MOVX   A,@DPTR
        JZ     YELL7
        MOV    R4,A
        MOV    DPTR,#H_ALARM7
        MOVX   A,@DPTR
        CLR    C
        SUBB   A,R4
        JC     ALARM77
YELL7:                  ;JUMP WHEN MORE THAN HIGH-ALARM
        MOV    A,#11H           ;
        MOV    DPTR,#LAMPH7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  YELLOW7
ALARM77:
        MOV   A,#99H      ;ALARM WHEN MORE THAN 95% SP
        MOV   DPTR,#LAMPH7
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN7
YELLOW7:
        MOV   DPTR,#OUTPUT_7
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    YEL7
        MOV   R4,A
        MOV   DPTR,#L_ALARM7
        MOVX  A,@DPTR
        CLR   C
        SUBB  A,R4
        JNC   ALARML7
 YEL7:                    ;JUMP WHEN LESS THAN LOW-ALARM
        MOV   A,#11H
        MOV   DPTR,#LAMPL7
        MOVX  @DPTR,A
        SJMP  WANWAN7
ALARML7:
        MOV   A,#99H      ;ALARM WHEN LESS THAN 5% SP
        MOV   DPTR,#LAMPL7
        MOVX  @DPTR,A
WANWAN7:
        RET
;************************************************;
;THIS IS SUBPROGRAM OF SELECT-ACTION FOR CONTROL. ;
;************************************************;

ACTION:
        LCALL SEND_ACTION
 DIRECT:
        CJNE  A,#00H,REVERSE
        MOV   DPTR,#OUTPUT
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   P1,A
        RET
 REVERSE:
        CJNE  A,#01H,CMOS
        MOV   DPTR,#OUTPUT
        MOVX  A,@DPTR
        CPL   A
        MOV   R7,A
        MOV   P1,A                ;SAVE AT OUTPUT-RAM
        MOV   DPTR,#OUTPUT
        MOVX  @DPTR,A
        RET
CMOS:
        RET

;************************************************;
;THIS IS SUBPROGRAM OF ADDITION AND SUBSTANT      ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************;

ADDSUB:

    MOVX  A,@DPTR
    MOV   R0,A
    INC   DPTR
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   R3,A
    INC   DPTR
    MOVX  A,@DPTR
    MOV   R6,A
    MOV   A,R4
    JZ    LAB1
    MOV   A,R6
    CPL   ACC.7
    MOV   R6,A
ZERO1:
    MOV   A,R1
    JNZ   PAS1
    MOV   A,R2
    JZ    PAS2
PAS1:
    MOV   A,R0
    JNZ   LAB1
    MOV   A,R3
    JNZ   LAB1
    LJMP  AA
PAS2:
    MOV   A,R0
    JNZ   PAS3
    MOV   A,R3
    JNZ   PAS3
    MOV   R5,#08H
    LJMP   AA
PAS3:
    MOV   A,R0
    MOV   R1,A
    MOV   A,R3
    MOV   R2,A
    MOV   A,R6
    MOV   R5,A
    LJMP  AA
LAB1:
    MOV   A,R6
    JB    ACC.6,LAB2
    ANL   A,#3FH
    MOV   R4,A
    MOV   A,R5
    JB    ACC.6,LAB3
    ANL   A,#3FH
    CLR   C
    SUBB  A,R4
    JC    LAB4
    MOV   R4,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JZ     LAB5
        SUBB   A,#0FH
        JNC    LAB6
     LAB8:
        LCALL SHIFT_DATA2
        LCALL DATA2_LESS_DATA1  ;DATA2 < DATA1
;       LCALL STANDARD
     LAB6:
        SJMP   AA
     LAB5:
        LCALL POWER_DATA1_EQUAL_POWER_DATA2 ;POWER 2 = L
        SJMP   AA
     LAB4:
        CPL    A
        INC    A
        MOV    R4,A
        CLR    C
        SUBB   A,#0FH
        JNC    LAB7
     LAB9:
        LCALL SHIFT_DATA1
        LCALL DATA2_MOST_DATA1     ;DATA2>DATA1
;       LCALL STANDARD
        SJMP   AA
     LAB7:
        LCALL DATA2_V_MOST_DATA1   ;DATA2>>DATA1
        SJMP   AA
     LAB3:
        ANL    A,#03FH
        ADD    A,R4
        CLR    C
        SUBB   A,#0FH
        JNC    LAB7
        SJMP   LAB9
     LAB2:
        ANL    A,#03FH
        MOV    R4,A
        MOV    A,R5
        JB     ACC.6,LAB10
        ANL    A,#03FH
        ADD    A,R4
        MOV    R4,A
        CLR    C
        SUBB   A,#0FH
        JNC    LAB6
        SJMP   LAB8
   LAB10:
        ANL    A,#3FH
        CLR    C
        SUBB   A,R4
        JNC    LAB11
