

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม

PROGRAMMABLE SIGNAL CONDITIONER



โดย

นายโชคชัย วัฒนพันธ์
นายอภิชัย สุขสว่าง
นายภาคภูมิ แก้ววิสัย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน... 36811

วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

เมื่อกรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญาโทปีการศึกษา 2542

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม

(PROGRAMMABLE SIGNAL CONDITIONER)

ผู้จัดทำ

นายโชคชัย วัฒนพันธ์ 40013403

นายอภิชัย สุขสว่าง 40012113

นายภาคภูมิ แก้ววิสัย 40012097



อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ประสิทธิ์ จุตเสีรวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม

โดย	นาย โชคชัย	วัฒนาพันธ์	40012403
	นาย อภิชัย	สุขสว่าง	40012123
	นาย ภาคภูมิ	แก้ววิสัย	40012097

อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. กิตติ	ศิริเศษฐ
	อ. ประสิทธิ์	จุลเสรีวงศ์
	อ. อัมพวัน	ใจกล้า

บทคัดย่อ

ในการเปลี่ยนแปลงสัญญาณมาตรฐานเป็นสิ่งที่สำคัญมากในโรงงานอุตสาหกรรม โดยสัญญาณที่วานี้ได้แก่ อุณหภูมิ ระดับของของเหลว อัตราการไหลของของเหลว ดังนั้นการที่เราจะเปลี่ยนแปลงโดยการทำให้อสัญญาณเป็นสัญญาณที่มาตรฐาน โดยใช้การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณให้อยู่ในเงื่อนไขต่างๆ ในตามปกติสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น จะมีลักษณะเป็น 1 อินพุต และ 1 เอาต์พุต ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต แต่ในบางครั้งสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมในกระบวนการเกิดเสียหายใช้การไม่ได้ขึ้นมา ทำให้เราต้องเสียเวลาในการเปลี่ยนตัวสัญญาณที่จะใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต โครงการพิเศษชุดนี้ มีชื่อว่าเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม ซึ่งข้อดีของโครงการพิเศษชุดนี้ จะมีข้อดีคือ 1) จะประกอบด้วยสัญญาณทางด้านอินพุต 4 ช่องสัญญาณ ซึ่งเราสามารถเลือกช่องสัญญาณ โดยการโปรแกรมได้ ซึ่งประกอบด้วย วงจรแปลงสัญญาณแรงดันให้เป็นแรงดัน , วงจรแปลงสัญญาณความต้านทานเป็นแรงดัน , วงจรแปลงสัญญาณกระแสเป็นแรงดัน และ วงจรแปลงสัญญาณความถี่เป็นแรงดัน 2) เอาต์พุตซึ่งจะประกอบด้วย 3 ช่องสัญญาณ ซึ่งสัญญาณทางด้านเอาต์พุตที่นำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถที่จะเลือกสัญญาณโดยการโปรแกรม ประกอบด้วย วงจรแปลงสัญญาณแรงดันเป็นแรงดัน (1-5 VDC) วงจรแปลงสัญญาณแรงดันเป็นกระแส (4-20 mA) และ วงจรแปลงสัญญาณแรงดันเป็นความถี่ (1-5 KHz) 3) อินพุตและเอาต์พุตจะเป็นอิสระต่อกัน โดยสัญญาณเอาต์พุตเราสามารถที่จะทำการเลือกได้โดยการ โปรแกรม โดยผ่านทางคีย์บอร์ดที่ควบคุมที่แผงควบคุม โดยในการโปรแกรมค่าต่างๆ นั้นเราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 ในการควบคุมการโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programmable signal conditioner

STAFF	MR. CHOKCHAI WATTANAPAN	40013403
	MR. APICHAJ SUKSWANG	40012113
	MR. PAKPOOM KEAWVILAI	40012097

ADVISOR	Assoc.Prof. KITTI TIRASESTH
	MR. PRASIT JULSEREEWONG
	MISS AMPHAWAN CHAIKLA

Abstract

A conversions of physical signals into a standard signal are very important in Industrial .The physical signals such as temperature ,liquid level ,fluid flow rate are also transformed into standard signals by using signal converter or signal conditioner . Normally trandition one -input and one- output signal conditioner or signal channel sigsl conditioner is mostly used in process .However , sometime the signal conditioner is mafunction or fail . It is must be taking time to wait for replacement or fix

In this project , a programmable signals conditioner is presented . The advantages of this programmable signal conditioner are 1.) 4-channels input ,which can be programmed independently into voltage to voltage convertor , RTD to Voltage convertor,Ccurrent to Voltage convertor and Frequency to Voltage convertor. 2.) 3-channel- output , which can be programmed independentlt into an industrial standard signal such as Voltage to Voltage convertor (1-5 VDC) , Voltage to Current convertor (4-20mA) and Voltage to Frequency convertor (1-5 KHz) 3.) Input and output are independent . The desire type of standard output signal can be selected to meet a process control signal by using keyboard on control panel . The MCS-51 microcontroller is employed as a central controller in the programmable signal conditioner.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้คงจะไม่สามารถเสร็จสมบูรณ์ได้ ถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์ประสิทธิ์ จุลเสวีวงศ์ ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำ ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาด้วยดีตลอดมาอีก ทั้งต้องขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่คอยให้คำชี้แนะในแนวทางการทำโครงงานชิ้นนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนโดยเฉพาะในกลุ่มของเครื่อง micromouse คำปรึกษาด้วยดีตลอดมาและ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้โอกาสในการทำโครงงานเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม (Programmable signal conditioner)

โชคชัย วัฒนพันธ์

อภิชัย สุขสว่าง

ภาคภูมิ แก้ววิสัย

สารบัญ

	บทคัดย่อ	I
	ABSTRACT	II
	กิตติกรรมประกาศ	III
	สารบัญ	IV
	สารบัญภาพ	VI
	สารบัญตาราง	VIII
		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	
	หลักการของ Programmable Signal Conditioner	1
บทที่ 2	ทฤษฎีหรือหลักการ	
	คุณลักษณะเด่นของอปแอมป์	4
	การนำเอาอปแอมป์ไปใช้งานแบบต่างๆ	4
	หลักการของ RTD	7
	ลักษณะของวงจรต่อใช้งานของ RTD	11
	Digital to Analog Convertor	13
	Analog to Digital Convertor	16
	คุณสมบัติของ ANT 32	20
	การปรับจิมเปอร์เลือกหน่วยความจำ	23
บทที่ 3	การออกแบบ	
	Voltage to Voltage Convertor	32
	Current to Voltage Convertor	34
	Frequency to Voltage Convertor	36
	RTD to Voltage Convertor	38
	Voltage to Current Convertor	40
	Voltage to Frequency Convertor	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผังแสดงถึงการทำงานของระบบ (Block Diagram)	44
ผังแสดงถึงการทำงานของโปรแกรม (Flow Chart)	45
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	
หลักการในการใช้เครื่องแปลงสัญญาณแบบ โปรแกรม	55
ผลการทดลองที่อ่านจากเครื่องแปลงสัญญาณแบบ โปรแกรม	57
ส่วนแสดงผลของการทดลองด้าน Software	63
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	
ปัญหาและวิธีการแก้ไขในขณะทดลอง	67
สรุป	67
ภาคผนวก	68
บรรณานุกรม	81

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงวงจรขยายแบบกลับเฟส	4
รูปที่ 2.2 แสดงภาพวงจรขยายออปแอมป์แบบไม่กลับเฟส	5
รูปที่ 2.3 แสดงวงจรบัฟเฟอร์ของออปแอมป์	6
รูปที่ 2.4 แสดงการใช้ออปแอมป์กรองความถี่ของวงจรแอกติฟฟิลเตอร์	6
รูปที่ 2.5 แสดงอัตราส่วนของความต้านทานของโลหะที่ใช้ทำ RTD	8
รูปที่ 2.6 RTD Elements Are Fabricated To Minimize The Effects Of Mechanical Shock	10
รูปที่ 2.61 วงจรจะแสดงถึงตัวต้านทานบริดจ์	11
รูปที่ 2.62 วงจรจะแสดงการแยก RTD	11
รูปที่ 2.63 วงจรแสดงการแก้ปัญหาที่เกิดจากการต่อ RTD	12
รูปที่ 2.7 แบบมีสายติดตัว	12
รูปที่ 2.8 แบบมีเทอร์มินอลสำหรับต่อสาย	13
รูปที่ 2.9 โคอะแกรมของการต่อซีพียูกับ DAC	14
รูปที่ 2.10 แสดงวงจร DAC เบื้องต้น	14
รูปที่ 2.11 แสดงวงจรสำหรับเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาลอก	15
รูปที่ 2.12 วงจร DAC แบบ R-2R Ladder	16
รูปที่ 2.13 แสดงเวลาการทำงานของ ADC 0804	18
รูปที่ 2.14 แสดงการทำงานแบบ Successive Approximation (SAR)	19
รูปที่ 2.15 แสดงบอร์ดและตำแหน่งจัมป์เปอร์	21
รูปที่ 2.16 การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน/ภายนอก (จัมป์เปอร์ EA)	23
รูปที่ 2.17 การเลือกใช้หน่วยความจำ U2 (จัมป์เปอร์ U2 SIZE)	24
รูปที่ 2.18 การเลือกใช้หน่วยความจำ U3 (จัมป์เปอร์ U3 SIZE)	24
รูปที่ 2.19 การเลือกใช้หน่วยความจำ U4 (จัมป์เปอร์ U4 TYPE)	25
รูปที่ 2.20 การเลือกใช้หน่วยความจำ U4 (จัมป์เปอร์ U4 SIZE)	26
รูปที่ 2.21 แสดง วงจรการต่อภายในของ ANT-32 BOARD	30
รูปที่ 3.1 VOLTAGE TO VOLTAGE CONVERTOR	32
รูปที่ 3.2 CURRENT TO VOLTAGE CONVERTER	34
รูปที่ 3.3 FREQUENCY TO VOLTAGE CONVERTOR	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VII

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.4 RTD TO VOLTAGE CONVERTOR	38
รูปที่ 3.5 VOLTAGE TO CURRENT CONVERTOR	40
รูปที่ 3.6 VOLTAGE TO FREQUENCY CONVERTOR	42
รูปที่ 3.7 ผังภูมิแสดงถึงการทำงานของโปรแกรม (BLOCK DIAGRAM)	44
รูปที่ 3.8 ผังภูมิแสดงถึงการทำงานของโปรแกรม (FLOW CHART)	45
รูปที่ 4.1 ค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผล INPUT 3.000 KHZ และ OUTPUT 12.00 mA	63
รูปที่ 4.2 การต่อเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมเข้ากับมัลติมิเตอร์ เพื่อตรวจสอบค่าที่วัดได้จากจอแสดงผล INPUT 5.000 V และ OUTPUT 5.000 V	64
รูปที่ 4.3 ค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผล INPUT 4.000 V และ OUTPUT 16.00 mA	65
รูปที่ 4.4 การต่อเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมเข้ากับมัลติมิเตอร์ ออสซิโลสโคป . เพาเวอร์ซัพพลาย และ เครื่องกำเนิดความถี่	66

VIII

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความต้านทานของ RTD ที่อุณหภูมิต่างๆ	9
ตารางที่ 2.2 8255 MODE CONFIGURATION	27
ตารางที่ 2.3 ANT-32 MEMORY MAP	29
ตารางผลการทดลองที่ 3.1	33
ตารางผลการทดลองที่ 3.2	34
ตารางผลการทดลองที่ 3.3	37
ตารางผลการทดลองที่ 3.4	39
ตารางผลการทดลองที่ 3.5	41
ตารางผลการทดลองที่ 3.6	43
ตารางที่ 4.1 แสดงตำแหน่งของคีย์	55
ตารางที่ 4.2 INPUT เป็น VOLTAGE และ OUTPUT เป็น CURRENT	57
ตารางที่ 4.3 INPUT เป็น VOLTAGE และ OUTPUT เป็น VOLTAGE	57
ตารางที่ 4.4 INPUT เป็น VOLTAGE และ OUTPUT เป็น FREQUENCY	58
ตารางที่ 4.5 INPUT เป็น CURRENT และ OUTPUT เป็น CURRENT	58
ตารางที่ 4.6 INPUT เป็น CURRENT และ OUTPUT เป็น VOLTAGE	59
ตารางที่ 4.7 INPUT เป็น CURRENT และ OUTPUT เป็น FREQUENCY	59
ตารางที่ 4.8 INPUT เป็น TEMP และ OUTPUT เป็น CURRENT	60
ตารางที่ 4.9 INPUT เป็น TEMP และ OUTPUT เป็น VOLTAGE	60
ตารางที่ 4.10 INPUT เป็น TEMP และ OUTPUT เป็น FREQUENCY	61
ตารางที่ 4.11 INPUT เป็น FREQUENCY และ OUTPUT เป็น CURRENT	61
ตารางที่ 4.12 INPUT เป็น FREQUENCY และ OUTPUT เป็น VOLTAGE	62
ตารางที่ 4.13 INPUT เป็น FREQUENCY และ OUTPUT เป็น FREQUENCY	62

บทที่ 1

บทนำ

หลักการของ PROGRAMMABLE SIGNAL CONDITIONER

จะเห็นได้ว่าในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป จะนำระบบเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรมมาใช้ในกระบวนการ การควบคุมการผลิตต่างๆมาใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น การวัดอุณหภูมิ, การวัดความดัน การวัดอัตราการไหล, การวัดระดับ และในรูปการควบคุมต่างๆ อีกมากมาย ซึ่งการวัดการควบคุมในลักษณะต่างๆ นั้น จะมีอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์เปลี่ยนแปลงทางกายภาพ จากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีก การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง เช่น อินพุทของทรานสดิวเซอร์ อาจจะเป็น ความดัน , ความเร่ง , อุณหภูมิ , ความถี่ และ ในส่วนของเอาต์พุตก็อาจจะเป็น การเคลื่อนที่ แรงดันไฟฟ้า หรือการเปลี่ยนแปลงความต้านทานทางไฟฟ้า และ ค่าเอาต์พุตของทรานสดิวเซอร์จะต้องนำมาแปลงค่าให้เป็นสัญญาณมาตรฐานซึ่งจะนำเอาสัญญาณมาตรฐานนี้มาควบคุมในกระบวนการผลิตโดยที่สัญญาณมาตรฐานนี้ ได้แก่ สัญญาณกระแส 4-20mA , สัญญาณแรงดัน 1-5 VDC , สัญญาณค่าของความถี่ 1-5 V , สัญญาณความดัน , สัญญาณแสง และจะสัญญาณต่างๆ ในโรงงานของอุตสาหกรรมที่ทำการผลิตกระบวนการต่างๆ จะมีการแปลงค่าสัญญาณในลักษณะของ 1 อินพุท และ 1 เอาต์พุท เท่านั้น แต่ในทางการควบคุมการผลิตในทางอุตสาหกรรมนั้นถ้าสัญญาณที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีการขัดข้อง ไม่ว่าจะทางอินพุท หรือทางเอาต์พุท ก็จะทำให้ขบวนการเกิดปัญหาในการผลิตทำให้เกิดงานต้องเกิดการล่าช้า เพราะจะต้องนำเครื่องแปลงสัญญาณมาเปลี่ยนแทนตัวเก่าที่เสีย ซึ่งจะต้องเสียเวลามาก เพื่อที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว ซึ่งจะตรงกับคุณสมบัติของเครื่องของ Programmable signal conditioner ในการเปลี่ยน ดังนั้นทำการแก้ไขปัญหากับเรื่องการขัดข้องของสัญญาณ ที่จะเกิดขึ้นทั้งในทางด้านอินพุท นั้นจะมีการแปลงสัญญาณมาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมการผลิตมาทำการแปลงเป็นค่าของสัญญาณต่างๆ ตามความต้องการที่จะใช้งาน โดยคุณสมบัติที่เด่นของตัว Programmable signal conditioner โดยจะมีสัญญาณทางด้านอินพุทมากกว่า 1 สัญญาณ และ ค่าของสัญญาณด้านเอาต์พุทจะมีมากกว่า 1 สัญญาณ แต่จะมีค่าเอาต์พุทที่เราต้องการเลือกให้อยู่เพียงอยู่ค่าสัญญาณเดียวแล้วแต่เราจะเลือกว่าเราต้องการจะใช้สัญญาณใด ไปใช้ในการควบคุมในกระบวนการผลิต ซึ่งข้อดีของโครงการพิเศษคือ สามารถที่จะเลือกค่าสัญญาณตามที่เราต้องการได้โดยการเขียนโปรแกรม

โดยการทำงานของ Programmable signal conditioner จะแสดงการทำงานอย่างคร่าวๆ โดยแสดงเป็นแผนผัง Block diagram ซึ่งในส่วนของ Block diagram จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 2 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักด้วยกันคือ ในส่วนทางด้าน Hard ware และในส่วนทางด้าน Soft ware และจะมีในส่วนเพิ่มเติมคือ Key board และ จอแสดงผล LCD ซึ่งในส่วนของ Hard ware จะประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณตามมาตรฐานต่าง ๆ โดยในชุด Hard ware จะประกอบด้วยสัญญาณทางด้านอินพุตและเอาต์พุตซึ่งทางด้านอินพุตจะประกอบด้วยวงจร RTD to Voltage convertor , Voltage to voltage convertor , Current to voltage convertor , Frequency to Voltage convertor ส่วนทางด้านเอาต์พุตจะประกอบด้วยวงจรต่างๆคือ วงจร Voltage to Voltage convertor , วงจร Voltage to Frequency convertor, วงจร Voltage to Current convertor