        CPL    A
        INC    A
        MOV    R4,A
        CLR    C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SUBB  A,#0FH
        JNC   LAB6
        SJMP  LAB8
LAB11:
        MOV   R4,A
        JZ    LAB5
        SUBB  A,#0FH
        JNC   LAB7
        SJMP  LAB9
  AA:
        NOP
        RET
      ;***********************************************;
      ;THIS IS SUBPROGRAM OF SHIFT DATA2               ;
      ;***********************************************;

SHIFT_DATA2:
        MOV   A,R0
        CLR   C
        RRC   A
        MOV   R0,A
        MOV   A,R3
        RRC   A
        MOV   R3,A
        JZ    ABAB
        DJNZ  R4,SHIFT_DATA2
ABAB:
        MOV   A,R5
        ANL   A,#07FH
        MOV   R4,A
        MOV   A,R6
        ANL   A,#080H
        ORL   A,R4
        MOV   R6,A
        RET
      ;***********************************************;
      ;THIS IS SUBPROGRAM OF SHIFT_DATA1               ;
      ;***********************************************;
SHIFT_DATA1:
        MOV   A,R1
        CLR   C
        RRC   A
        MOV   R1,A
        MOV   A,R2
        RRC   A
        MOV   R2,A
        JZ    AAAA                    ;NEW*********************
        DJNZ  R4,SHIFT_DATA1
AAAA:
        MOV   A,R6
        ANL   A,#07FH
        MOV   R4,A
        MOV   A,R5
        ANL   A,#080H
        ORL   A,R4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   R5,A
        RET
        ;*********************************************;
        ;THIS IS SUBPROGRAM OF DATA2>>DATA1           ;
        ;*********************************************;
DATA2_V_MOST_DATA1:
        MOV   A,R6
        MOV   R5,A
        MOV   A,R3
        MOV   R2,A
        MOV   A,R0
        MOV   R1,A
        RET
        ;*********************************************;
        ;THIS IS SUBPROGRAM OF DATA2 < DATA1          ;
        ;*********************************************;
DATA2_LESS_DATA1:
        MOV   A,R5
        JB    ACC.7,LAB12
        MOV   A,R6
        JB    ACC.7,LAB13
        LCALL S2
        SJMP  BB
LAB13:
        LCALL S1
        SJMP  BB
LAB12:
        MOV   A,R6
        JB    ACC.7,LAB14
        LCALL S1
        SJMP  BB
LAB14:
        LCALL S2
BB:
        NOP
        RET
        ;*********************************************;
        ;THIS IS SUBPROGRAM OF DATA2 > DATA1          ;
        ;*********************************************;
DATA2_MOST_DATA1:
        MOV   A,R5
        JB    ACC.7,LAB15
        MOV   A,R6
        JB    ACC.7,LAB16
        LCALL S2
        SJMP  CC
LAB16:
        LCALL S3
        SJMP  CC
LAB15:
        MOV   A,R6
        JB    ACC.7,LAB17
        LCALL S3
        SJMP  CC
LAB17:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL S2
     CC:
        NOP
        RET
        ;***********************************************;
        ;THIS IS SUBPROGRAM OF S1                       ;
        ;***********************************************;
     S1:
        CLR   C
        MOV   A,R2
        SUBB  A,R3
        MOV   R2,A
        MOV   A,R1
        SUBB  A,R0
        MOV   R1,A
        RET
        ;***********************************************;
        ;THIS IS SUBPROGRAM OF S2                       ;
        ;***********************************************;
     S2:
        MOV   A,R2
        ADD   A,R3
        MOV   R2,A
        MOV   A,R1
        ADDC  A,R0
        MOV   R1,A
        JNC   LAB18
        RRC   A
        MOV   R1,A
        MOV   A,R2
        RRC   A
        MOV   R2,A
        MOV   A,R5
        JB    ACC.6,LAB19
        ANL   A,#3FH
        INC   A
        CLR   C
        SUBB  A,#40H
        JNC   LAB20
        INC   R5
        SJMP  DD
LAB20:
        MOV   R1,#0FFH
        MOV   R2,#0FFH
        SJMP  DD
LAB19:
        ANL   A,#3FH
        JZ    LAB21
        CLR   A
        MOV   R4,A
        MOV   A,R5
        ANL   A,#0C0H
        ORL   A,R4
        MOV   R5,A
        SJMP  DD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LAB21:
    MOV   A,R5
    CPL   ACC.6
    INC   A
    MOV   R5,A
LAB18:
  DD:
    NOP
    RET
   ;***********************************************;
   ;THIS IS SUBPROGRAM OF S3                       ;
   ;***********************************************;
 S3:
    CLR   C
    MOV   A,R3
    SUBB  A,R2
    MOV   R2,A
    MOV   A,R0
    SUBB  A,R1
    MOV   R1,A
    MOV   A,R5
    CPL   ACC.7
    MOV   R5,A
    RET
   ;***********************************************;
   ;THIS IS SUBPROGRAM OF STANDARD                 ;
   ;***********************************************;
STANDARD:
    MOV   A,R1
    JZ    LAB22          ;FILL INCREMENT NEW
    JB    ACC.7,LAB22
    CLR   C
    RLC   A
    MOV   R1,A
    MOV   A,R2
    CLR   C
    RLC   A
    MOV   R2,A
    JNC   LAB23
    MOV   A,R1
    INC   A
    MOV   R1,A
LAB23:
    MOV   A,R5
    ANL   A,#3FH
    DEC   A
    MOV   R4,A
    JZ    CLEAR
 KM:
    MOV   A,R5
    ANL   A,#0C0H
    ORL   A,R4
    MOV   R5,A
    SJMP  EE
CLEAR:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   A,R5
        CPL   ACC.6
        MOV   R5,A
        SJMP  KM
      EE:
        SJMP  STANDARD
    LAB22:
        NOP
        RET
      ;************************************************
      ;THIS IS SUBPROGRAM OF POWER DATA1 = POWER DATA2 ;
      ;************************************************
    POWER_DATA1_EQUAL_POWER_DATA2:

        CLR   C
        MOV   A,R1
        SUBB  A,R0
        JC    LAB27
        JNZ   LAB28
        MOV   A,R2
        SUBB  A,R3
        JC    LAB27
        JNZ   LAB28
        MOV   A,R5
        JB    ACC.7,LAB29
        MOV   A,R6
        JB    ACC.7,LAB30
    LAB31:
        LCALL S2
        SJMP  WW
    LAB30:
        MOV   R1,#00H
        MOV   R2,#00H
        MOV   R5,#00H
        SJMP  WW
    LAB29:
        MOV   A,R6
        JB    ACC.7,LAB31
        SJMP  LAB30
    LAB28:
        LCALL DATA2_LESS_DATA1    ;DATA2 < DATA1
        MOV   A,R5
        MOV   R7,A
      ; LCALL STANDARD                  ;*******************
        SJMP  WW
    LAB27:
        LCALL DATA2_MOST_DATA1    ;DATA2>DATA1
      ; LCALL STANDARD                  ;*******************
      WW:
        NOP
        RET
      ;############ END OF SUBPROGRAM ADD_SUB8 ########;
      ;************************************************;
      ;THIS IS SUBPROGRAM OF MULTIPLY                  ;
      ;************************************************;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MULTIPLY:

ZEROO1:
    MOV   A,R1
    JNZ   PAAS1
    MOV   A,R2
    JZ    PAAS2
PAAS1:
    MOV   A,R0
    JNZ   AFS
    MOV   A,R3
    JNZ   AFS
PAAS2:
    MOV   R1,#00H
    MOV   R2,#00H
    MOV   R5,#08H
    LJMP  FINISH
AFS:
    MOV   A,R6
    JB    ACC.7,LAB32
    MOV   A,R5
    JB    ACC.7,LAB33
    ANL   A,#3FH
    MOV   R4,A
    MOV   A,R6
    ANL   A,#3FH
    ADD   A,R4
    MOV   R4,A
    CLR   C
    SUBB  A,#40H
    JC    LAB34
    MOV   R1,#0FFH
    MOV   R2,#0FFH
    MOV   A,R5
    ANL   A,#0C0H
    ORL   A,#3FH
    MOV   R5,A
    LCALL SIGN
    LJMP  FINISH
LAB34:
    MOV   A,R5
    ANL   A,#0C0H
    ORL   A,R4
    MOV   R5,A
    LCALL SIGN
    SJMP  DA
LAB33:
    LCALL DIFF_OF_SIGN_POWER
    SJMP  DA
LAB32:
    MOV   A,R5
    JB    ACC.6,LAB35
    LCALL DIFF_OF_SIGN_POWER
    SJMP  DA
LAB35:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ANL   A,#3FH
        MOV   R4,A
        MOV   A,R6