ซึ่งค่าของสัญญาณทางด้านอินพุต และเอาต์พุต จะมีดังนี้

- 1 Voltage to Voltage convertor (1-5 V , 1-5 V)
- 2 RTD to Voltage convertor (0-200 C ,1-5 V)
- 3 Current to Voltage convertor (4-20 mA ,1-5 V)
- 4 Frequency to Voltage convertor (1-5 kHz ,1-5 V)
- 5 Voltage to Current convertor (1-5 V ,4- 20 mA)
- 6 Voltage to Frequency convertor (1-5V , 1-5kHz)

ส่วนในทางด้าน Soft ware จะเป็นการเขียน โปรแกรมเพื่อใช้ในการควบคุมการกำหนดค่าสัญญาณที่ออกทางเอาต์พุตตามที่เราต้องการ โดยโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน โดยเลือกค่าของสัญญาณค่าต่างๆ จะใช้ MCS 51 เป็นตัวควบคุม ซึ่งลักษณะและหน้าที่การทำงานของวงจรต่างๆ จะแสดงให้เห็น ถึงค่าผลการทดลองที่ได้ ในบทต่อ ๆ ไป ซึ่งเมื่อก้าวมาถึงจุดนี้แล้วเราก็พอที่จะเข้าใจการทำงานและความสำคัญของ โครงการพิเศษชุดนี้จะเป็นชุดทดลองเท่านั้น ม่สามารถที่จะใช้ในงานควบคุมกระบวนการผลิตได้

บทที่ 2

ทฤษฎีหรือหลักการ

ในการออกแบบและการสร้างเครื่อง Programmable signal conditioner จำเป็นต้องมีการศึกษาในหลักการทำงานของวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่ใช้ในส่วน ของทฤษฎีและหลักการ ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วนด้วยกันคือ

- 1 ทฤษฎีและหลักการของ HARDWARE
- 2 ทฤษฎีและหลักการของ SOFEWARE

ซึ่งในส่วนของวงจรต่างๆที่ใช้งานในทางด้าน Hardware จะประกอบด้วยวงจรในการแปลง สัญญาณมาตรฐาน ต่างๆ เช่น Voltage to Voltage convertor , Frequency to Voltage convertor, RTD to Voltage convertor , Current to Voltage convertor , Voltage to Frequency convertor , Voltage to Current convertor, ADC , DAC ,Analog switch

ส่วนทางด้าน Sofeware จะได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ MCS 51 และทำการเขียนโปรแกรมการ ศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องต่างๆ ซึ่งในส่วนของทฤษฎีต่างๆ ทั้งในทางด้าน Hardware และส่วน ของ Sofeware จะได้อธิบายรายละเอียดในส่วนของเนื้อหาในบทที่ 2

คุณลักษณะเด่นของออปแอมป์

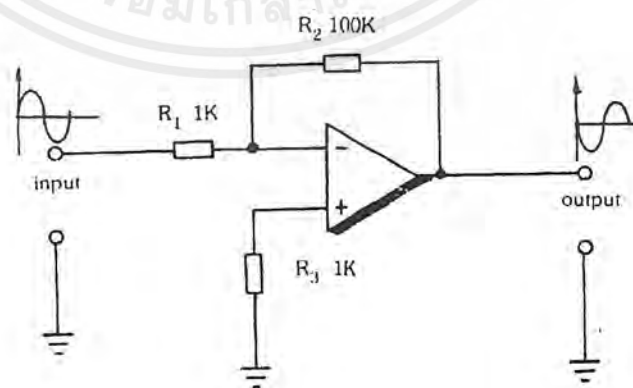
เราได้กล่าวมาบ้างแล้วว่า ออปแอมป์ได้นำคุณสมบัติข้อดีในวงจรขยายมาไว้ในตัวสำหรับออปแอมป์ที่รวมเอาคุณสมบัติเด่นๆ ไว้ดังนี้

- 1 อัตราขยายเป็นอนันต์ หรือ อินฟินิตี้
- 2 มีอินพุทอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์ จึงทำให้กระแสอินพุทเป็นศูนย์
- 3 มีเอาต์พุทอิมพีแดนซ์เท่ากับศูนย์
- 4 สามารถตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 0 Hz ถึงความถี่อนันต์
- 5 สามารถขยายสัญญาณ ได้ทั้ง เอซี และ ดีซี

เมื่อเราพิจารณาคูณสมบัติเด่นของออปแอมป์ ในทางอุดมคติแล้วจะพบว่า ออปแอมป์ได้รวมเอาข้อดีของวงจรขยายได้ไว้อย่างครบถ้วน เนื่องจากมีอัตราขยายเป็นอินฟินิตี้ และสามารถขยายแรงดันได้ทั้ง เอซี และ ดีซี การนำไปใช้งานในบางครั้ง เมื่อต้องการลดอัตราขยายสัญญาณก็สามารถทำได้โดยการป้อนกลับเพื่อมาลดอัตราขยายกระแส และ ข้อดีอีกประการหนึ่งคือในที่มีกรณีอินพุทอิมพีแดนซ์มีค่าสูงมากจึงเปรียบเสมือนกับว่า ไม่มีกระแสทางด้านอินพุทไหลผ่านได้เลย ลักษณะเช่นนี้ทำให้วงจรทางอินพุท ไม่ไหลดวงจรส่งกำลังในส่วนหน้าเช่นเดียวกับเอาต์พุท อิมพีแดนซ์เป็นศูนย์ เมื่อนำมาเชื่อมต่อกับวงจรอื่น ก็ไม่มีผลทำให้วงจรอื่นทำงานผิดพลาดแม้แต่เพียงเล็กน้อย

การนำออปแอมป์ไปใช้งานแบบต่างๆ

1 วงจรไม่กลับเฟส (Inverting Amplifier)



รูปที่ 2.1 แสดงวงจรขยายแบบกลับเฟส

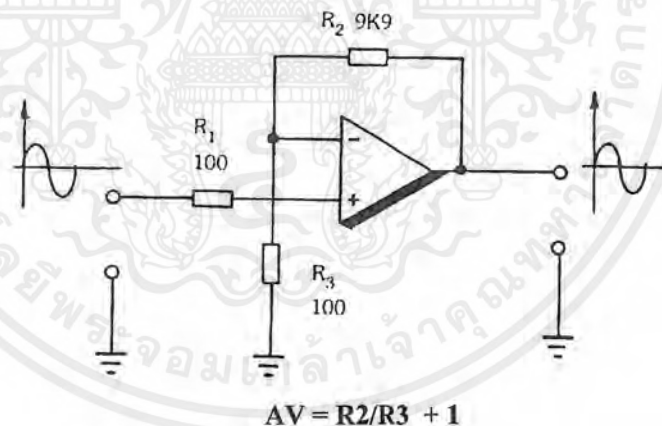
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรขยายออปแอมป์เราสามารถที่จะกำหนด อัตราขยายของวงจรได้โดยการนำวงจรเนกาตีฟ ฟีดแบ็คเมื่อเราป้อนสัญญาณทางอินเวอร์ตติ้งอินพุทเมื่อขยายสัญญาณออกมาจะกลับเฟสเป็นตรงกัน ข้ามสัญญาณตรงกันข้าม จะถูกป้อนกลับผ่าน R₂ เข้ามายังขาอินเวอร์ตติ้ง อีกครั้งหนึ่ง ในช่วงนี้ก็จะ ทำให้สัญญาณหักล้างกันอัตราขยายจะลดลง ถ้ารีซิสเตอร์เป็นตัวป้อนกลับมีค่ามากสัญญาณจะตก คร่อมก็ จะมีค่ามากทำให้สัญญาณป้อนกลับมีขนาดเล็กกลางการขยายออกจึงมีค่าสูงซึ่งเราสามารถหา อัตราการขยายได้จากสูตร

$$AV = R_2 / R_1$$

2 วงจร ไม่กลับเฟส (Non Inverting Amplifier)

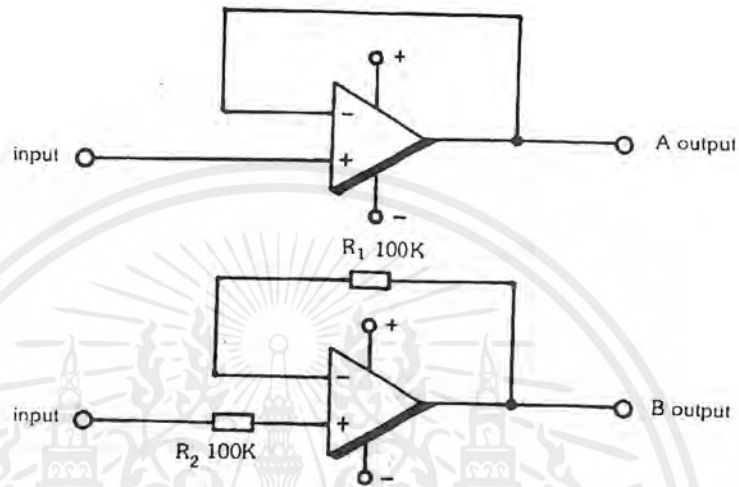
วงจรถ่ายนี้เป็นวงจรถ่ายอีกแบบหนึ่งที่ต้องการเฟสในการขยายอินเฟส ดังนั้นการป้อนค่าของ สัญญาณจึงต้องเป็นเข้ามาที่ขาอนอินเวอร์ตติ้ง เมื่อขยายออกมาที่เอาต์พุทแล้ว จะได้เอาต์พุทที่มี ค่าของเฟสเหมือนกัน ดังนั้นในวงจรถ่ายแบบไม่กลับเฟสการฟีดแบ็คเพื่อลดอัตราขยายจะลดลง จึงยังคงต้องป้อนไปยังขาอินเวอร์ตติ้ง เพื่อให้เกิดการหักล้างของสัญญาณภายในตัวไอซี อัตราขยาย สามารถหาได้จากสมการนี้



รูปที่ 2.2 แสดงภาพวงจรถ่ายออปแอมป์แบบไม่กลับเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 วงจรบัฟเฟอร์ (Buffer)



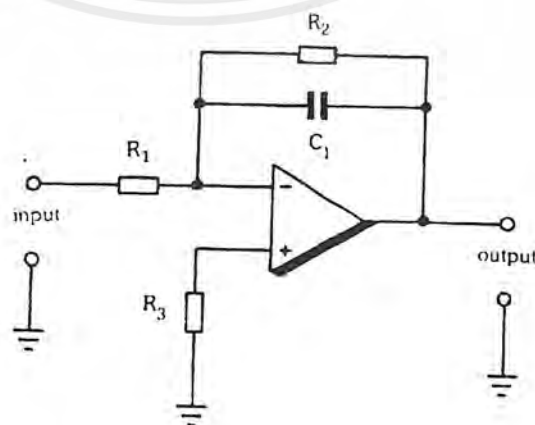
รูปที่ 2.3 แสดงวงจรบัฟเฟอร์ของออฟแอมป์

4 วงจรกรองความถี่ต่ำเบื้องต้น (Basic Low Filter)

การใช้วงจร RC Filter เข้ามาเป็นเนกาตีฟฟีดแบ็คการขยายของออฟแอมป์จะกรองเอาความถี่ที่มีค่าต่ำออกไปเท่านั้น ซึ่งสามารถหาความถี่ใช้งานได้จากสูตร

$$f = 1 / (2 * 3.14 * R2 * C1) \text{ Hz}$$

และสามารถที่จะประยุกต์ใช้งานวงจรนี้ได้จากวงจรความถี่ต่างๆ เช่นวงจรกรองความถี่ต่างๆ วงจรคัทความถี่วงจรฮอสซิเลเตอร์



รูปที่ 2.4 แสดงการใช้ออฟแอมป์กรองความถี่ของวงจรแอกตีฟฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTD (Resistance Temperature Detector)

หลักการของ RTD

RTD อาศัยหลักการตรวจวัดอุณหภูมิอีกประการหนึ่ง ที่มีความไวในการวัดและมีความละเอียดสูง ซึ่งจะเป็นลักษณะของความต้านทานของโลหะบริสุทธิ์เป็นบวก หรือจะกล่าวได้ว่าโลหะจะมีความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

ความต้านทานไฟฟ้าในเส้นลวดโลหะจะเปลี่ยนไปตามสมการ ดังนี้

$$R_t = R_0(1 + \alpha T) \quad \text{หรือ} \quad dR_t/dT = \alpha R_0$$

เมื่อ R_t = ความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ $t^\circ\text{C}$

R_0 = ความต้านทานของโลหะที่อุณหภูมิ 0°C

α = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ 1°C

ซึ่งค่าของ α จะเปลี่ยนไปตามชนิดของโลหะ เช่น พลาตินัม 0.00392 จากย่าน $0-100^\circ\text{C}$ นิกเกิล 0.0063 เป็นต้น ในทางปฏิบัติค่า α ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแต่ละช่วงจะไม่เป็นเส้นตรงแต่ในห้วงปฏิบัติการมาตรฐานสามารถหาได้จากสมการ

$$R_t = R_0(1 + \alpha T + \beta T^2 + \gamma T^3 + \dots)$$

α, β, γ ได้จากการทดลอง

$$\alpha = 3.985 \times 10^{-3}$$

$$\beta = -5.856 \times 10^{-7}$$

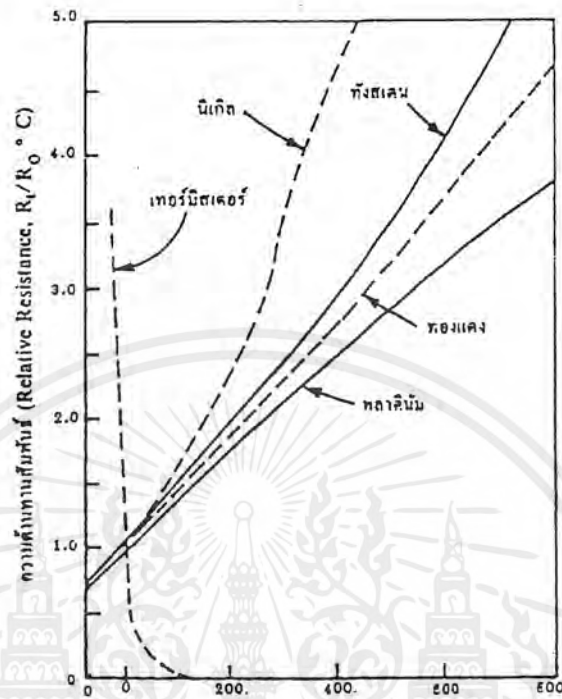
$$\gamma = 4.330 \times 10^{-10}$$

สูตรดังกล่าวใช้ได้ในกรณีที่ต้องการความถูกต้องสูง แต่โดยทั่วไปจะใช้สูตรโดยเลือกค่า α จากตารางแบบต่างๆของ RTD

RTD แบบทองแดงเป็นแบบที่ Linear มากที่สุดแต่ย่านการใช้งานแคบประมาณ -200 ถึง 150°C ค่าความต้านทานจำเพาะต่ำปกติจะมีความต้านทาน 10 ที่ 0°C มีค่าความผิดพลาด $\pm 0.25^\circ\text{C}$

RTD แบบทังสเตนใช้ไม่แพร่หลายเนื่องจากเสถียรภาพไม่ดี (คุณสมบัติเปลี่ยนไปเมื่อผ่านการใช้งานไปแล้ว) แต่ความแข็งแรงจะสูงกว่าแบบอื่นๆ และทนอุณหภูมิได้สูง

RTD แบบพลาตินัม 100 จะเปลี่ยนค่าความต้านทานโดยเฉลี่ย 0.385 ต่อ 1°C โดยปกติในการใช้งานจะมี Current Source 1 mA เลี้ยง RTD อยู่ทุกๆ 1°C ที่เปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดค่ามี Voltage 0.385 mV



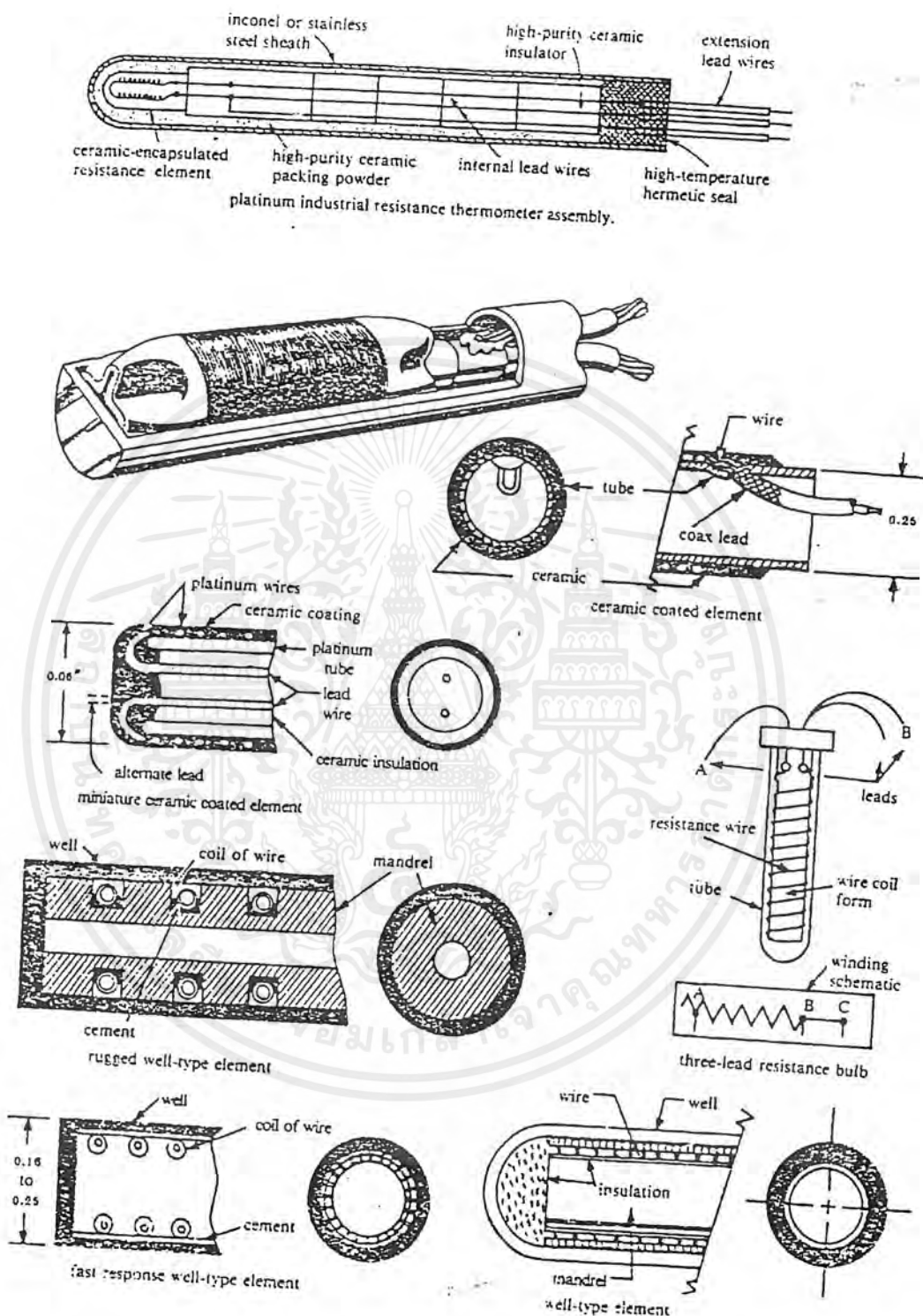
รูปที่ 2.5 แสดงอัตราส่วนของความต้านทานของโลหะที่ใช้ทำ RTD เทียบกับความต้านทานของมันที่ 0°C