        ANL   A,#3FH
        ADD   A,R4
        MOV   R4,A
        CLR   C
        SUBB  A,#40H
        JC    LAB36
        MOV   A,R5
        ANL   A,#0C0H
        MOV   R4,#3FH
        ORL   A,R4
        MOV   R5,A
        LCALL SIGN
        MOV   R1,#080H
        MOV   R2,#00H
        LJMP  FINISH
LAB36:
        MOV   A,R5
        ANL   A,#0C0H
        ORL   A,R4
        MOV   R5,A
        LCALL SIGN
DA:
        LCALL CALCULATE
        MOV   R3,A
        MOV   A,R0
        MOV   R1,A
        MOV   A,R4
        MOV   R2,A
        MOV   A,R6
        MOV   R0,A
LAB42:
        MOV   A,R1
        JZ    FINISH
        JB    ACC.7,FINISH
        CLR   C
        MOV   A,R3
        RLC   A
        MOV   R3,A
        MOV   A,R0
        RLC   A
        MOV   R0,A
        MOV   A,R2
        RLC   A
        MOV   R2,A
        MOV   A,R1
        RLC   A
        MOV   R1,A
        MOV   A,R5
        JB    ACC.6,LAB39
        ANL   A,#3FH
        CLR   C
        SUBB  A,#01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JC      LAB40
        MOV     R4,A
        MOV     A,R5
        ANL     A,#0C0H
        ORL     A,R4
        MOV     R5,A
        SJMP    WAN
LAB40:
        CPL     A
        INC     A
        MOV     R4,A
        MOV     A,R5
        CPL     ACC.6
        ANL     A,#0C0H
        ORL     A,R4
        MOV     R5,A
        SJMP    WAN
LAB39:
        ANL     A,#3FH
        CLR     C
        SUBB    A,#3EH
        JNC     LAB41
        INC     A
        MOV     R4,A
        MOV     A,R5
        ANL     A,#0C0H
        ORL     A,R4
        MOV     R5,A
        SJMP    WAN
LAB41:
        ; MOV   R1,#80H        ;FOR 00
        ; MOV   R2,#00H
        ; MOV   R5,#3FH        ;FOR 08
        SJMP    FINISH
WAN:
        SJMP    LAB42
FINISH:
        NOP
        RET
    ;*****************************************;
    ;THIS IS SUBPROGRAM OF DIFFERENCE OF SIGN POWER ;
    ;*****************************************;
DIFF_OF_SIGN_POWER:
        ANL     A,#3FH      ;BEFORE IS MOV A,R5
        MOV     R4,A
        MOV     A,R6
        ANL     A,#3FH
        CLR     C
        SUBB    A,R4
        JC      LAB43
        MOV     R4,A
        MOV     A,R5
        ANL     A,#0C0H
        CPL     ACC.6
        ORL     A,R4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   R5,A
        LCALL SIGN
        SJMP  SEA
LAB43:
        CPL   A
        INC   A
        MOV   R4,A
        MOV   A,R5
        ANL   A,#0C0H
        ORL   A,R4
        MOV   R5,A
        LCALL SIGN
SEA:
        NOP
        RET
       ;***********************************************;
       ;THIS IS SUBPROGRAM OF SIGN                     ;
       ;***********************************************;
SIGN:
        JB      ACC.7,LAB44     ;BEFORE MOV R5,A
        MOV     A,R6
        JB      ACC.7,LAB45
        SJMP    SEE
LAB45:
        MOV     A,R5
        CPL     ACC.7
        MOV     R5,A
        SJMP    SEE
LAB44:
        MOV     A,R6
        JB      ACC.7,LAB45
SEE:
        NOP
        RET
      ;***********************************************;
      ;THIS IS SUBPROGRAM OF CALCULATE                ;
      ;***********************************************;
CALCULATE:
        CLR   OV
        MOV   B,R3
        MOV   A,R2
        MUL   AB
        PUSH  ACC
        JB    OV,LAB46
        CLR   A
        PUSH  ACC
        SJMP  INS
LAB46:
        MOV   A,B
        PUSH  ACC
INS:
        CLR   OV
        MOV   B,R3
        MOV   A,R1
        MUL   AB
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JB      OV,LAB47
        MOV     R7,#00H
        SJMP    GO
LAB47:
        MOV     R7,B
  GO:
        MOV     R4,A
        POP     ACC