สำหรับ RTD ชนิดที่ใช้พลาตินัม (Platinum) ค่าโดยทั่วไปของระบบการวัดอุณหภูมิแบบ RTD จะเท่ากับ 100 โอห์มที่อุณหภูมิ 0°C (เรามักเรียกว่า RTD PT 100 โอห์ม) ค่าสัมประสิทธิ์ (α) ของการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ($\Delta R/\Delta T$) จะมีอยู่ 2 มาตรฐานคือ ยุโรปและอเมริกันค่า α มาตรฐานยุโรปจะเท่ากับ $0.00385 \Omega/^{\circ}\text{C}$ ส่วนค่า α ตามมาตรฐานอเมริกันจะมีเท่ากับ $0.00392 \Omega/^{\circ}\text{C}$ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย (ประมาณ 1.8%) ดังนั้นถ้างานของท่านต้องการความแม่นยำสูง ท่านจะต้องรู้ให้ได้ว่า RTD ของท่านนั้นปรับเทียบตามมาตรฐานค่าของอะไร ตารางจะแสดงค่าความต้านทานของ RTD PT100 ที่อุณหภูมิต่างๆ

แบบพลาคินัม 100 Ω ที่ 0 $^{\circ}\text{C}$					
$^{\circ}\text{C}$	Ohm	$^{\circ}\text{C}$	Ohm	$^{\circ}\text{C}$	Ohm
10	96.07	280	204.88	570	303.95
± 0	100.00	290	208.46	580	307.20
10	103.90	+300	212.03	590	310.43
20	107.79	310	215.58	+600	313.65
30	111.67	320	219.13	610	316.86
40	115.54	330	222.66	620	320.05
50	119.40	340	226.18	630	323.24
60	123.24	350	229.69	640	326.41
70	127.07	360	233.19	650	329.57
80	130.89	370	236.67	660	332.72
90	134.70	380	240.15	670	335.86
+100	138.50	390	243.61	680	338.99
110	142.28	+400	247.06	690	342.10
120	146.06	410	250.50	+700	345.21
130	149.82	420	253.93	710	348.30
140	153.57	430	257.34	720	351.38
150	157.32	440	260.75	730	354.45
160	161.05	450	264.14	740	357.51
170	164.76	460	267.52	750	360.55
180	168.47	470	270.89	760	363.59
190	172.16	480	274.25	770	366.61
+200	175.84	490	277.60	780	369.62
210	179.51	+500	280.93	790	372.62
220	183.17	510	284.25	+800	375.61
230	186.82	520	287.57	810	378.59
240	190.46	530	290.87	820	381.55
250	194.08	540	294.16	830	384.50
260	197.70	550	297.43	840	387.45
270	201.30	560	300.70	850	390.38

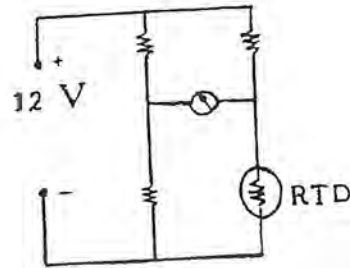
ตารางที่ 2.1 ความต้านทานของ RTD ที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



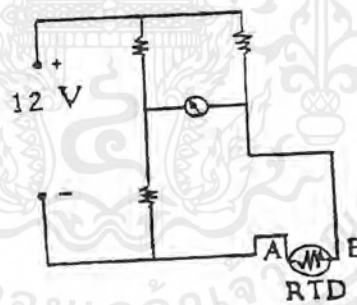
รูปที่ 2.6 RTD Elements Are Fabricated To Minimize The Effects Of Mechanical Shock ลักษณะของวงจรการต่อใช้งานของ RTD ในรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.61 วงจร จะแสดงถึงตัวต้านทานบริดจ์

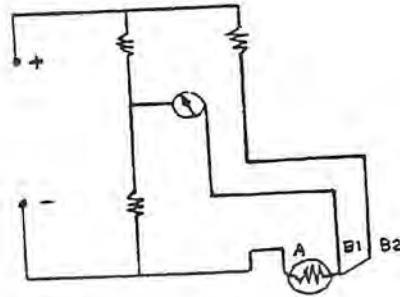
วงจร จะแสดงถึงตัวต้านทานบริดจ์ซึ่งตัวมันจะต้องมีสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิเป็น 0 เพื่อไม่ให้ตัววงจรวัดเองสร้างความต้านทานขึ้นมา เพราะต้องการให้ความต้านทานใน RTD เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงความต้านทานของ RTD จะส่งผลให้ค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมมิเตอร์เปลี่ยนไป ซึ่งเราสามารถนำเอาปรากฏการณ์นี้ไปบอกเป็นอุณหภูมิได้



รูปที่ 2.62 วงจร จะแสดงการแยก RTD

วงจร จะแสดงการแยก RTD ออกจากบริดจ์โดยการต่อสายไฟแทรกออกมาในการต่อสายไฟแยกออกมา ก็เพื่อป้องกันตัวต้านทานบริดจ์จากอุณหภูมิที่ RTD กำลังวัดค่าอยู่ ปัญหาอย่างหนึ่งที่มักจะพบในการใช้ RTD ก็คือความต้านทานที่เกิดจากการเดินสายออกมาจากตัวบริดจ์ไกล ๆ จะเกิดค่าความผิดพลาดกับระบบ แก้ปัญหาโดยจะแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.63 วงจรแสดงการแก้ปัญหาที่เกิดจากการต่อ RTD

วงจรรูป รูปนี้จะเป็นการแก้ไขปัญหาจากรูปที่ ได้ โดยการต่อสายเพิ่มเข้าไป 1 เส้น เป็นเส้นที่ 3 B2) และในสาย A , B1 และ B2 จะต้องเป็นสายชนิดเดียวกันและความยาวเท่ากันก็เพื่อที่ความต้านทานของสายทั้ง 3 จะได้เท่าๆ กัน ความต้านทานที่เกิดขึ้นเนื่องจากความยาวของสาย B1 จะได้รับการชดเชยแก้ไข โดยสาย B2 ซึ่งจะส่งผลให้ได้ค่าที่ถูกต้องมากขึ้น ดังนั้น RTD ที่ใช้โดยทั่วๆ ไปจึงมักเป็น RTD 3 สาย

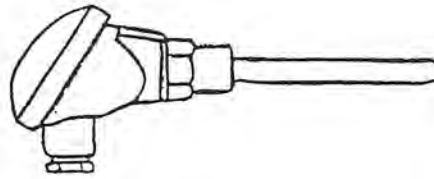
การเลือก RTD เพื่อให้เหมาะสมกับงาน

จะว่ากันไปแล้ว ในบ้านเราโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตเกือบทุก โรงงานจะต้องมีการเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ แต่การเลือกใช้ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ นั้น ขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าที่ผลิต เช่น โรงงานผลิตผ้าหรือย้อมผ้า โรงงานพลาสติก โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง โรงงานผลิตอาหารสัตว์ และ ใน โรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูป เป็นต้น ถ้าการวัดเป็นการเดินสายไม่เกิน 5 เมตร ก็ควรเลือกแบบที่มีสายติดในตัวอยู่ในรูป แต่ถ้าต้องการที่จะต่อสายไปวัดในระยะไกลๆ ก็ควรเลือกใช้แบบที่มีตัวเทอร์มินอลต่อสายหรือภาซาลาดเรียกว่า แบบหัวกระโหลกคังรูปสายที่ใช้ต่อสายของ RTD ก็เป็นสาย “สามแกน” ธรรมดาถ้าเดินสายวัดในระยะ 100 เมตร ค่าผิดพลาดของ RTD จะมีค่าผิดพลาดประมาณ 1-2 องศา แต่ถ้าวัดของเหลวที่เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรด ก็ควรจะทำปกป้องกันเป็นเทป ล่อนหุ้มทับส่วนที่ปลายสัมผัสกับส่วนโดยตรง เพื่อป้องกันการทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารเคมี เหตุผลที่เลือกเทปล่อนก็เพราะว่าเทปล่อนไม่มีปฏิกิริยากับสารเคมีและยังทนอุณหภูมิได้สูงอีกด้วย



รูปที่ 2.7 แบบมีสายติดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



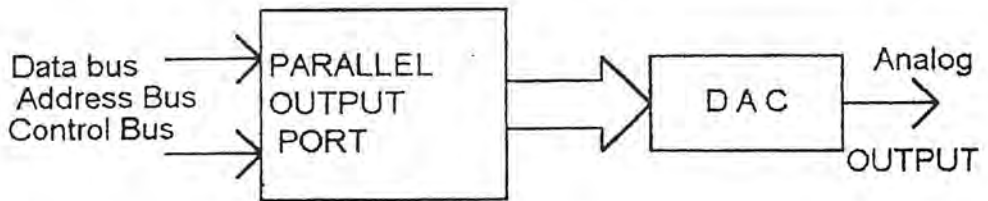
รูปที่ 2.8 แบบมีเทอร์มินอลสำหรับต่อสาย

การเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อก

สัญญาณในระบบไฟฟ้ามีสัญญาณพื้นฐาน 2 แบบ คือ สัญญาณดิจิทัล และ สัญญาณอนาล็อก ซึ่งสัญญาณอนาล็อก หมายถึง สัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่อง แต่สัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณที่มีระดับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ 2 ระดับเท่านั้นซึ่งสัญญาณสองระดับนี้เรากำหนดให้เป็น 0 และ 1 ในลักษณะของสัญญาณไบนารี ซึ่งมีการใช้งานในระบบของไมโครโปรเซสเซอร์ ดังนั้นถ้าหากเราต้องการนำไมโครโปรเซสเซอร์ไปต่อกับอุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณอนาล็อกเราจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณจากดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อก (Digital to Analog Conversion DAC) และจะเปลี่ยนสัญญาณจากอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog to Digital Conversion ADC) เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถต่อกับอุปกรณ์ที่รับและส่งข้อมูลแบบอนาล็อกได้

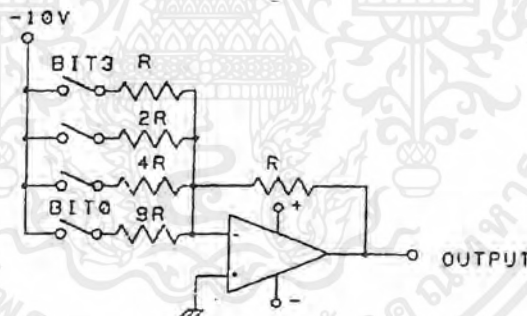
การส่งข้อมูลของสัญญาณดิจิทัลจากไมโครโปรเซสเซอร์ ไปให้กับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนค่าสัญญาณดิจิทัลนั้น เราใช้การส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ทเอาต์พุตแบบขนานดังแสดงดังรูป

หลักการเบื้องต้นของการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาลอกนั้น เราอาศัยหลักการง่ายๆ คือระดับของแรงดันอนาลอกที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับตำแหน่งของเลขฐานสองที่คิดตามความสำคัญของบิต เช่นบิต 0 จะมีค่าของแรงดันเท่ากับ $2^0 = 1 \times V$ บิตที่ 1 จะมีค่าระดับแรงดันเท่ากับ $2^1 = 2 \times V$ บิตที่ 2 มีค่าระดับแรงดันเท่ากับ $2^2 = 4 \times V$ และบิตที่ n จะมีค่าระดับแรงดันเท่ากับ $2^n \times V$ โวลต์ ตัวอย่างของวงจรการ DAC แบบง่ายจะเป็นดังรูป



รูปที่ 2.9 โดอะแกรมของการต่อซีพียูกับ DAC

หลักการเบื้องต้นของการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาลอกนั้น เราอาศัยหลักการง่ายๆ คือ ระดับของแรงดันอนาลอกที่เกิดขึ้น มีค่าเท่ากับตำแหน่งของเลขฐานสองที่เกิดตามความสำคัญของบิต เช่นบิต 0 จะมีค่าของแรงดันเท่ากับ $2^0 = 1 \times V$ บิตที่ 1 จะมีค่าระดับแรงดันเท่ากับ $2^1 = 2 \times V$ บิตที่ 2 มีค่าระดับแรงดันเท่ากับ $2^2 = 4 \times V$ และบิตที่ n จะมีค่าระดับแรงดันเท่ากับ $2^n \times V$ โวลต์ ตัวอย่างของวงจรการ DAC แบบง่ายจะเป็นดังรูป



รูปที่ 2.10 แสดงวงจร DAC เบื้องต้น

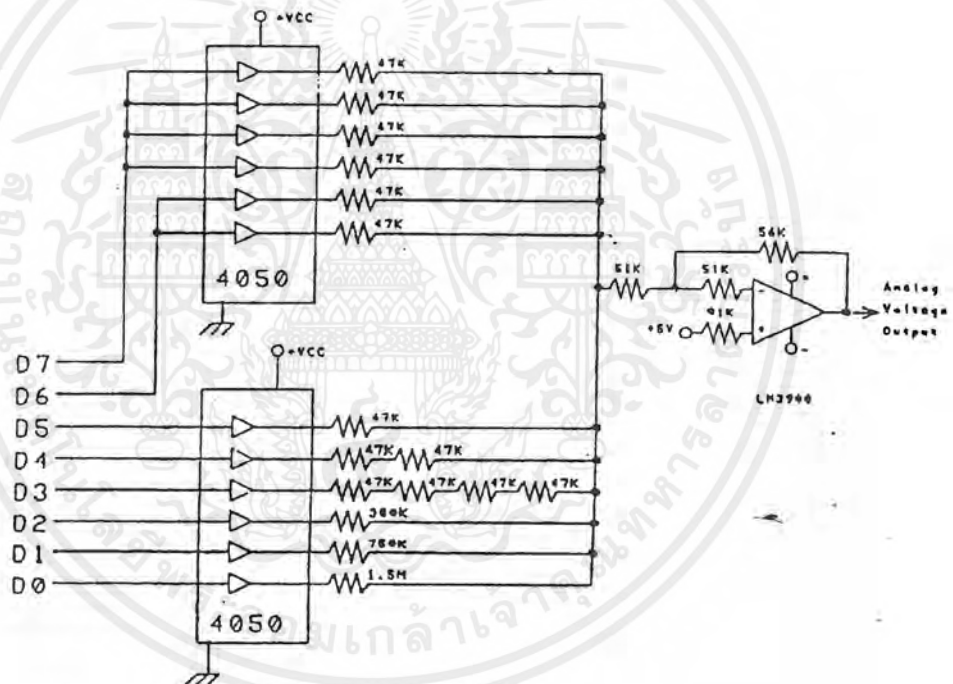
จากรูปวงจรประกอบด้วย สวิตช์ 4 ตัว และความต้านทาน 4 ตัวต่อเป็นอินพุทของวงจรรวมสัญญาณ โดยมีความต้านทาน 1 ตัวต่อเป็นวงจรป้อนกลับ ค่าความต้านทานที่ต่ออยู่กับตำแหน่งของบิตมีค่าต่างๆ จะมีค่าเป็น 1, 2, 4, 8 ตามลำดับซึ่งจะทำให้เกณฑ์การขยายมีค่าเป็น $-1/8, -1/4, -1/2$ และ -1 ตามลำดับเราสามารถทดสอบการทำงานของวงจรได้โดยการทำให้สวิตช์ทุกตัวเปิดหมดจะได้เอาต์พุตออกมาที่มีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ หากเราปิดสวิตช์ 0 ก็จะได้แรงดันเอาต์พุตออกมาเท่ากับ 1.25 โวลต์ เมื่อเราปิดสวิตช์ 1 ก็จะทำให้แรงดันออกมาเท่ากับ 2.5 โวลต์ หากเราปิดสวิตช์ 1 และ 0 พร้อมกันก็จะทำให้แรงดันออกมาเท่ากับ $1.20 + 2.5 = 3.75$ โวลต์

สำหรับวงจรการใช้งานสำหรับการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลขนาด 8 บิต เป็นสัญญาณอนาลอกแสดงได้ดังรูป โดยมีความต้านทานค่าต่างๆ ต่อกับพอร์ตเอาต์พุตผ่านบัฟเฟอร์โดยค่าความต้านทานที่บิต

7 มีค่าเท่ากับ 11.75 กิโลโอห์ม ซึ่งได้จากการต่อค่าความต้านทาน 47 กิโลโอห์มขนานกัน 4 ตัว บิต 6 มีความต้านทาน 47 กิโลโอห์มขนานกัน 2 ตัว ซึ่งจะเป็นความแตกต่างของแต่ละบิต จากวงจรจะได้แรงดันเอาต์พุตมีค่าดังนี้

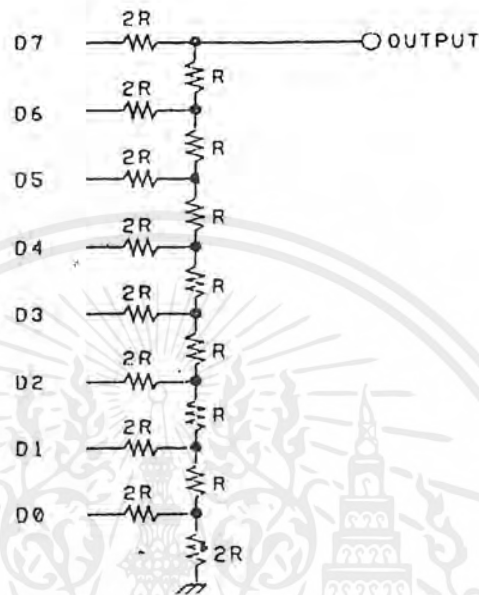
$$V_{out} = 5(n/255) \text{ โวลต์}$$

n เป็นค่าของเลขฐานสิบที่ได้จากเลขฐานสอง 8 บิตมีค่าตั้งแต่ 0 – 255 ดังนั้นค่าของข้อมูลมีค่าคือ 10001011 (139 ฐานสิบ) เมื่อส่งไปให้วงจร DAC จะทำให้ได้เอาต์พุต เท่ากับ 2.7 โวลต์ ในลักษณะนี้แรงดันเอาต์พุตจะถูกแบ่งออกเป็น 255 แรงดัน



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรสำหรับเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาลอก

วงจรสำหรับเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาลอกอีกแบบหนึ่งคือใช้วงจร Ladder ซึ่งใช้ค่าความต้านทานเพียง 2 ค่าโดยค่าความต้านทานสองค่านี้จะมีค่าแตกต่างกันเท่าตัวการนำมาต่อกันจะต่อในลักษณะของ R-2R Ladder ดังรูป ซึ่งในการไหลของกระแสจากข้อมูลที่บิตต่างๆ มาที่ค่าเอาต์พุตจะมีค่าความสำคัญของบิต



รูปที่ 2.12 วงจร DAC แบบ R-2R Ladder

วงจร ANALOG TO DIGITAL CONVERTER

ในส่วนนี้ใช้ ADC0804 (8บิต) เป็นส่วนที่แปลงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าของส่วนที่วัดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ไอซีชนิดนี้สามารถรับสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อก ได้โดยตรงสูงถึง +5V โดยเอาท์พุตแต่ละเส้นแสดงสถานะลอจิกเป็น 0 หรือ 1 จึงทำให้มีความแตกต่างทางรหัส Binary ทั้งหมด 256 รหัส มีการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 89C2051 มาต่อร่วมทำหน้าที่เป็นสัญญาณที่เป็นแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรมเพื่อส่งออกไป ดังรูป

ความละเอียดของตัวแปลงสัญญาณ DAC ถูกอธิบายเป็นระยะห่างที่น้อยที่สุดของค่าแรงดันทาง Interface ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งกำหนดตัวแปลงสัญญาณระยะห่างน้อยเท่าไร ค่าความละเอียดยิ่งสูงขึ้น โดยความละเอียดแปรผันตรงกับจำนวนบิตของเอาท์พุต และความแตกต่างทางรหัสเอาท์พุตทั้งหมดมี 256 ซึ่งทำให้ได้สัญญาณ Binary จาก 00000000 ถึง 11111111 ดังนั้นถ้าเราป้อนอินพุตตั้งแต่ 0 ถึง 10 V ก็จะมีค่าความละเอียดเท่ากับ

$$(5V/256) = 19.53 \text{ mV} / 1 \text{ ระดับสัญญาณ}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงกำหนดให้ 10 ค่าของระดับสัญญาณ = 1°C จะมีแรงดันอินพุท = $5 * 19.53 = 97.65\text{mV}$ ซึ่งก็หมายความว่า จะต้องออกแบบวงจรขยายสัญญาณจาก RTD ให้ได้ เอาท์พุท = $\pm 97.65\text{mV}$ เมื่อมีอุณหภูมิของ RTD เปลี่ยนแปลงไป 1°C

วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก (FSK)

การมอดูเลตสัญญาณแบบ FSK ซึ่งใช้ความถี่ตามมาตรฐานของ CCITT V.23 คือที่บอดรท 1200 บิตต่อวินาที ความถี่ f_1 และ f_2 ค่า 1200Hz และ 2200Hz และใช้วงจรตาม Datasheet ของไอซี XR-2206 จะได้วงจรตามรูป

วงจร ANALOG TO DIGITAL CONVERTERS

การทำงานของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ในโครงการนี้ใช้ไอซี ADC0804 (ADC 8 บิต) ซึ่งไอซี ADC นี้จะเป็นส่วนที่แปลงสัญญาณเอาท์พุท ที่เป็นแรงดันไฟฟ้าของส่วนที่วัดอุณหภูมิซึ่งเป็นค่าสัญญาณอนาลอก ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งสามารถรับสัญญาณอินพุทค่าแบบอนาลอกได้โดยตรงสูงถึง +5 โวลท์ ไอซี ADC จะรับสัญญาณเข้ามาเปรียบเทียบกับค่าของแรงดันอ้างอิงของวงจรแล้วจึงเปลี่ยนค่าข้อมูลแบบดิจิตอล ซึ่งความเร็วในการสุ่มสัญญาณ ตัวอย่าง (sampling rate) สามารถกำหนดได้จากความถี่สัญญาณนาฬิกาของวงจร ค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาสามารถกำหนดได้ โดยวงจร R และ C โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$F = 1/(1.1 RC)$$

F คือ ค่าความถี่ของการสุ่มขนาดสัญญาณของไอซี

R คือ ค่าความต้านทานของ R ในวงจร

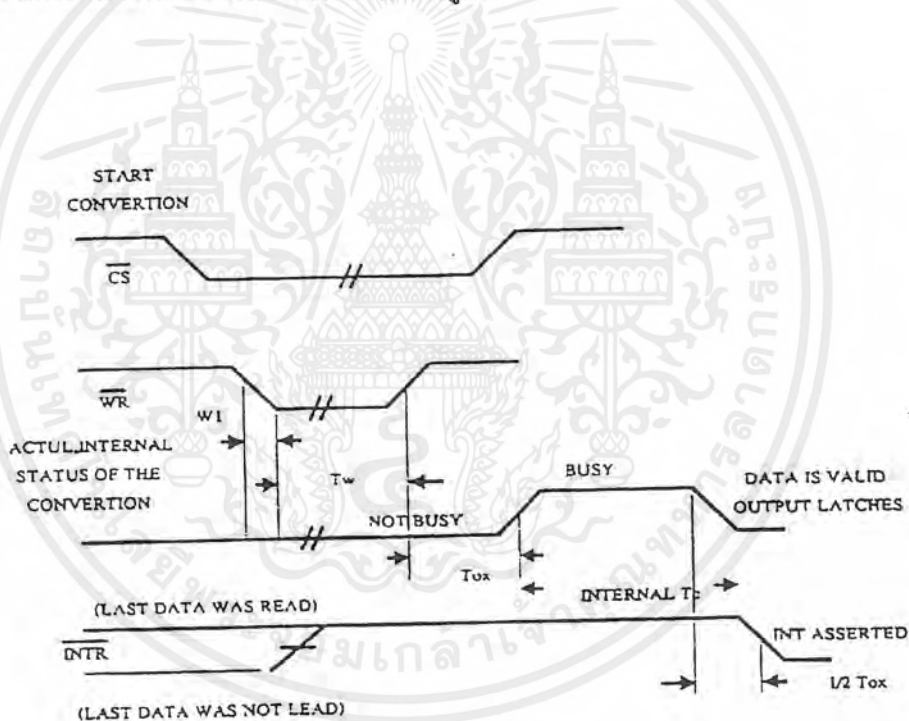
C คือ ความจุของ C ในวงจร

คุณสมบัติของไอซี

- เป็น ไอซีประเภท ซีมอส (CMOS) มี 20ขา
- ความผิดพลาดโดยรวมเกิดจากการปรับมีค่าไม่เกิน 1 บิต (total adjusted error $\pm 1/2$ LSB)
- ความละเอียดขนาด 8 บิต (resolution) = 256ระดับ
- ใช้สัญญาณนาฬิกา 640KHz
- มีช่วงเวลาในการแปลงแต่ละบิต (conversion time) เท่ากับ 100 ไมโครวินาที
- ใช้แหล่งจ่ายไฟตรง 5 โวลท์
- กินกำลังไฟต่ำ 15 มิลลิวัตต์

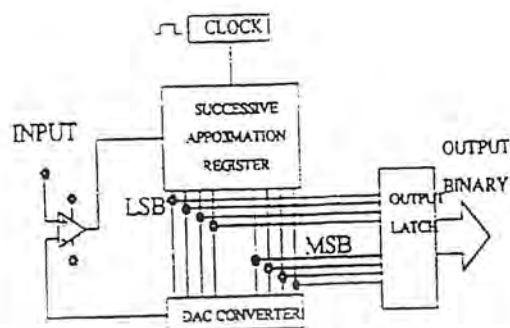
ส่วนของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog to Digital)

ประกอบด้วยส่วนประมาณค่าซัดเซ็ส (successive) ส่วนของเอาท์พุทมัลติเพล็กซ์ (multiplex) และ ส่วนของสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล ไอซี ADC แบบนี้จะมีวงจรเก็บสัญญาณ เอาท์พุท เพิ่มขึ้นมาด้วย เพื่อให้ค่าเอาท์พุทยังคงมีอยู่แม้ว่า วงจรจะถูกปลดออกจากบัสในบ้างช่วงของเวลาที่ ตาม ขณะวงจรทำการแปลงสัญญาณอยู่ ADC จะติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้นั้นจะต้องมี ค่าสัญญาณเลือกเป็นลอจิก 0 จากระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุม ADC เมื่อขาเขียน (WR) เป็นลอจิก 0 ADC จะแปลงค่า VI เป็นสัญญาณดิจิทัลเก็บไว้ในบัฟเฟอร์เอาท์พุท และตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านข้อมูลจาก ADC เมื่อสัญญาณเลือก (CS) เป็นลอจิก 0 และขาอ่าน (RD) เป็นลอจิก 0 พร้อมกับในแต่ละรอบของการแปลงค่าคังรูป



รูปที่ 2.13 แสดงเวลาการทำงานของ ADC 0804

การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล ภายในตัวไอซี ADC เป็นแบบ ของค่าที่มี ซัดเซ็สฟอะพริอคซิเมท (Successive Approximation) เป็นการประมาณค่าอย่างต่อเนื่องคังรูป



รูปที่ 2.14 แสดงการทำงานแบบ Successive Approximation (SAR)

ความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตของไอซี ADC

ไอซี ADC จะใช้การเปรียบเทียบขนาดของสัญญาณอินพุตกับแรงดันอ้างอิงของวงจรแล้วจึงจะมีเปลี่ยนข้อมูลแบบดิจิทัล ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

- ถ้าค่าของขนาดสัญญาณอนาล็อกอินพุต เท่ากับขนาดของแรงดันอ้างอิง จะได้ข้อมูลมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของข้อมูลสูงสุด
- ถ้าขนาดของสัญญาณอนาล็อกอินพุตมีค่าเป็นสองเท่าของ แรงดันอ้างอิงและ จะได้ข้อมูลมีค่าสูงสุดซึ่งขนาดของสัญญาณอินพุตของวงจรถูกกำหนดโดยค่าตัวแปรต่างๆ ดังนี้คือ
แรงดันอ้างอิงของวงจร

แรงดันอ้างอิงของวงจรนี้จะเป็นจุดอ้างอิงมาตรฐานของวงจร เป็นตัวกำหนดความเที่ยงตรงในการเปลี่ยนขนาดของสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งวงจรต้องการแรงดันอ้างอิงที่มีความเที่ยงตรงสูง เพราะถ้าหากแรงดันอ้างอิงของวงจรไม่มีความเที่ยงตรงแน่นอน มีการเปลี่ยนค่าแปลงแล้ว การทำงานของวงจรก็จะมีเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย นั่นก็คือส่งผลให้ค่าของสัญญาณข้อมูลดิจิทัลที่ได้ก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ถึงขนาดอินพุตมีค่าคงที่ และแรงดันอ้างอิงของวงจรจะถูกกำหนดให้มีค่าสูงสุดประมาณ 2 เท่า โดยมีจุดเริ่มต้นที่สัญญาณอินพุตลบของวงจรเสมอ

สัญญาณอินพุตลบเป็นตัวกำหนดค่าอินพุตค่าน้ำของวงจร หรือจุดเริ่มต้นของการตรวจรับค่ามีสัญญาณอินพุต ของวงจรมันเอง สามารถกำหนดให้มีแรงดันไม่เกินแรงดันอ้างอิงสูงสุดของวงจร

สัญญาณอินพุตบวก คือค่าแรงดันอินพุตของวงจรมันเอง ซึ่งต้องกำหนดให้มีขนาดสูงสุดไม่เกินกว่าค่าที่วงจร ADC รับได้ ต้องเป็นค่าแรงดันช่วงบวกเท่านั้น

คุณสมบัติของบอร์ด ANT – 32

- เป็นบอร์ดคอนโทรลใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 (8031/8032) ใช้ CPU เบอร์ 80C32 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 11.0592 MHz
- ใช้งานหน่วยความจำบนบอร์ดได้ 3 ตำแหน่งด้วยกัน คือ
 - U2 เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) ใช้กับ EPROM ขนาด 8-32Kbytes เบอร์ 2764, 27128 หรือ 27256
 - U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ใช้กับ RAM ขนาด 8 Kbytes เบอร์ 6264 หรือ 32 Kbytes เบอร์ 62256 สามารถแบคอัพข้อมูลได้โดยใช้แบตเตอรี่ลิเธียม
 - U4 เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY) ใช้กับ EPROM, RAM หรือ RAM ขนาด 8 Kbyte โดยใช้ EPROM เบอร์ 2764, 27128 ใช้เบอร์ 6264, 62256 หรือ EPROM เบอร์ 2864(A), 28256(A)
- มีพอร์ต I/O เบอร์ 8255 จำนวน 2 ตัว (48บิต) สำหรับต่อไปใช้งานภายนอก
- มีพอร์ต LCD สำหรับการต่อใช้งาน LCD แบบ DOT MATRIX
- มีวงจรถ่าย SERIAL INTERFACE DRIVER RS232 ด้วยชิพเบอร์ MAX232 สำหรับการต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
- มีวงจรถ่าย Watchdog Timer, Powerup/down Reset ด้วยชิพเบอร์ MAX691
- มีวงจรถ่าย RTC (Real Time Clock) ด้วยชิพเบอร์ DS1202
- มีคอนเน็คเตอร์สำหรับ PORT 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะ
- มีคอนเน็คเตอร์สำหรับ SYSTEM BUS ทำให้ขยายระบบได้ง่าย และยังสามารถที่จะใช้กับบอร์ดขยายของต่างๆที่มีขึ้นในอนาคต
- สามารถเลือกเบอร์และชนิดหน่วยความจำ หรือกำหนดคุณสมบัติต่างๆของบอร์ดได้ด้วยจัมพ์เปอร์
- สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทั้ง ภาษา Basic และ แอสเซมบลี โดยซอฟต์แวร์พร้อม BASIC32 และ ตัว REM31

จัมพ์เปอร์ ER สำหรับเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) ตำแหน่งของแอดเดรสเริ่มต้น 0000H เป็น INT. (INTERNAL) หรือ EXT. (EXTERNAL)

จัมพ์เปอร์ RESET สำหรับเลือกสัญญาณรีเซต CPU จากวงจร RC หรือ MAX691

จัมพ์เปอร์ U2 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรม U2 (EPROM) เป็น 8,16 Kbyte (2764, 27128) หรือ 32 Kbyte (27256)

จัมพ์เปอร์ U3 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรม U3 (RAM) เป็น 8 Kbyte หรือ 32 Kbyte

จัมพ์เปอร์ U4 TYPE สำหรับเลือกชนิดหน่วยความจำโปรแกรม U4 เป็น EPROM (หน่วยความจำโปรแกรม) หรือ RAM (หน่วยความจำข้อมูล)

จัมพ์เปอร์ U4 SIZE สำหรับเลือกเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล U4 เป็น 8 kbyte (XX64) หรือ 32Kbyte(XX256)

จัมพ์เปอร์ BACKUP สำหรับเลือก ON/OFF การสำรองข้อมูล (MAX691) ของ U3

จัมพ์เปอร์ WD สำหรับเลือก EN. (ENABLE) / DIS. (DISABLE) วงจร WATCHDOG (MAX691)

จัมพ์เปอร์ PF สำหรับเลือก EN. (ENABLE) / DIS. (DISABLE) วงจร POWER FAIL DETECTOR (MAX691)