        CLR     C
        ADDC    A,R4
        MOV     R4,A
        JNC     LAB48
        INC     R7
LAB48:
        CLR     OV
        MOV     B,R0
        MOV     A,R2
        PUSH    ACC
        JB      OV,LAB49
        CLR     A
        PUSH    ACC
        SJMP    INSS
LAB49:
        MOV     A,B
        PUSH    ACC
 INSS:
        CLR     OV
        MOV     B,R0
        MOV     A,R1
        MUL     AB
        JB      OV,LAB50
        MOV     R1,#00H
        SJMP    SODA
LAB50:
        MOV     R1,B
 SODA:
        MOV     R2,A
        POP     ACC
        CLR     C
        ADDC    A,R2
        MOV     R2,A
        JNC     LAB52
        INC     R1
LAB52:
        CLR     C
        POP     ACC
        ADDC    A,R4
        PUSH    ACC
        JNC     NN
        INC     R7
  NN:
        MOV     A,R2
        ADDC    A,R7
        MOV     R7,A
        JNC     OO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC   R1
      OO:
        CLR   C
        MOV   A,R7
        PUSH  ACC
        MOV   A,R1
        MOV   R0,A
        POP   ACC
        MOV   R4,A
        POP   ACC
        MOV   R6,A
        POP   ACC
        NOP
        RET
      ;########## END OF SUBPROGRAM MULTIPLY ##########;

      ;***********************************************;
      ;@@@@@@@  MAIN PROGRAM FOR PID CONTROL @@@@@@@@@@;
      ;***********************************************;

    PID:

        SETB  0EFH                ;SETB EAL
        SETB  EX0
        SETB  EX1
        LCALL INSPECT_SP
        LCALL SELECT_SETPOINT
        LCALL ONE_BYTE_TO_THREE_BYTE
        MOV   DPTR,#1A00H
        LCALL PUT_IN_RAM
        LCALL TIMERR
        LCALL ANA_TO_DIG
        LCALL ONE_BYTE_TO_THREE_BYTE
        MOV   DPTR,#1A00H
        MOV   R4,#0FFH            ;SUBSTANT
        LCALL ADDSUB
        MOV   DPTR,#1A10H         ;E(1)
        LCALL PUT_IN_RAM
        LCALL TIMERR
        LCALL ANA_TO_DIG
        MOV   R4,A
        LCALL DATA_INPROCESS
        MOV   A,R4
        LCALL ONE_BYTE_TO_THREE_BYTE
        MOV   DPTR,#1A00H
        MOV   R4,#0FFH            ;SUBSTANT
        LCALL ADDSUB
        MOV   DPTR,#1A20H         ;E(2)
        LCALL PUT_IN_RAM
        LCALL TIMERR
        LCALL ANA_TO_DIG
        LCALL CHE_DATA_INPORT
        LCALL ONE_BYTE_TO_THREE_BYTE
        MOV   DPTR,#1A00H
        MOV   R4,#0FFH            ;SUBSTANT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL ADDSUB
        MOV   DPTR,#1A30H       ;E(3)
        LCALL PUT_IN_RAM
        MOV   DPTR,#1A20H
        MOV   R4,#0FFH
        LCALL ADDSUB            ;SUBSTANT
        MOV   DPTR,#1A40H       ;E(3)-E(2)
        LCALL PUT_IN_RAM
        MOV   DPTR,#1A20H       ;E(2)
        LCALL PUT_OUT_RAM
        MOV   DPTR,#1A10H       ;E(1)
        MOV   R4,#0FFH          ;SUBSTANT
        LCALL ADDSUB
        MOV   DPTR,#1A50H       ;E(2)-E(1)
        LCALL PUT_IN_RAM
        MOV   DPTR,#1A40H       ;E(3)-E(2)
        LCALL PUT_OUT_RAM
        MOV   DPTR,#1A50H       ;E(2)-E(1)
        MOV   R4,#0FFH          ;SUBSTANT
        LCALL ADDSUB            ;EE
        MOV   R0,#80H
        MOV   R3,#00H
        MOV   R6,#00H
        LCALL MULTIPLY          ;1/2EE
        MOV   DPTR,#1A40H       ;E(3)-E(2)CHANGE FROM E(2)
        MOV   R4,#00H           ;ADDITION
        LCALL ADDSUB            ;1/2EE+[E(3)-E(2)]
        LCALL STANDARD
        MOV   R0,#010H          ;0BAH OLD===>   1 /HIGH
        MOV   R3,#00H           ;03H   OLD
        MOV   R6,#04H           ;FROM OLD 010H
        LCALL MULTIPLY
        LCALL SWAP_DA
        LCALL SELECT_KD     ;SELECT KD FOR LOOP CONTROL
        LCALL ONE_BYTE_TO_THREE_BYTE
        LCALL MULTIPLY          ;KD==EXPRESSION
        MOV   DPTR,#1A60H