* จัมพ์เปอร์ BACKUP, WD และ PF จะใช้งานได้ก็ต่อเมื่อเสียบใช้งานชิพ MAX691 ด้วย *

การปรับจัมป์เปอร์เลือกหน่วยความจำ

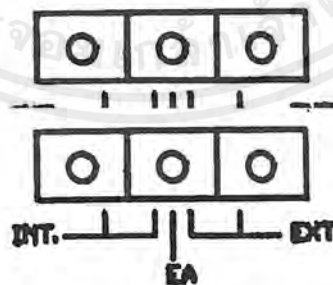
ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล 8031 (32) สามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 128 Kbyte โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ 64 Kbyte เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) และอีก 64 Kbyte เป็นหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ซึ่งหน่วยความจำทั้งสองส่วนนี้มีค่าแอดเดรสที่ 0000H-FFFFH เหมือนกัน แต่จะถูกแยกออกจากกันด้วยสัญญาณควบคุมที่ต่างกัน โดยมีค่าสัญญาณ PSEN[®] ใช้ควบคุมในการอ่านหน่วยความจำโปรแกรม (EPROM) สัญญาณ RD[®] และ WR[®] ใช้ควบคุมการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลและพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต และสำหรับการอ่านค่าหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY) ใช้สัญญาณ GET[®] ซึ่งสัญญาณนี้ได้จากการ AND สัญญาณ PSEN[®] และ RD[®] หน่วยความจำส่วนนี้สามารถใช้ได้กับตัว EPROM หรือ RAM

สำหรับ ANT-32 ได้จัดหน่วยความจำออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

- U2 เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) แอดเดรส 0000H-7FFFH
- U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) แอดเดรส 0000H-7FFFH
- U4 เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY) มีค่าแอดเดรส 8000H-F7FFFH

ส่วนแอดเดรส F800H-FFFFH ใช้เป็นตำแหน่งของพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต หน่วยความจำ U2 , U3 และ U4 สามารถเลือกขนาด (SIZE) และชนิด (TYPE) ได้ด้วยจัมป์เปอร์ดังต่อไปนี้

การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน/ภายนอก (จัมป์เปอร์ EA)

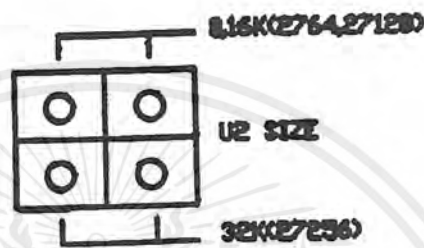


รูปที่ 2.16 การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน/ภายนอก (จัมป์เปอร์ EA)

ในการใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมที่แอดเดรส 0000H สามารถเลือกใช้หน่วยความจำส่วนนี้ได้ด้วยจัมป์เปอร์ ER ทั้งแบบใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (INTERNAL PROGRAM MEMORY)

สำหรับ CPU เบอร์ 8051, 8052, 8751, 8752, 8052AHBASIC โดยปรับจัมป์เปอร์นี้ที่ตำแหน่ง INT. (INTERNAL) หรือใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกนั้น (EXTERNAL PROGRAM MEMORY) สำหรับ CPU เบอร์ 8031, 8032 ปรับจัมป์เปอร์นี้ที่ตำแหน่ง EXT. (EXTERNAL)

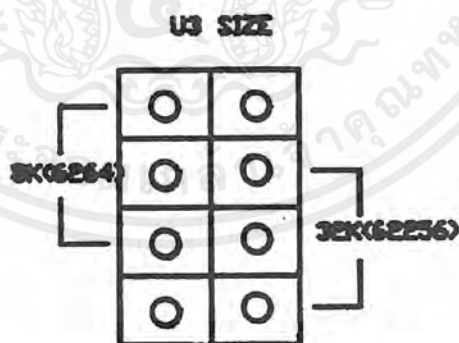
การเลือกใช้หน่วยความจำ U2 (จัมป์เปอร์ U2 SIZE)



รูปที่ 2.17 การเลือกใช้หน่วยความจำ U2 (จัมป์เปอร์ U2 SIZE)

จัมป์เปอร์ U2 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) จะมีค่าตำแหน่ง U2 แอดเดรสเริ่มต้นที่ 0000H เป็น EPROM ใช้ได้ 3 ขนาดคือ 8,16 Kbyte (2764, 27128) หรือ 32 Kbyte (27256)

การเลือกใช้หน่วยความจำ U3 (จัมป์เปอร์ U3 SIZE)



รูปที่ 2.18 การเลือกใช้หน่วยความจำ U3 (จัมป์เปอร์ U3 SIZE)

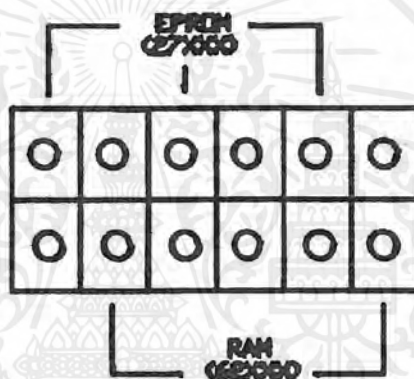
จัมป์เปอร์ U3 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรม (DATA MEMORY) ตำแหน่ง U3 แอดเดรสเริ่มต้นที่ 0000H เป็น RAM ใช้ได้ 2 ขนาดคือ 8 Kbyte (6264) หรือ 32 Kbyte (2256)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* หน่วยความจำ U3 (RAM) นี้สามารถสำรองข้อมูลในช่วยไฟดับ (BACKUP) ได้โดยบนบอร์ด ANT-32 ต้องมีชิพ MAX691 แบตเตอรี่ลิเธียม และจัมป์เปอร์ BACKUP ต้องอยู่ที่ตำแหน่ง ON *

การเลือกใช้หน่วยความจำ U4 (จัมป์เปอร์ U4 TYPE)

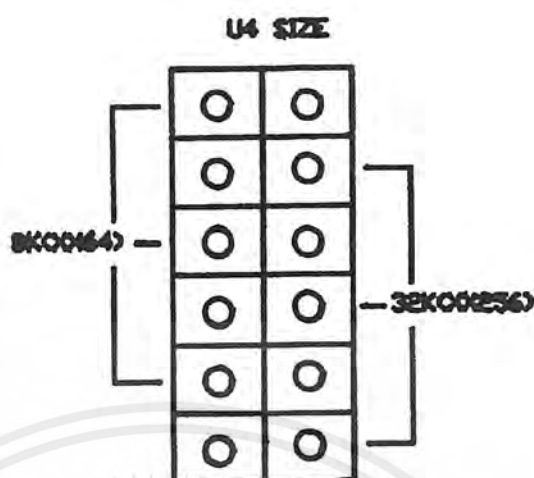
จัมป์เปอร์ U4 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY) ตำแหน่ง U4 แอดเดรสเริ่มต้นที่ 8000H เป็น EPROM (27XXX) หรือ RAM (62XXX) และขนาดของ U4 เลือกได้ด้วยจัมป์เปอร์ U4 SIZE



รูปที่ 2.19 การเลือกใช้หน่วยความจำ U4 (จัมป์เปอร์ U4 TYPE)

การเลือกใช้หน่วยความจำ U4 (จัมป์เปอร์ U4 SIZE)

จัมป์เปอร์ U4 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY) ตำแหน่ง U4 (เลือกเป็น EPROM หรือ RAM ด้วยจัมป์เปอร์ U4) ได้ 2 ขนาดคือ 8 Kbyte (EPROM เบอร์ 2764, RAM เบอร์ 6264) หรือ 32 Kbyte (EPROM เบอร์ 27256, RAM เบอร์ 62256)



รูปที่ 2.20 การเลือกใช้หน่วยความจำ U4 (อิมพ์เปอร์ U4 SIZE)

* การใช้งานหน่วยความจำขนาด 32 Kbyte ที่ตำแหน่ง U4 นี้จะสามารถใช้ได้ 30 Kbyte (แอดเดรส 8000H-F7FFH) เท่านั้น *

TTL I/O (8255)

8255 Programmable Peripheral Interface (PPI) เป็นชิพพอร์ทแบบขนาดที่เป็นที่นิยมใช้งานกันมากมาย สำหรับบอร์ด ANT-32 ใช้พอร์ท 8255 จำนวน 2 ตัวทำหน้าที่เป็นพอร์ททำให้มีพอร์ทอินพุท/เอาต์พุตถึง $24 \times 2 = 48$ บิต โดยแบ่งเป็น USER PORT 1 และ 2 มีตำแหน่งแอดเดรสดังนี้

USER PORT 1 (U10) แอดเดรส $F800H + 8255 \text{ offset addr} = \text{actual addr}$

- Port A มีตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 00H = F800H$
- Port B มีตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 01H = F801H$
- Port C มีตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 02H = F802H$
- Mode Port มีตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 03H = F803H$

USER PORT 2 (U11) แอดเดรส $FC00H + 8255 \text{ offset addr} = \text{actual addr}$

- Port A มีตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 00H = FC00H$
- Port B มีตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 01H = FC01H$
- Port C มีตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 02H = FC02H$
- Mode Port มีตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 03H = FC03H$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่จะใช้งานพอร์ท 8255 ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดโหมดการทำงาน (configuration) ของพอร์ท A,B และC ให้เป็นพอร์ทอินพุต/เอาต์พุต โดยทำการเขียนค่า control code ไปที่ Mode Port ซึ่ง Mode Port นี้สามารถเขียนได้เท่านั้นไม่สามารถอ่านได้ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทำงานในโหมด 0 ซึ่งเป็นโหมดที่ใช้งานได้สะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังแสดงค่า control code ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2.2 8255 MODE CONFIGURATION

Port A (PA0-PA7)	Port C บน (PC4-PC7)	Port B ถ่าง (PC0-PB7)	Port C (PC0-PC3)	Control Code (hex)
output	output	output	output	80H
output	output	output	Input	81H
output	output	Input	output	82H
output	output	Input	Input	83H
output	Input	output	output	88H
output	Input	output	Input	89H
output	Input	Input	output	8AH
output	Input	Input	Input	8BH
Input	output	output	output	90H
Input	output	output	Input	91H
Input	output	Input	output	92H
Input	output	Input	Input	93H
Input	Input	output	output	98H
Input	Input	output	Input	99H
Input	Input	Input	output	9AH
Input	Input	Input	Input	9BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LCD PORT

บอร์ด ANT-32 จะมี LCD PORT ให้พร้อมสำหรับการต่อใช้งาน โดยสามารถต่อเข้ากับตัว LCD MODULE แบบ DOT MAXRIX ได้ทันที ซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 ขา และสำหรับการใช้งาน LCD PORT นั้น จะมีการจัดวงจรในแบบ MEMORY MAP ซึ่งจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่าย โดยจะมองเห็นตำแหน่งต่างๆ ที่สรุปได้ดังนี้

ADDRESS	ลักษณะของ PORT ที่ติดต่อ
FA00H	สำหรับเขียนคำสั่ง (RS = 0 R/W = 0)
FA01H	สำหรับอ่านค่า BUSY (RS = 0 R/W = 1)
FA02H	สำหรับเขียนข้อมูล (RS = 1 R/W = 0)
FA03H	สำหรับอ่านข้อมูล (RS = 1 R/W = 1)

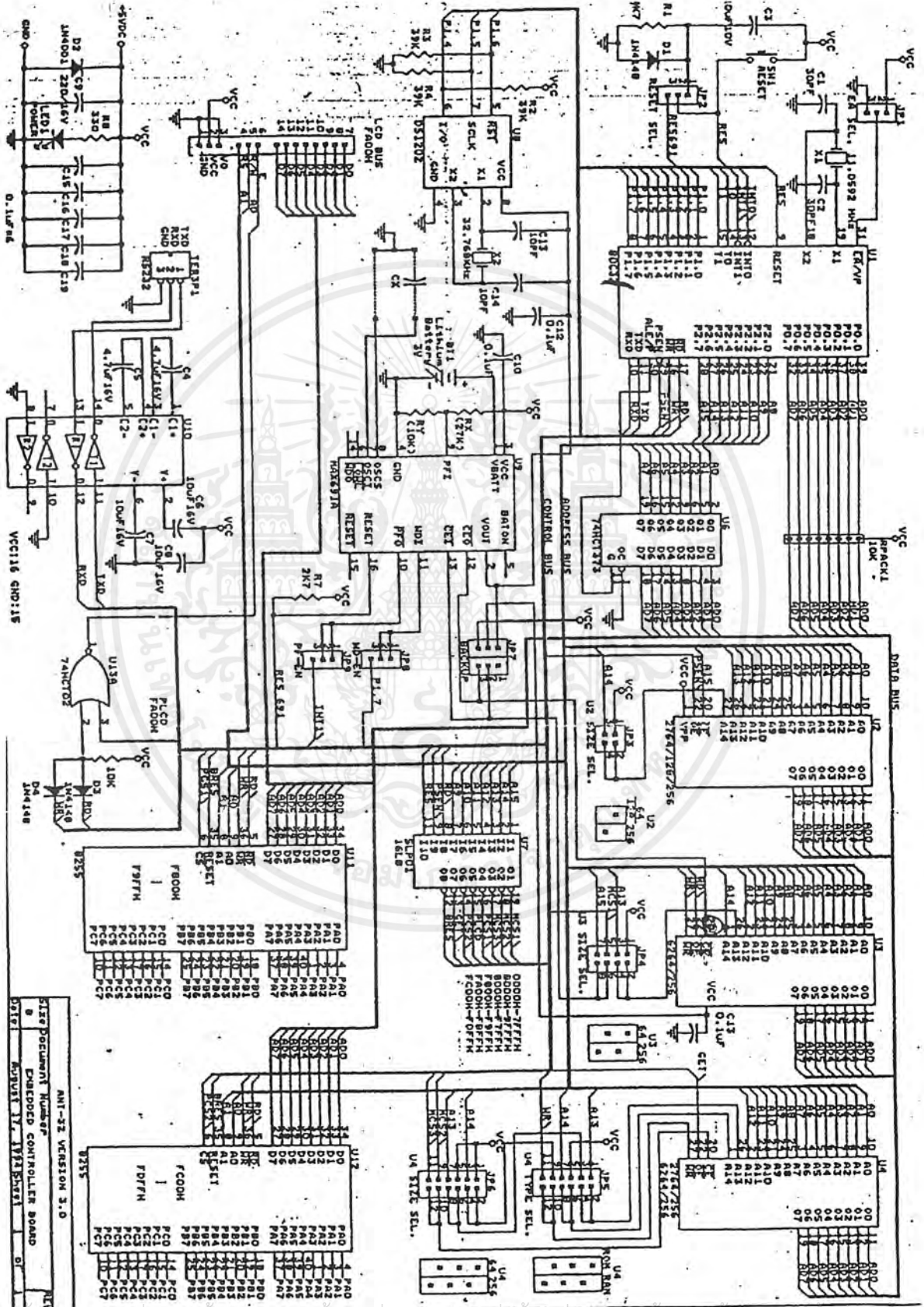
การอ่านค่า LCD แบบ DOT MAXRIX นี้ จะสามารถเลือกรุ่นใดๆก็ได้ โดยมีจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัด และจำนวนบรรทัดตามที่ต้องการ เพราะสายสัญญาณที่ใช้จะใช้แบบเดียวกันจะแตกต่างกันก็ทีโปรแกรมเท่านั้น การนับหมายเลขขั้วต่อ LCD PORT จะไม่เหมือนการนับทั่วไป จึงควรดูให้แน่ใจก่อนการต่อใช้งาน (ลักษณะการจัดขาดูได้จากภาพแสดง CONNECTER ท้ายเล่ม) อีกประการหนึ่ง หมายเลขตัวต่อที่ด้าน LCD ก็มักจะมีหลายแบบ คือ อาจจะเป็นแถวคู่หรือแถวเดี่ยวก็ได้ แต่ทั้งนี้หมายเลข 1-14 ของขาสัญญาณก็จะตรงกันหมดกล่าวคือต่อหมายเลขให้ตรงเป็นใช้ได้ รายละเอียดของงานตัว LCD นี้ให้อ่านเพิ่มเติมได้จากคู่มือของ LCD

ตารางที่ 2.3 ANT-32 MEMORY MAP

0000H	U2 (0000H-7FFFH) CODE PROGRAM EPROM 2764 27128	U3 (0000H-7FFFH) DATA MEMORY RAM (backup) 6264
8000H	27256	62256
	U4 (0000H-7FFFH) CODE AND DATA MEMORY	
	EPROM	EEPROM
	2764	2864
F800H	27256	28256
FA00H	U10 (F800H-F7FFH)	8255 USER PORT 1
FC00H	(FA00H-FBFFH)	LCD PORT
FE00H	U11 (FC00H-FDFFH)	8255 USER PORT 2
	RESERVE	
FFFFH		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.21 แสดง วงจรการต่อภายในของ ANT-32 BOARD



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

ในส่วนของการคำนวณและการสร้างในเครื่อง Programmable signal conditioner จะประกอบด้วยการสร้างในภาคต่างๆดังนี้

- ส่วนทางด้าน Hardware
- ส่วนทางด้าน Software

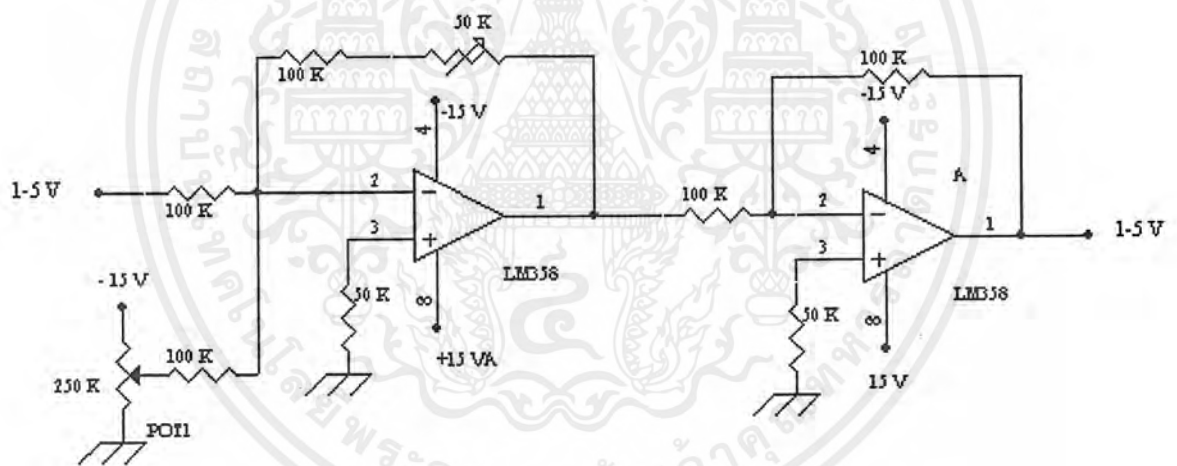
ในส่วนของทางด้าน Hardware จะประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณต่าง ๆ ซึ่งจะมีทั้งทางด้านอินพุตและเอาต์พุตดังนี้

- Voltage to Voltage convertor
- Current to voltage convertor
- Frequency to voltage convertor
- Rtd to voltage convertor
- Voltage to current convertor
- Voltage to frequency convertor

ในส่วนของทางด้าน Software จะเป็นการนำเอาตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมเพื่อนำมาควบคุมการทำงาน ซึ่งเราสามารถที่จะดูขั้นตอนการทำงานของ MCS 51 ได้จาก ผังภูมิแสดงถึงการทำงานของโปรแกรม (Flow chart diagram)

ดังนั้นในการคำนวณและการสร้าง เครื่องแปลงโปรแกรมแบบสัญญาณ (Programmable signal conditioner) นี้เราสามารถที่จะดูภาพโดยรวมของอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ ทั้งทางด้านของ Software และ Hardware ได้จาก ผังภูมิการทำงานของระบบ (Block diagram)

VOLTAGE TO VOLTAGE CONVERTOR



รูปที่ 3.1 VOLTAGE TO VOLTAGE CONVERTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

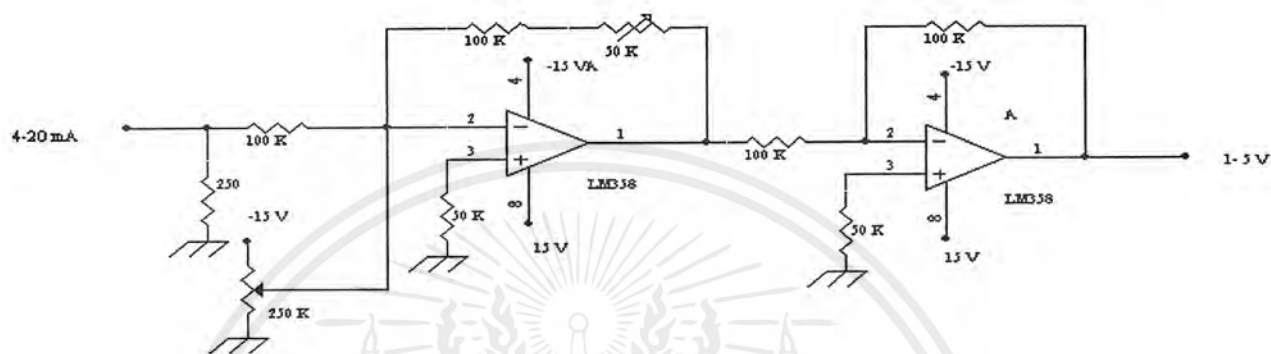
ตารางผลการทดลองที่ 3.1

VOLTAGE (V)	V1 (V)	V2 (V)	VOUT (V)
1.00	0.81	-1.00	1.00
2.00	1.62	-2.00	2.00
3.00	2.42	-3.00	3.00
4.00	3.21	-4.00	4.00
5.00	4.00	-5.00	5.00

หลักการทํางาน

วงจร Voltage to Voltage convertor หลักการเบื้องต้นของวงจรก็คือจะใช้วงจรป้อนกลับแบบ Inverting ซึ่งจะใช้ออปแอมป์ LM 358 จำนวน 2 ตัว โดยแรงดันอินพุตที่ป้อนเข้ามาในวงจรจะมีค่า 1-5 โวลต์ ซึ่งเป็นระดับแรงดันมาตรฐาน และระดับแรงดันทางคาน์สัญญาณเอาต์พุตจะมีค่า 1-5 โวลต์ ซึ่งระดับของสัญญาณทางคาน์เอาต์พุตจะแปรเปลี่ยนไปตามค่าแรงดันที่ป้อนเข้ามาทางคาน์อินพุต โดยในวงจรการใ้ช้งานจะใช้ความต้านทานปรับค่าได้ซึ่งจะมีหน้าที่เป็น SPAN ของวงจรซึ่งจะช่วยในการปรับแรงดันให้มีค่าตามสัญญาณมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะในกรณีที่สัญญาณอินพุต หรือแรงดันที่ป้อนเข้ามาหรือได้รับมีค่ามากเกินไป หรือมีค่าน้อยเกินไป ก็สามารถทำการปรับค่าความต้านทานปรับค่านี้ได้ โดยออปแอมป์ที่ใช้ออปแอมป์ตัวที่ 1 นั้นจะให้เอาต์พุตมีค่าเป็นลบ ส่วนออปแอมป์ 2 จะให้ระดับแรงดันของสัญญาณที่เป็นลบให้มีค่าเป็นบวก โดยแรงดันที่ป้อนเข้ามานั้นจะเข้าที่ขา 2 ของออปแอมป์ตัวแรกและสัญญาณจะออกมาทางขา 1 ซึ่งระดับแรงดันจะมีค่าติดลบ เพราะเป็นการต่อแบบ Inverting แล้วจะส่งสัญญาณที่มีแรงดันติดลบเข้าสู่ขา 2 ของออปแอมป์ตัวที่ 2 และเอาต์พุตของวงจรจะออกมาทางขา 1 ของออปแอมป์ตัวที่ 2 ซึ่งระดับแรงดันนี้จะมีค่าเป็นบวก ซึ่งค่าจากวงจรจะแสดงให้เห็นดังตารางผลการทดลอง

CURRENT TO VOLTAGE CONVERTER



รูปที่ 3.2 CURRENT TO VOLTAGE CONVERTER

ตารางผลการทดลองที่ 3.2

CURRENT (mA)	V1 (V)	V2 (V)	VOUT (V)
4	0.8	-1	1
5	1.0	-1.25	1.25
6	1.2	-1.5	1.5
7	1.4	-1.75	1.75
8	1.6	-2	2
9	1.8	-2.25	2.25
10	2.0	-2.5	2.5
11	2.2	-2.75	2.75
12	2.4	-3	3
13	2.6	-3.25	3.25
14	2.8	-3.5	3.5
15	3.0	-3.75	3.75

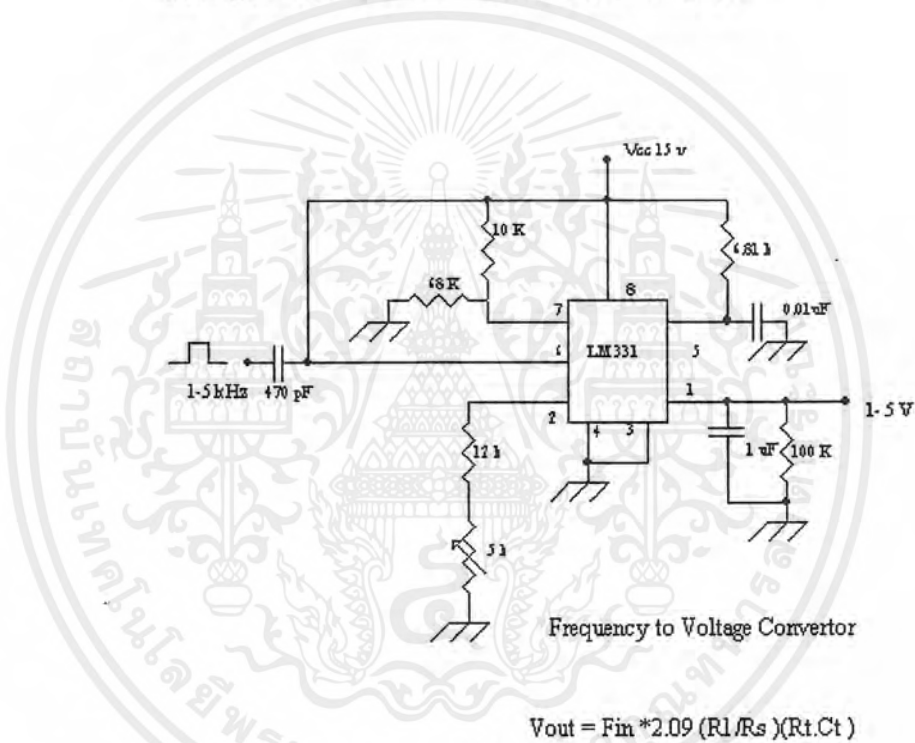
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16	3.2	-4.0	4.0
17	3.4	-4.25	4.25
18	3.6	-4.5	4.5
19	3.8	-4.75	4.75
20	4.0	-5	5

หลักการทํางาน

วงจร Current to Voltage convertor หลักการเบื้องต้นของวงจร จะใช้วงจรป้อนกลับแบบ Inverting ซึ่งจะใช้ออปแอมป์ LM 358 จำนวน 2 ตัว โดยแรงดันอินพุตที่ป้อนเข้ามาในวงจรจะมีค่า 4-20 มิลลิแอมป์ ซึ่งเป็นระดับแรงดันมาตรฐาน และระดับแรงดันทางคานสัญญาณเอาต์พุตจะมีค่า 1-5 โวลต์ โดยหลักการทํางานจะทำให้สัญญาณกระแส 4-20 มิลลิแอมป์ให้เป็นระดับแรงดันก่อนซึ่งจะใช้แรงดันให้เกิดการตกคร่อมที่ความต้านทาน แล้วจึงนำค่าแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานไปเข้ายังอินพุตของวงจรอินเวอร์ตติ้งของออปแอมป์ตัวที่ 1 โดยในวงจรการใ้ใช้งานจะใช้ความต้านทานปรับค่าได้ซึ่งจะมีหน้าที่เป็น SPAN ของวงจร ซึ่งจะช่วยในการปรับแรงดันให้มีค่าตามสัญญาณมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะในกรณีที่สัญญาณอินพุต หรือแรงดันที่ป้อนเข้ามาหรือได้รับมีค่ามากเกินไป หรือมีค่าน้อยเกินไป ก็จะสามารถทำการปรับค่าความต้านทานปรับค่านี้ได้ โดยออปแอมป์ที่ใช้ออปแอมป์ตัวที่ 1 นั้นจะให้เอาต์พุตมีค่าเป็นลบ ส่วนออปแอมป์ 2 จะให้ระดับแรงดันของสัญญาณที่เป็นลบให้มีค่าเป็นบวก โดยแรงดันที่ป้อนเข้ามานั้นจะเข้าที่ขา 2 ของออปแอมป์ตัวแรกและสัญญาณจะออกมาทางขา 1 ซึ่งระดับแรงดันจะมีค่าติดลบ เพราะเป็นการต่อแบบ Inverting จะส่งสัญญาณที่มีแรงดันติดลบเข้าสู่ขา 2 ของออปแอมป์ตัวที่ 2 และเอาต์พุตของวงจรจะออกมาทางขา 1 ของออปแอมป์ตัวที่ 2 ซึ่งระดับแรงดันนี้จะมีค่าเป็นบวก ซึ่งค่าจากวงจรจะแสดงให้เห็นดังตารางผลการทดลอง

FREQUENCY TO VOLTAGE CONVERTOR



รูปที่ 3.3 FREQUENCY TO VOLTAGE CONVERTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลองที่ 3.3

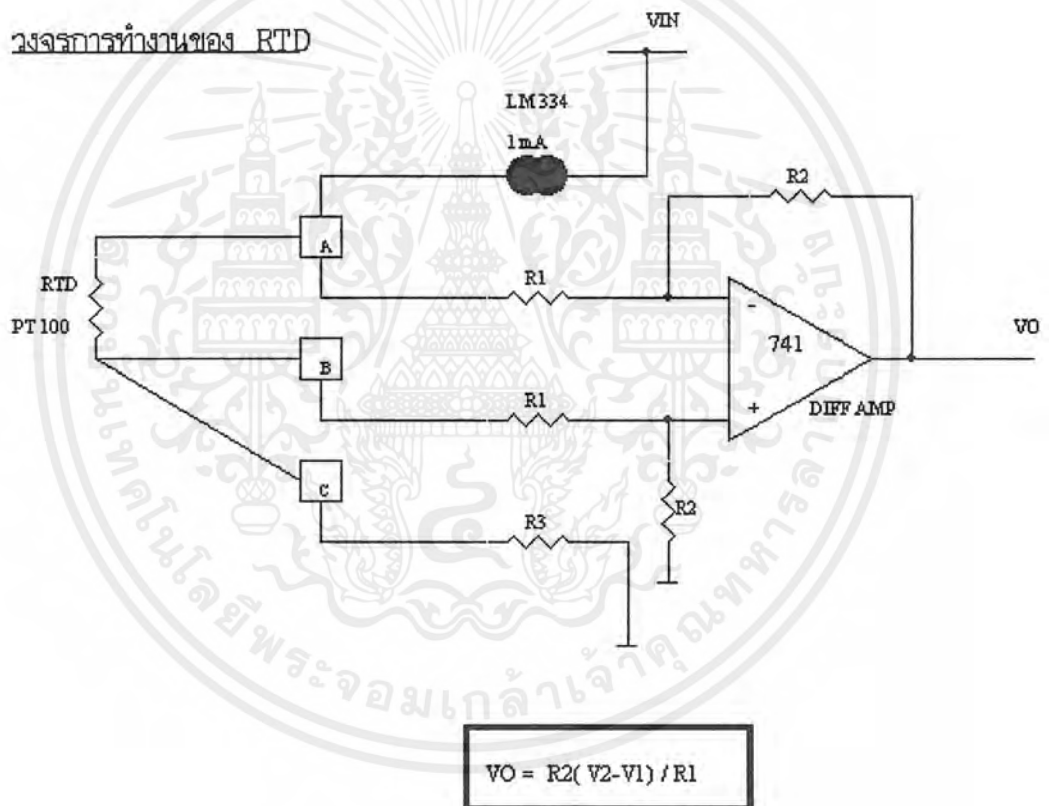
FREQUENCY (KHZ)	VOLTAGE (V)
1.00	1.00
2.00	2.00
3.00	3.00
4.00	4.00
5.00	5.00

$$V_{OUT} = (F_{IN} * 2.09) (R_L / R_S) (R_T C T)$$

หลักการทํางาน

วงจร Frequency to Voltage convertor สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตจะมีค่า 1 ถึง 5 kHz และสัญญาณที่ออกทางเอาต์พุตจะมีค่า 1 ถึง 5 โวลต์ โดยในวงจรนั้นจะใช้ไอซี เบอร์ LM331 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่เปลี่ยนจากความถี่เป็นแรงดัน ซึ่งไอซีเบอร์ LM331 จะเป็นไอซีที่มีเสถียรภาพคงที่ อินพุตที่เข้ามาต้องเป็นสัญญาณความถี่ชนิด square wave เท่านั้น โดยสัญญาณอินพุตจะเข้ามาที่ขา 6 และสัญญาณจะเข้ามา เปรียบเทียบที่ขา 7 ซึ่งเป็นขา comparator input สัญญาณที่ทางเอาต์พุตจะออกทางขา 1 ของไอซี โดยในวงจรการทดลองนั้นถ้าเกิดค่าแรงดันที่ออกทางเอาต์พุตมีค่าไม่ได้ตามมาตรฐานเราจะใช้ VR 5K ในการปรับความเที่ยงตรงของสัญญาณ ให้ได้ค่าตามต้องการ ซึ่งจากการทดลองเราสามารถที่จะคำนวณค่าแรงดันที่ออกทางเอาต์พุตได้

RTD TO VOLTAGE CONVERTOR



รูปที่ 3.4 RTD TO VOLTAGE CONVERTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