        LCALL PUT_IN_RAM
        MOV   DPTR,#1A30H       ;E(3)
        LCALL PUT_OUT_RAM
        MOV   DPTR,#1A20H       ;E(2)
        MOV   R4,#00H           ;ADDITION
        LCALL ADDSUB            ;E(3)+E(2)
        MOV   R0,#08EH          ;FROM 0B0H
        MOV   R3,#000H          ;FROM 042H
        MOV   R6,#044H          ;FROM 050H
        LCALL MULTIPLY
        LCALL SWAP_DA
        LCALL SELECT_KI         ;SELECT KI FOR LOOP CONTROL
        LCALL ONE_BYTE_TO_THREE_BYTE
        LCALL MULTIPLY
        MOV   DPTR,#1A70H       ;KI==EXPRESSION
        LCALL PUT_IN_RAM
        MOV   DPTR,#1A30H       ;E3
        LCALL PUT_OUT_RAM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL SWAP_DA
        LCALL SELECT_KP          ;SELECT KP FOR LOOP CONTROL
        LCALL ONE_BYTE_TO_THREE_BYTE
        LCALL MULTIPLY
        MOV   R4,#00H            ;ADDITION
        MOV   DPTR,#1A70H        ;KI==EXPRESSION
        LCALL ADDSUB
        MOV   DPTR,#1A60H        ;KD==EXPRESSION
        MOV   R4,#00H            ;ADDITION
        LCALL ADDSUB
        LCALL STANDARD
        LCALL THREE_BYTE_TO_ONE_BYTE
        LCALL CHE_DATA_OUTPORT
        MOV   A,R1               ;RESULT FROM COMPUTE LOOP
        MOV   DPTR,#1A80H
        MOVX  @DPTR,A            ;SAVE DATA FOR CHECK ALARM
        MOV   DPTR,#OUTPUT
        MOVX  @DPTR,A
        LCALL KEEP_DATA
        LCALL ACTION
        LCALL ALARM
        LCALL SEND_TO_PC
        mov   r5,#00h
        djnz  r5,$
        LCALL RECEIVE_FROM_PC
        RET
      ;==============> END PID PROGRAM <==============;
      ;*********************************************;
      ;THIS IS SUBPROGRAM OF 1 BYTE TO 3 BYTE       ;
      ;*********************************************;
ONE_BYTE_TO_THREE_BYTE:
        MOV   R1,A
        MOV   R2,#00H
        MOV   R5,#08H
      ; LCALL STANDARD
        RET
      ;*********************************************;
      ; THIS IS SUBPROGRAM OF PUT IN RAM            ;
      ;*********************************************;
PUT_IN_RAM:
        MOV   A,R1
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,R2
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,R5
        MOVX  @DPTR,A
        RET
      ;*********************************************;
      ;THIS IS SUBPROGRAM OF PUT OUT RAM            ;
      ;*********************************************;
PUT_OUT_RAM:
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC   DPTR
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R2,A
        INC   DPTR
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R5,A
        RET
       ;*********************************************;
       ;THIS IS SUBPROGRAM OF 3 BYTE TO 1 BYTE       ;
       ;*********************************************;
THREE_BYTE_TO_ONE_BYTE:
        MOV   A,R1
        JNZ   HOUSE
        MOV   A,R2
        JZ    LAB74
HOUSE:
        MOV   A,R5
        JB    ACC.6,LAB71
        ANL   A,#3FH
        JZ    LAB72
        CLR   C
        SUBB  A,#09H
        JNC   LAB73
        CPL   A
        JZ    LAB74
        MOV   R4,A
        CLR   C
HELP:
        MOV   A,R1
        RRC   A
        MOV   R1,A
        DJNZ  R4,HELP
        JNC   LAB74
        CLR   C
        MOV   A,R1
        ADD   A,#01H
        JC    LAB73
        MOV   R1,A
        SJMP  LAB74
LAB73:
        MOV   R1,#0F0H
        SJMP  LAB74
LAB72:
        MOV   R1,#01H
        SJMP  LAB74
LAB71:
        MOV   R1,#00H
LAB74:
        NOP
        RET
       ;*********************************************;
SWAP_DA:
        MOV   A,R1
        MOV   R0,A
        MOV   A,R2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    R3,A
        MOV    A,R5
        MOV    R6,A
        RET
       ;*********************************************;
       ;ROUTINE  ANALOG TO DIGITAL                   ;
       ;*********************************************;
ANA_TO_DIG:
        MOV    R0,#20H
        DJNZ   R0,$
        MOV    A,ADDAT
        NOP
        RET
       ;*********************************************;
       ;ROUTINE OF SELECT SETPOINT                    ;
       ;*********************************************;
SELECT_SETPOINT:
        MOV DPTR,#1B20H
        MOVX A,@DPTR
 LPP0:
        CJNE   A,#00H,LPP1
        MOV    DPTR,#1B21H          ;SETPOINT-0 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
 LPP1:
        CJNE   A,#01H,LPP2
        MOV    DPTR,#1B22H          ;SETPOINT-1 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
 LPP2:
        CJNE   A,#02H,LPP3
        MOV    DPTR,#1B23H          ;SETPOINT-2 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
 LPP3:
        CJNE   A,#03H,LPP4
        MOV    DPTR,#1B24H          ;SETPOINT-3 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
 LPP4:
        CJNE   A,#04H,LPP5
        MOV    DPTR,#1B25H          ;SETPOINT-4 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
 LPP5:
        CJNE   A,#05H,LPP6
        MOV    DPTR,#1B26H          ;SETPOINT-5 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
 LPP6:
        CJNE   A,#06H,LPP7
        MOV    DPTR,#1B27H          ;SETPOINT-6 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
 LPP7:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE   A,#07H,ERRP0
        MOV    DPTR,#1B28H          ;SETPOINT-7 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
ERRP0:
        LJMP   SELECT_SETPOINT
        RET

;
  ;##################################################;
  ;  ROUTINE OF KEEP DATA                            ;
  ;**************************************************;
KEEP_DATA:
        MOV DPTR,#1820H
        MOVX A,@DPTR
LOPP0:
        CJNE   A,#00H,LOPP1
        MOV    DPTR,#ACTIONRAM0
        MOVX   A,@DPTR
        JZ     LAD0
        MOV    A,R1
        CPL    A
        SJMP   DAC0
 LAD0:
        MOV    A,R1
 DAC0:
        MOV    DPTR,#OUTPUT_0       ;OUTPUT-0 RAM
        MOVX   @DPTR,A
        RET
LOPP1:
        CJNE   A,#01H,LOPP2
        MOV    DPTR,#ACTIONRAM1
        MOVX   A,@DPTR
        JZ     LAD1
        MOV    A,R1
        CPL    A
        SJMP   DAC1
 LAD1:
        MOV    A,R1
 DAC1:
        MOV    DPTR,#OUTPUT_1       ;OUTPUT-1 RAM
        MOVX   @DPTR,A
        RET
LOPP2:
        CJNE   A,#02H,LOPP3
        MOV    DPTR,#ACTIONRAM2
        MOVX    A,@DPTR
        JZ     LAD2
        MOV    A,R1
        CPL    A
        SJMP   DAC2
 LAD2:
        MOV    A,R1
 DAC2:
        MOV    DPTR,#OUTPUT_2       ;OUTPUT-2 RAM
        MOVX   @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
    LOPP3:
        CJNE   A,#03H,LOPP4
        MOV    DPTR,#ACTIONRAM3
        MOVX   A,@DPTR
        JZ     LAD3
        MOV    A,R1
        CPL    A
        SJMP   DAC3
     LAD3:
        MOV    A,R1
     DAC3:
        MOV    DPTR,#OUTPUT_3        ;OUTPUT-3 RAM
        MOVX   A,@DPTR
        RET
    LOPP4:
        CJNE   A,#04H,LOPP5
        MOV    DPTR,#ACTIONRAM4
        MOVX    A,@DPTR
        JZ     LAD4
        MOV    A,R1
        CPL    A
        SJMP   DAC4
     LAD4:
        MOV    A,R1
     DAC4:
        MOV    DPTR,#OUTPUT_4        ;OUTPUT-4 RAM
        MOVX   @DPTR,A
        RET
    LOPP5:
        CJNE   A,#05H,LOPP6
        MOV    DPTR,#ACTIONRAM5
        MOVX   A,@DPTR
        JZ     LAD5
        MOV    A,R1
        CPL    A
        SJMP   DAC5
     LAD5:
        MOV    A,R1
     DAC5:
        MOV    DPTR,#OUTPUT_5        ;OUTPUT-5 RAM