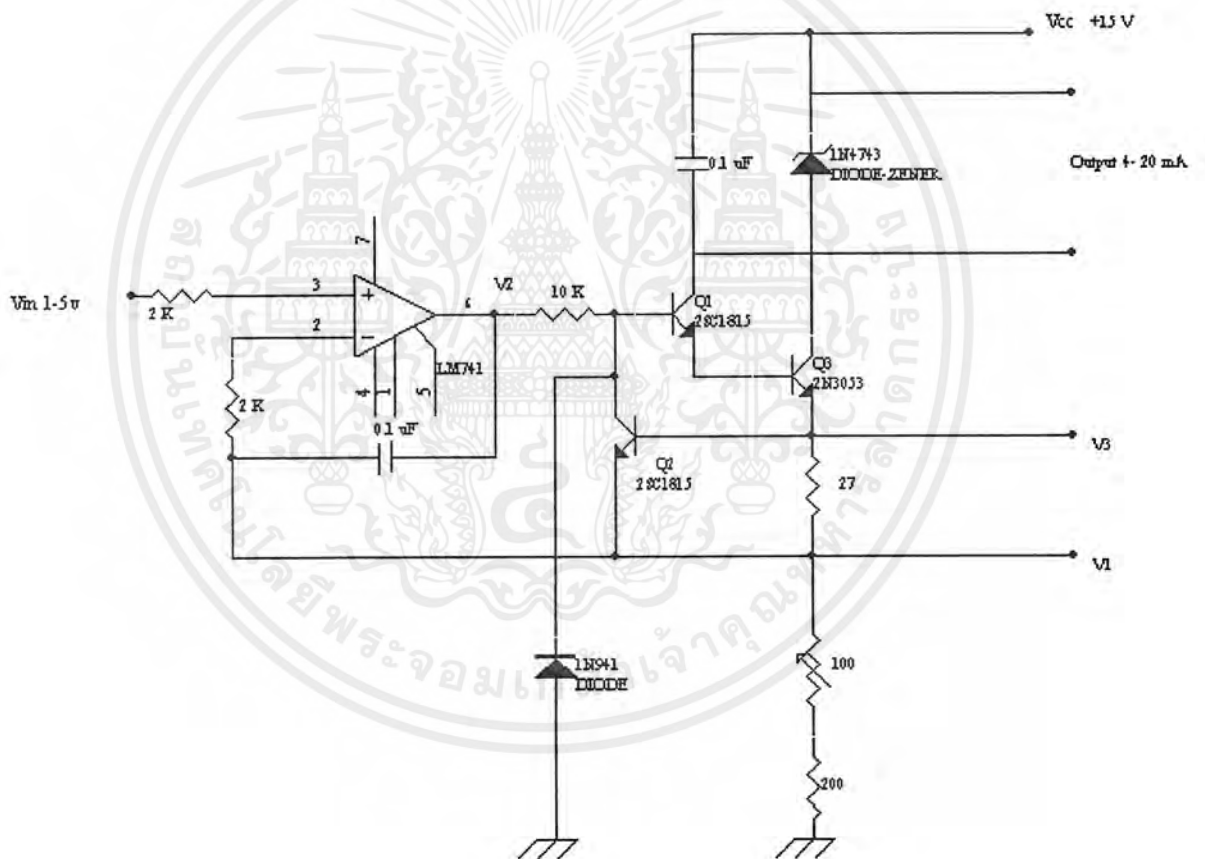
ตารางผลการทดลองที่ 3.4

TEMPERATURE (C)	RESISTANCE (OHM)	VOLTAGE (V)
0	100.00	1
90	134.70	1.6
180	168.46	2.2
270	201.29	2.8
360	233.17	3.4
450	264.11	3.9
540	294.11	4.5
620	320.00	5

หลักการทํางาน

วงจร RTD to Voltage Converter จะอาศัยแหล่งจ่ายกระแส (current source) 1 mA ไหลผ่านค่าความต้านทาน ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมขึ้น ซึ่งแรงดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นจะนำมาเข้าวงจรขยาย (Differential Amplifier) ให้ได้ค่าตามที่ต้องการ คือ 1 - 5 Vdc

VOLTAGE TO CURRENT CONVERTOR



รูปที่ 3.5 VOLTAGE TO CURRENT CONVERTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

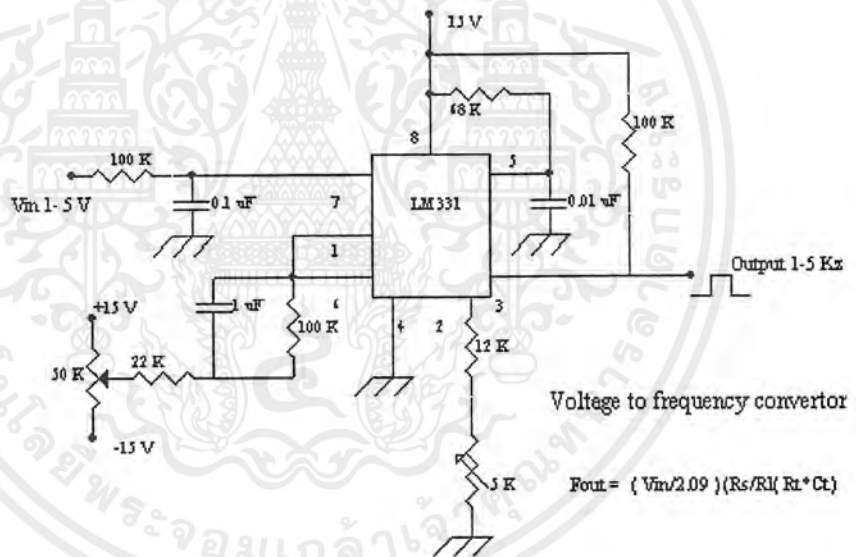
ตารางผลการทดลองที่ 3.5

VIN (V)	V1 (V)	V2 (V)	V3 (V)	IOUT (mA)
1	1	1.94	0.74	4
1.5	1.62	2.94	1.30	6
2	2.06	3.44	2.08	8
2.5	2.63	4.07	2.92	10
3	2.96	4.47	3.29	12
3.5	3.17	5.13	3.96	14
4	3.95	5.53	4.37	16
4.5	4.56	6.22	5.05	18
5	5.06	6.3	5.61	20

หลักการทํางาน

วงจร Voltage To Current Converter สัญญาณอินพุตที่เข้ามาจะมีค่า 1 ถึง 5 Volt ส่วนสัญญาณที่ออกทาง เอาท์พุท จะมีค่า 4 ถึง 20 mA โดยในวงจรจะใช้ Op-amp 741 ซึ่งทำหน้าที่เป็น วงขยายความแตกต่าง และจะใช้ ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC1815 และ 2N3053 ซึ่งจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณ โดยการต่อเป็นแบบ คาร์ลิ่งตันซึ่งจะได้ค่าของอัตราขยายให้สูงขึ้น ส่วน 2SC1815 จะทำหน้าที่ลดสัญญาณที่เข้ามาทางขาเบสให้มีค่าลดน้อยลง โดยในวงจรจะใช้ไดโอด 1N914 ป้อนกันไม่ให้ TR3 เสียหายเนื่องจากไฟลบทที่เข้ามา และการกำหนดค่ากระแสของวงจรจะขึ้นอยู่กับ Zener ไดโอดเบอร์ 1N4743 ซึ่งจะมีค่าแรงดัน 13 โวลต์ และในกรณีที่ค่ากระแสได้จากการทดลอง มีค่าไม่เสถียรภาพ เราจะใช้ VR 200 โอห์ม เป็นตัวปรับให้ได้ค่าที่ถูกต้องมาตรฐาน

VOLTAGE TO FREQUENCY CONVERTOR



รูปที่ 3.6 VOLTAGE TO FREQUENCY CONVERTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

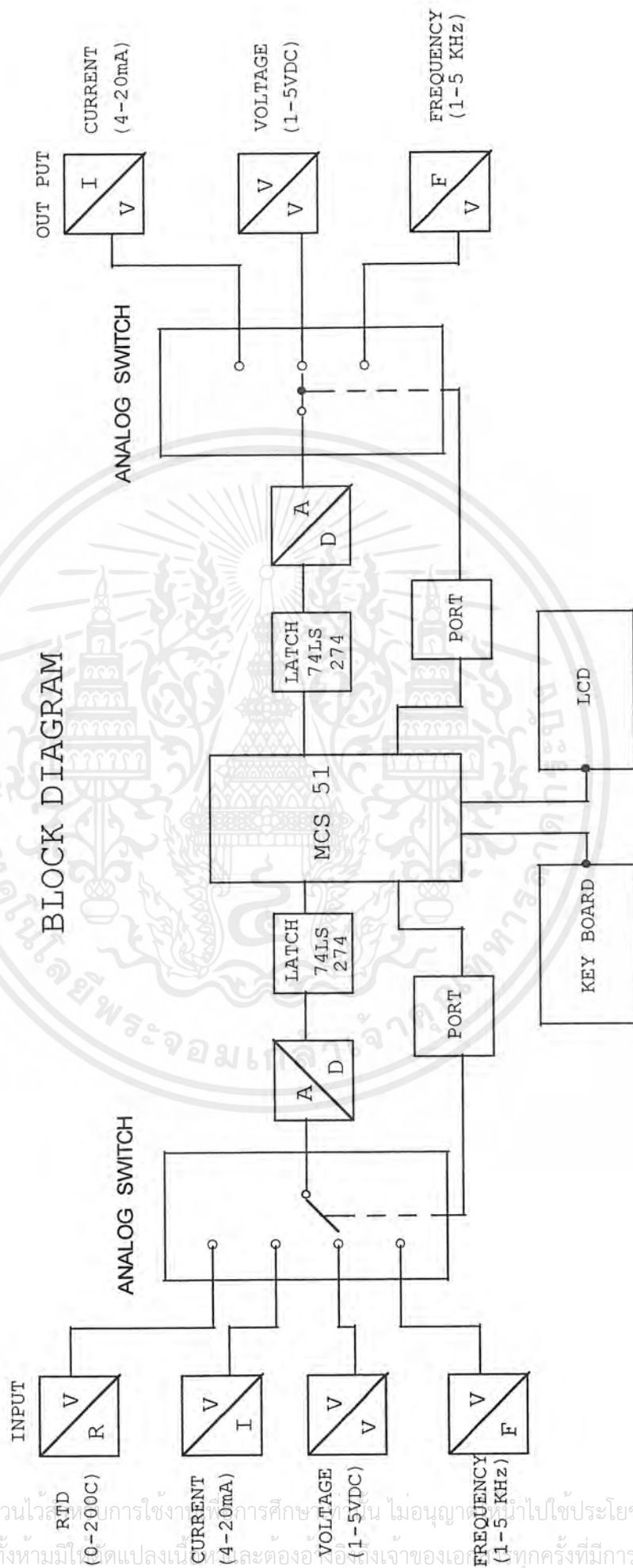
ตารางผลการทดลองที่ 3.6

VOLTAGE (V)	FREQUENCY (KHZ)
1.00	1.00
2.00	2.00
3.00	3.00
4.00	4.00
5.00	5.00

$$F_{OUT} = (V_{IN} / 2.09) (R_S / R_L (R_{TCT}))$$

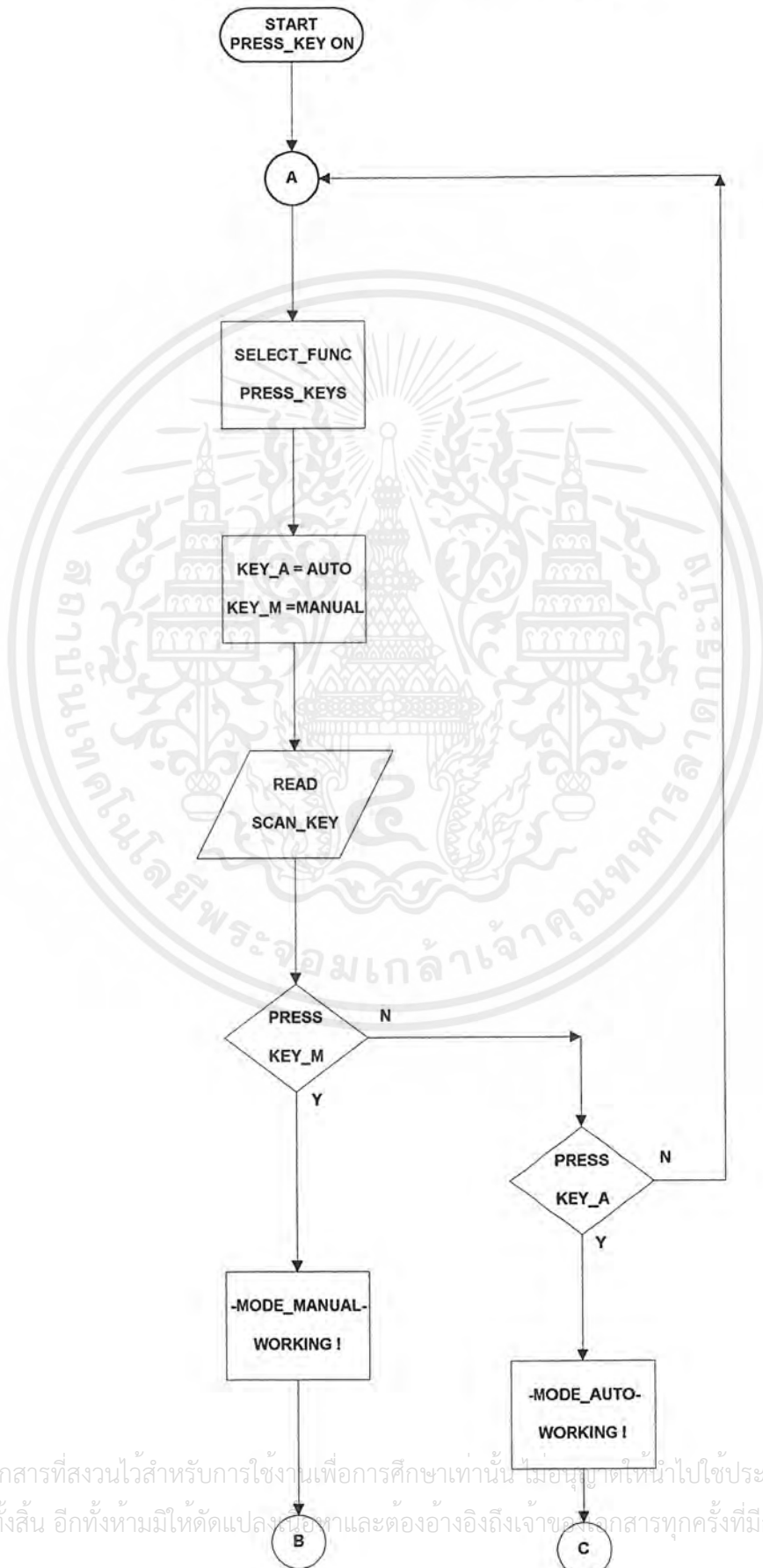
หลักการทํางาน

วงจร Voltage to Frequency convertor สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุทจะเป็นสัญญาณแรงดันที่มีค่า 1 ถึง 5 โวลต์ และสัญญาณที่ออกทางเอาต์พุทจะเป็นสัญญาณความถี่ที่มีค่า ตั้งแต่ 1 ถึง 5 KHz หลักการของวงจรจะใช้ LM331 เป็นตัวแปลงจากแรงดันเป็นความถี่ ซึ่ง LM331 จะเป็นไอซี เสถียรภาพในเชิงเส้นสูง แรงดันอินพุทจะเข้ามาที่ขา 7 และสัญญาณที่ออกทางเอาต์พุทจะออกทางขา 3 โดยที่ขา 3 ของวงจะต่อ R 100k จากแรงดัน Vcc แล้วป้อนกลับมายังขา 3 เพื่อให้สัญญาณทางเอาต์พุทมีค่าสูงขึ้น และที่ขา 2 ที่ต่อ VR 5 k นั้นจะใช้ในกรณีที่สัญญาณที่ออกทางเอาต์พุทมีค่าไม่ตรงตามค่ามาตรฐานเราก็สามารถปรับค่าความถี่ตามที่ต้องการได้

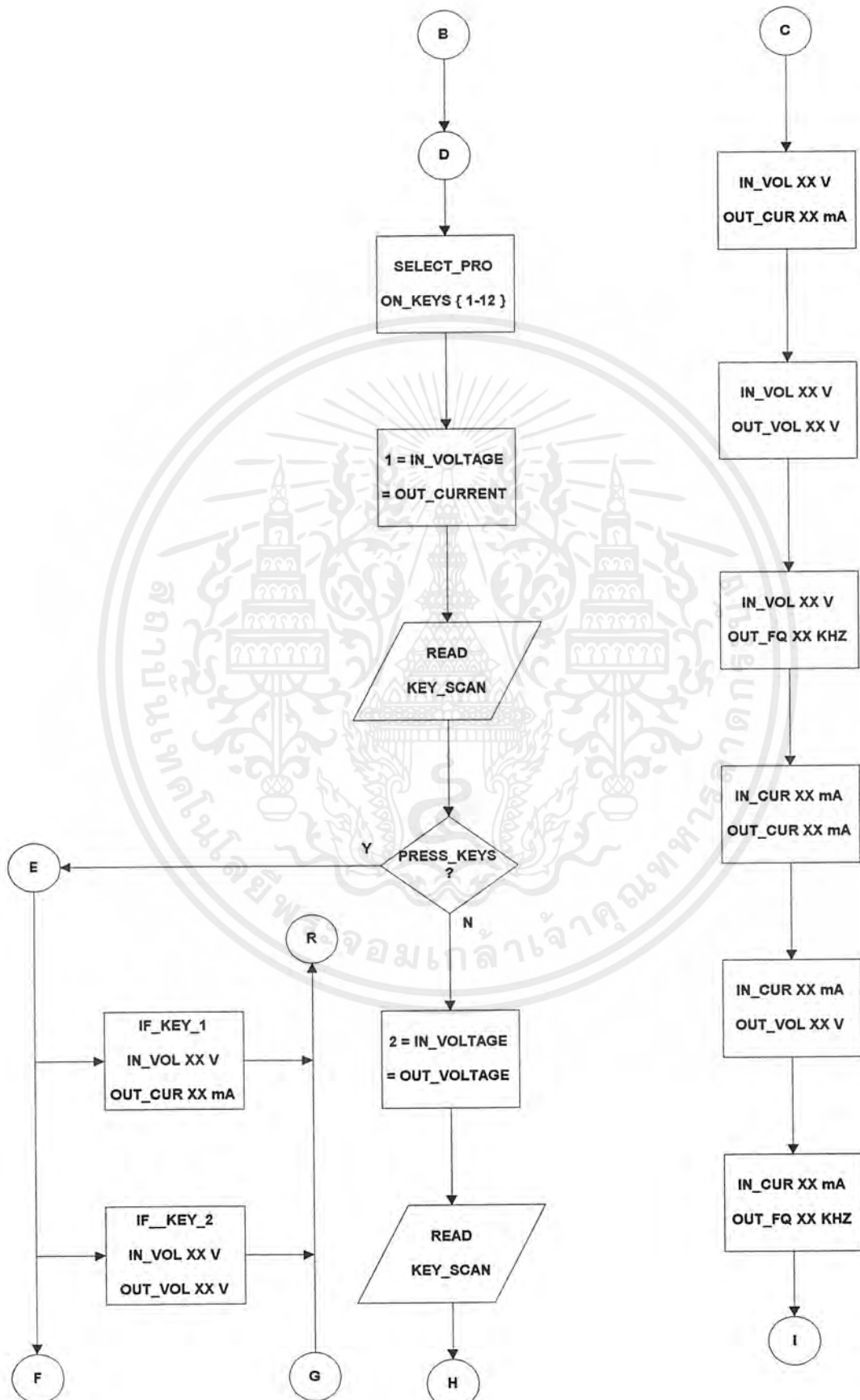


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ (คัดลอก, แก้ไข, หรือเผยแพร่) โดยผู้ใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร
 ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