        MOVX   @DPTR,A
        RET
   LOPP6:
        CJNE   A,#06H,LOPP7
        MOV    DPTR,#ACTIONRAM6
        MOVX   A,@DPTR
        JZ     LAD6
        MOV    A,R1
        CPL    A
        SJMP   DAC6
     LAD6:
        MOV    A,R1
     DAC6:
        MOV    DPTR,#OUTPUT_6        ;OUTPUT-6 RAM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX  @DPTR,A
        RET
    LOPP7:
        CJNE  A,#07H,ERRDA1
        MOV   DPTR,#ACTIONRAM7
        MOVX  A,@DPTR
        JZ    LAD7
        MOV   A,R1
        CPL   A
        SJMP  DAC7
    LAD7:
        MOV   A,R1
    DAC7:
        MOV   DPTR,#OUTPUT_7        ;OUTPUT-7 RAM
        MOVX  @DPTR,A
        RET
    ERRDA1:
        LJMP  KEEP_DATA
        RET
        ;*********************************************;
        ;SUBPROGRAM OF CHECK DATA INPORT              ;
        ;*********************************************;
    CHE_DATA_INPORT:
        MOV   R7,A
        LCALL SELECT_SETPOINT
        CLR   C
        SUBB  A,R7
        JC    YOU
        MOV   A,#00H
        MOV   DPTR,#INPORT_DATA
        MOVX  @DPTR,A
        JNC   REE
    YOU:
        MOV   A,#99H
        MOV   DPTR,#INPORT_DATA
        MOVX  @DPTR,A
    REE:
        MOV   A,R7
        NOP
        RET
        ;*********************************************;
        ; SUBPROGRAM OF TEST DATA FOR OUTPORT DATA    ;
        ;*********************************************;
    CHE_DATA_OUTPORT:
        MOV   DPTR,#INPORT_DATA
        MOVX  A,@DPTR
        CJNE  A,#99H,KEYOK
        MOV   A,R1
        MOV   R4,A
        CLR   C
        SUBB  A,#0F0H
        JC    KEY
      ; CJNE  A,#0F0H,KEY
        MOV   R1,#10H
        SJMP  KEYOK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

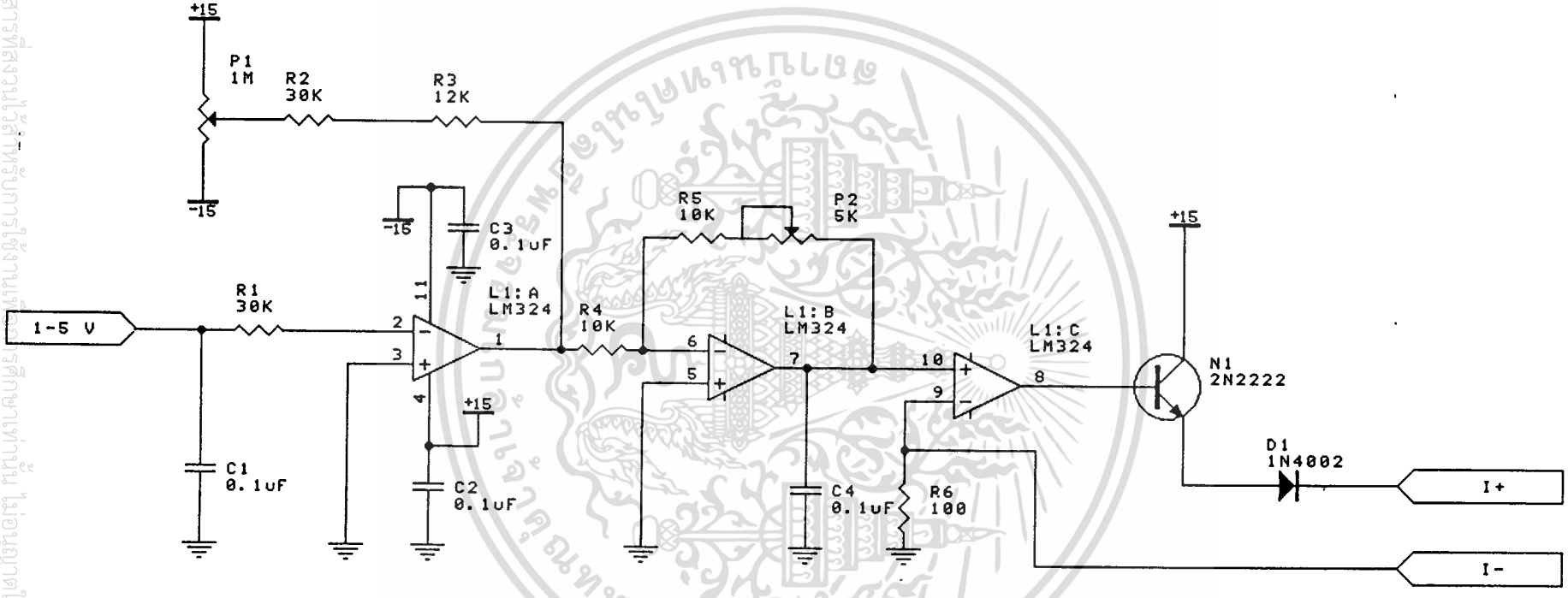
```
  KEY:
    MOV    A,R4
    MOV    R1,A
KEYOK:
    NOP
    RET
   ;*********************************************;
   ;SUBPROGRAM OF DELAY WITH TIMER               ;
   ;*********************************************;
TIMERR:
    MOV   TMOD,#00000001B
    MOV   TCON,#00H
    MOV   R4,#02H
  YY:
    MOV   TH0,#0C1H
    MOV   TL0,#07FH
    SETB  TR0
    JNB   TF0,$
    CLR   TR0
    CLR   TF0
    DJNZ  R4,YY
    RET
;===============> END MAIN PROGRAM <===============;

END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

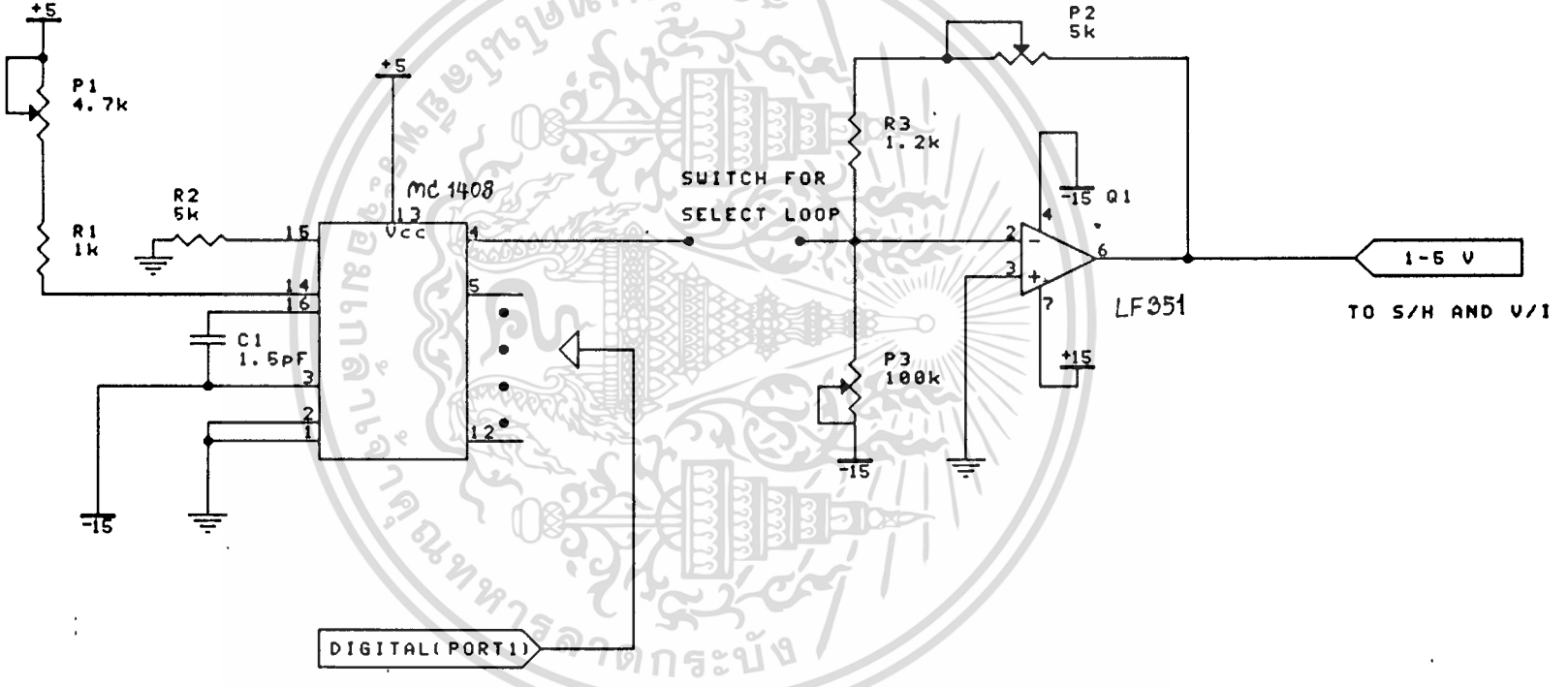
ภาคผนวก ข

# ส่วนของวงจรต่อร่วม

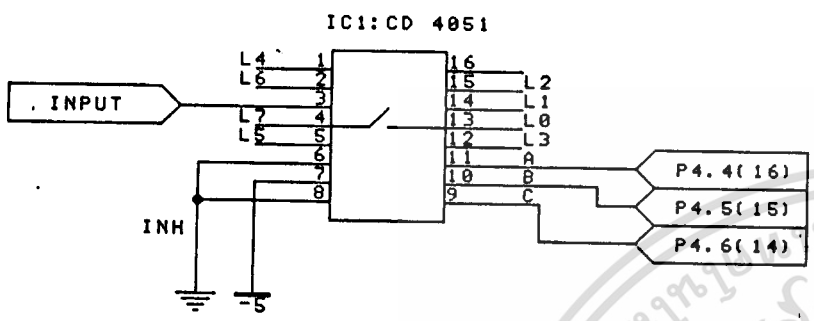
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



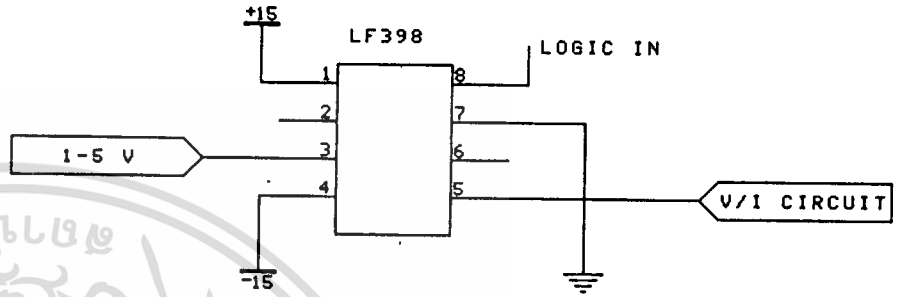

VOLTAGE TO CURRENT CONVERTER



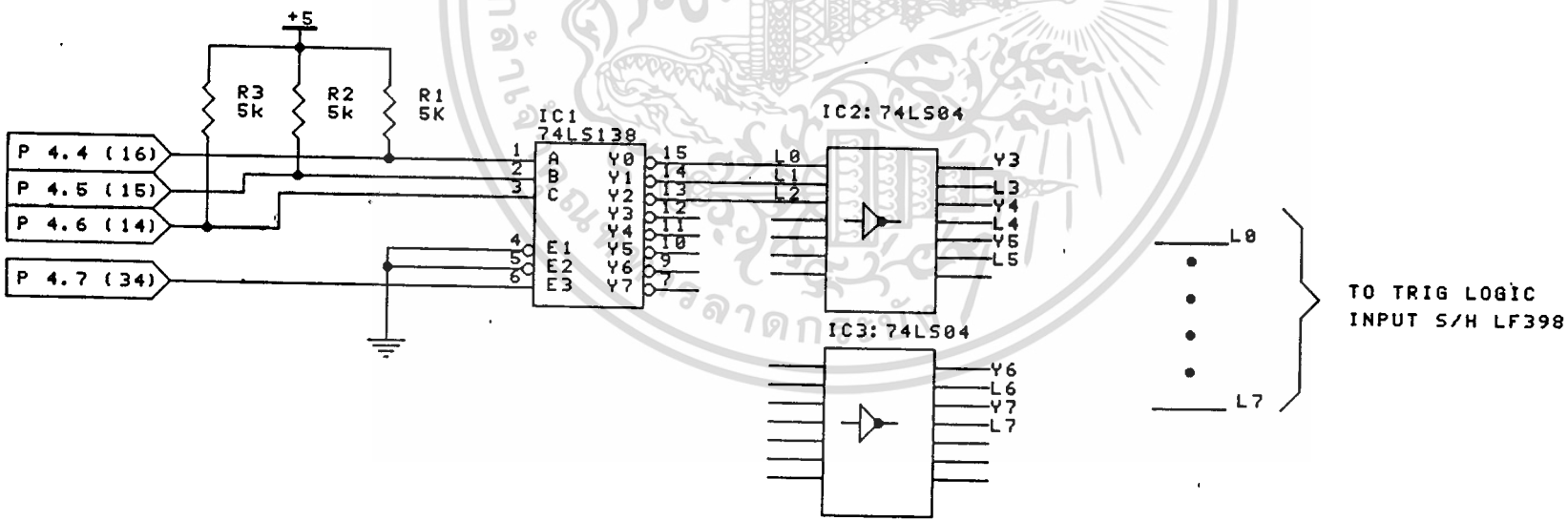

DIGITAL TO ANALOG CONVERTER



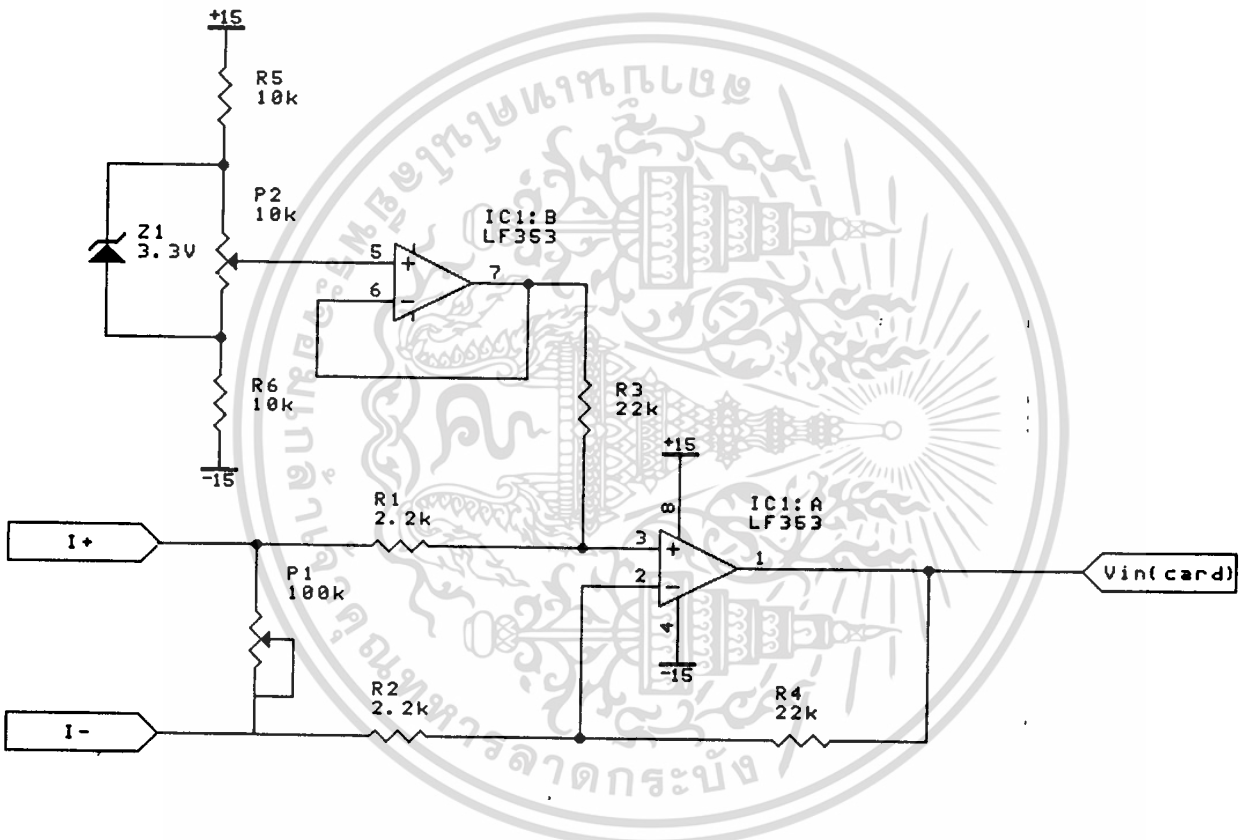

SELECT LOOP




SAMPLING / HOLD




TRIG FOR SELECT LOOP




CURRENT TO VOLTAGE CONVERTER

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์และเพื่อนนักศึกษาหลายๆท่าน จึงขอแสดงความขอบคุณ ณ ที่นี้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ วิริยะ กองรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยเอาใจใส่แนะนำและให้ความรู้ต่างๆที่มีประโยชน์อย่างกว้างขวางให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# หนังสืออ้างอิง


1.ปีเตอร์ นอร์ตัน และ จอร์น โซซา , "เทคนิคการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้ สำหรับเครื่อง IBM PC ,1989

2.เฮอร์เบิร์ต ชิลด์, " การประยุกต์ใช้งานภาษาซี

3.มนตรี พจนารถลาวัณย์," การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทอร์โบซี

4.Siemens Aktiengesellschaft, " Microocmputer Components SAB 80515 /80535 8-Bit Single-Chip Microcontroller User's Manual 10.88

5.Douglas V. HALL, "MICROPROCESSORS AND INTERFACING Programming and Hardware",MacGraw-Hill Book CO.,1986



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้