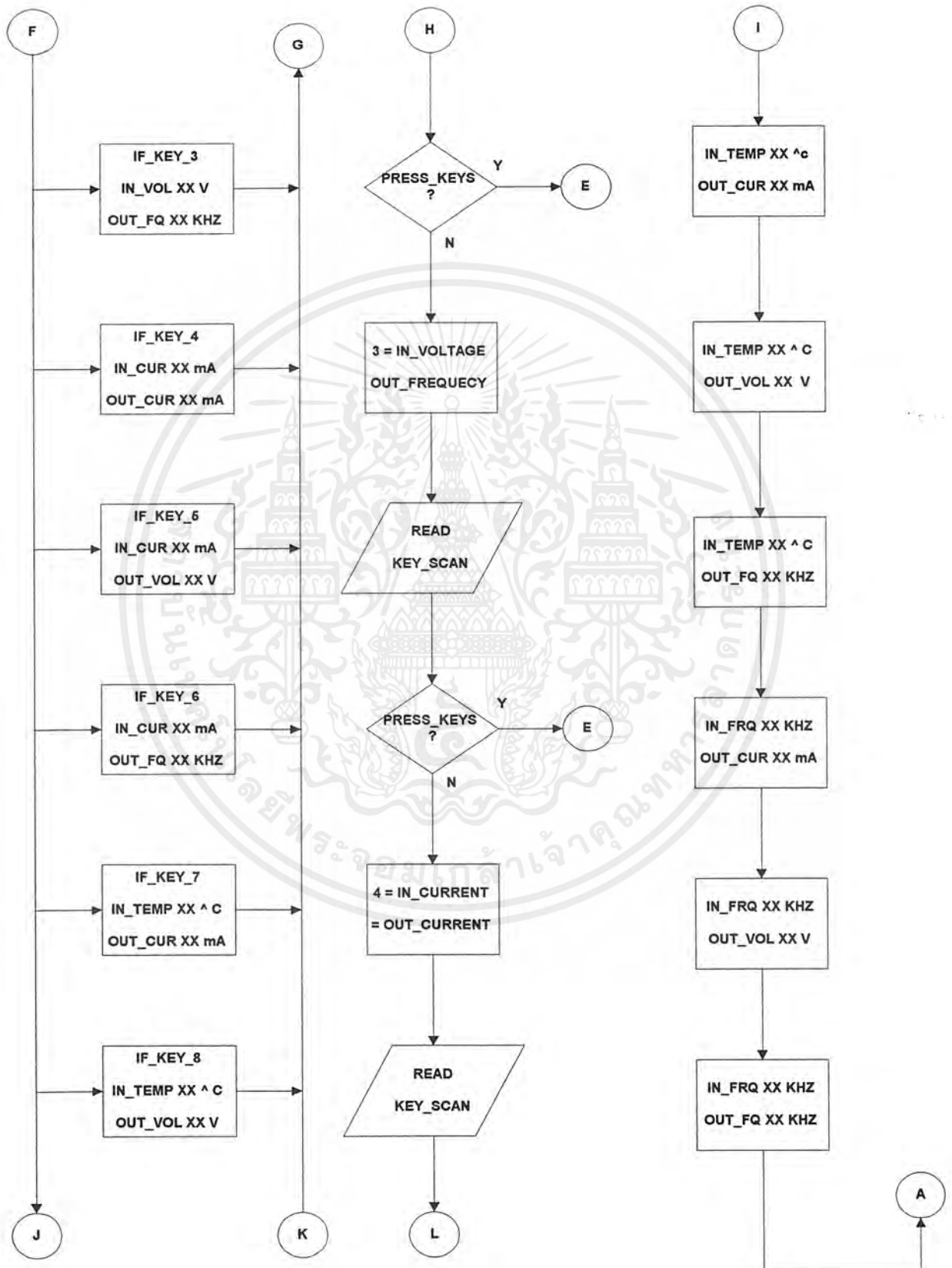
รูปที่ 3.8 ผังภูมิแสดงถึงการทำงานของโปรแกรม



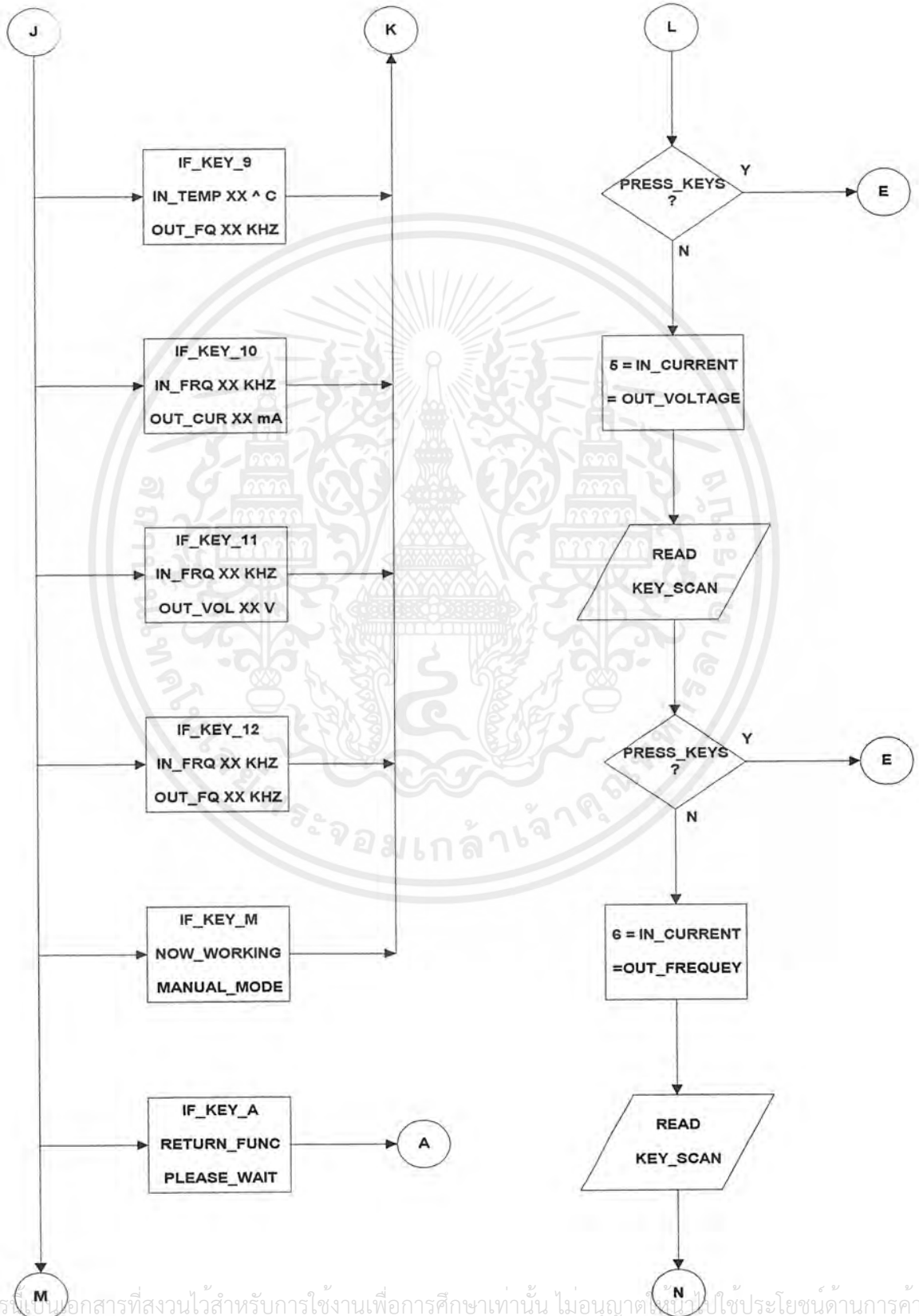
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



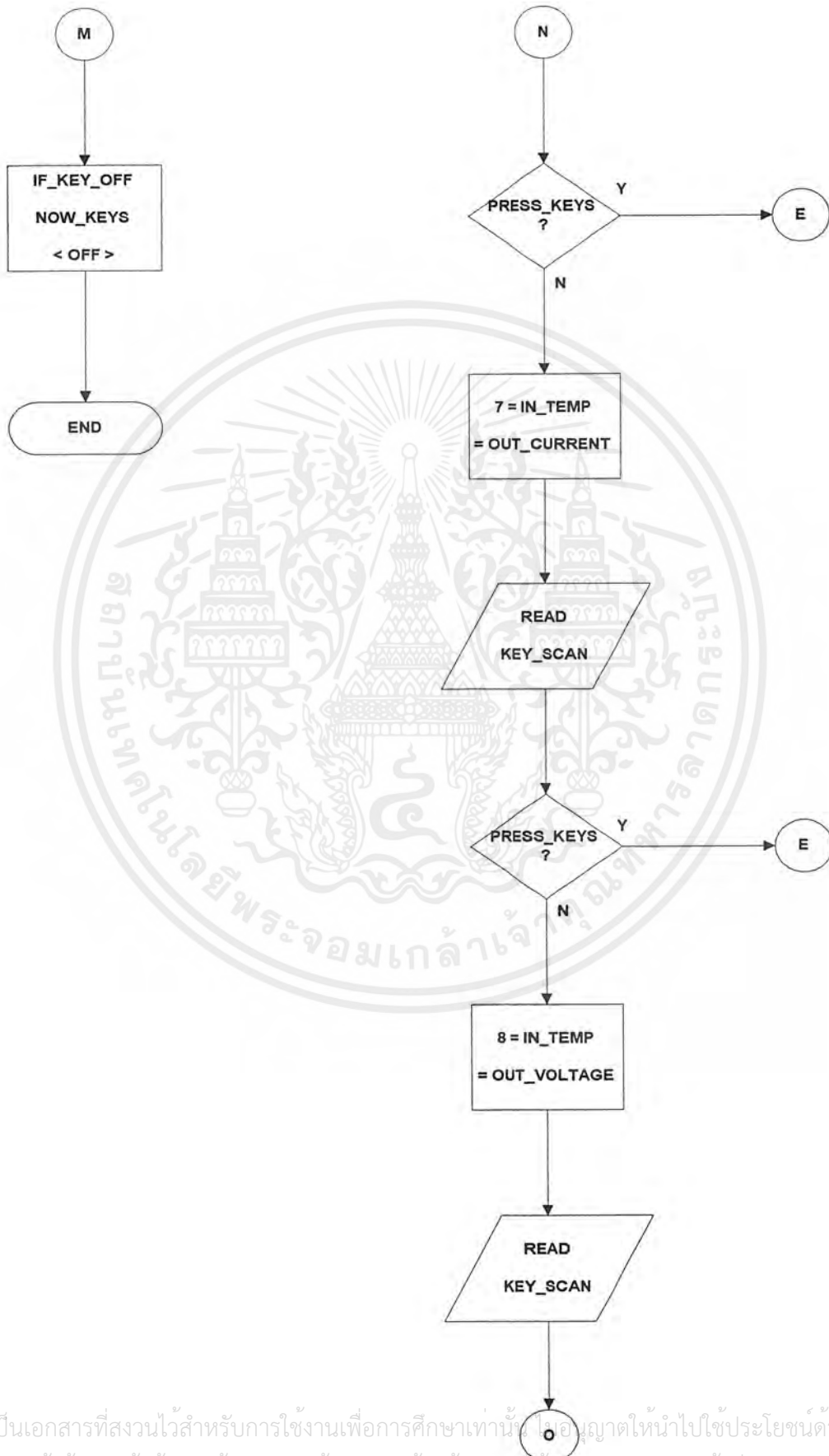
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



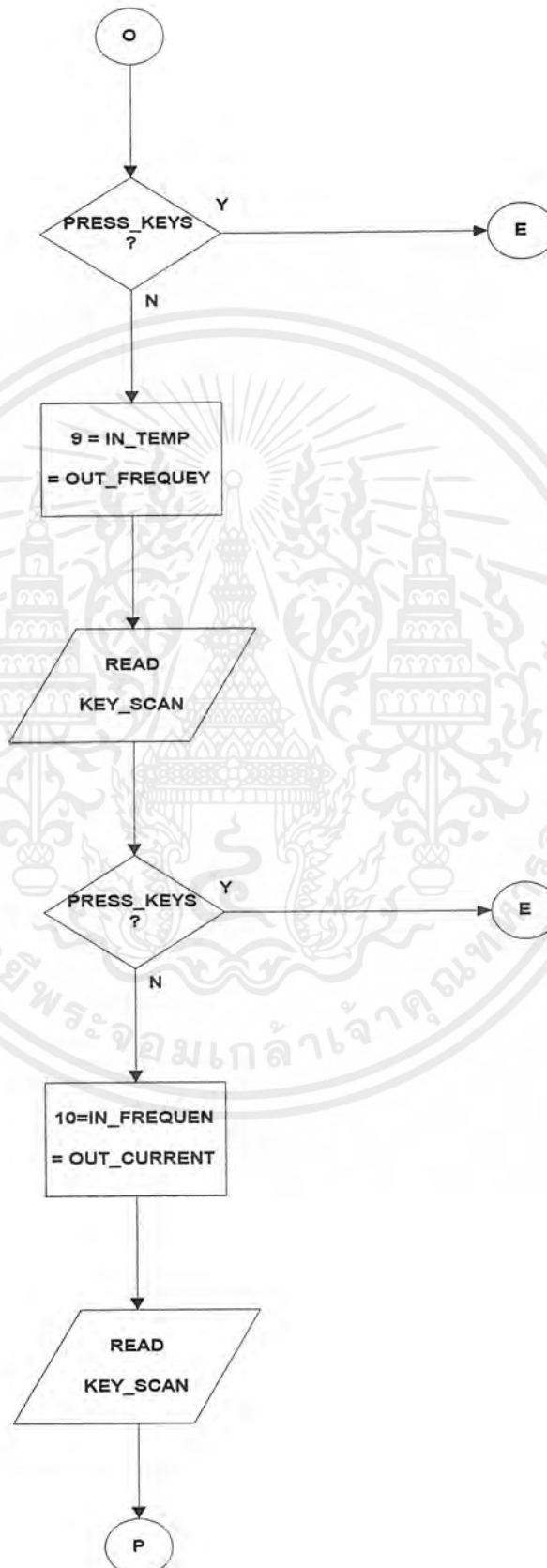
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



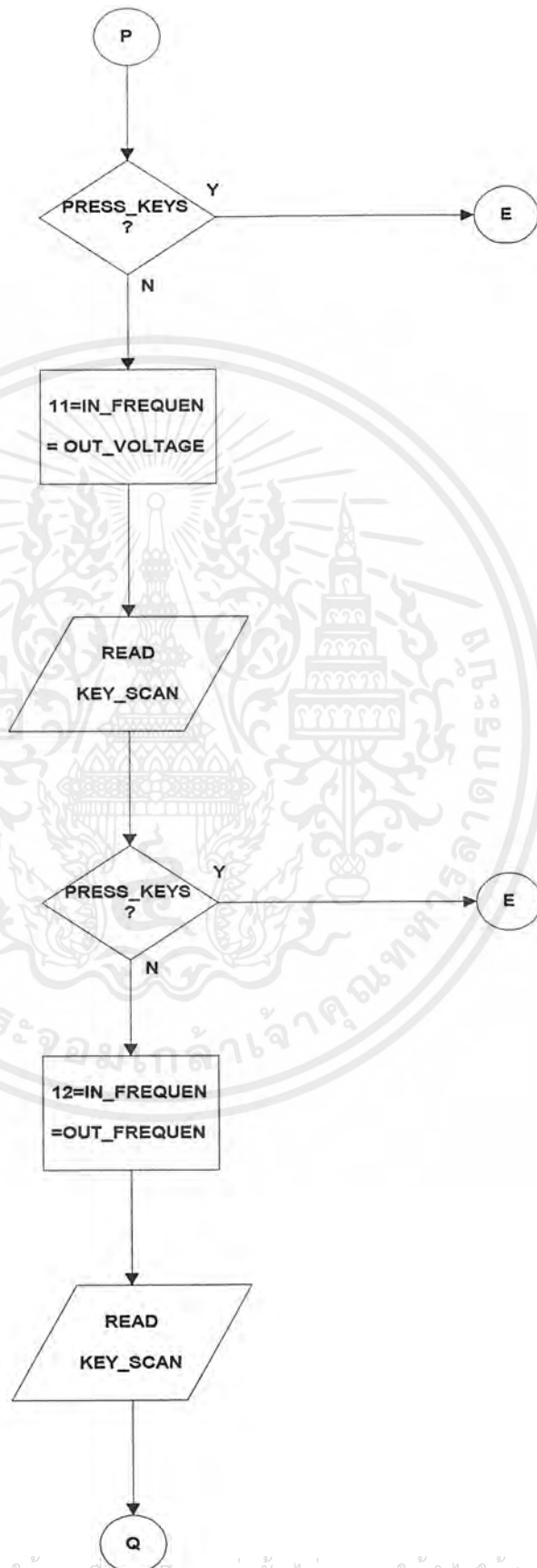
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



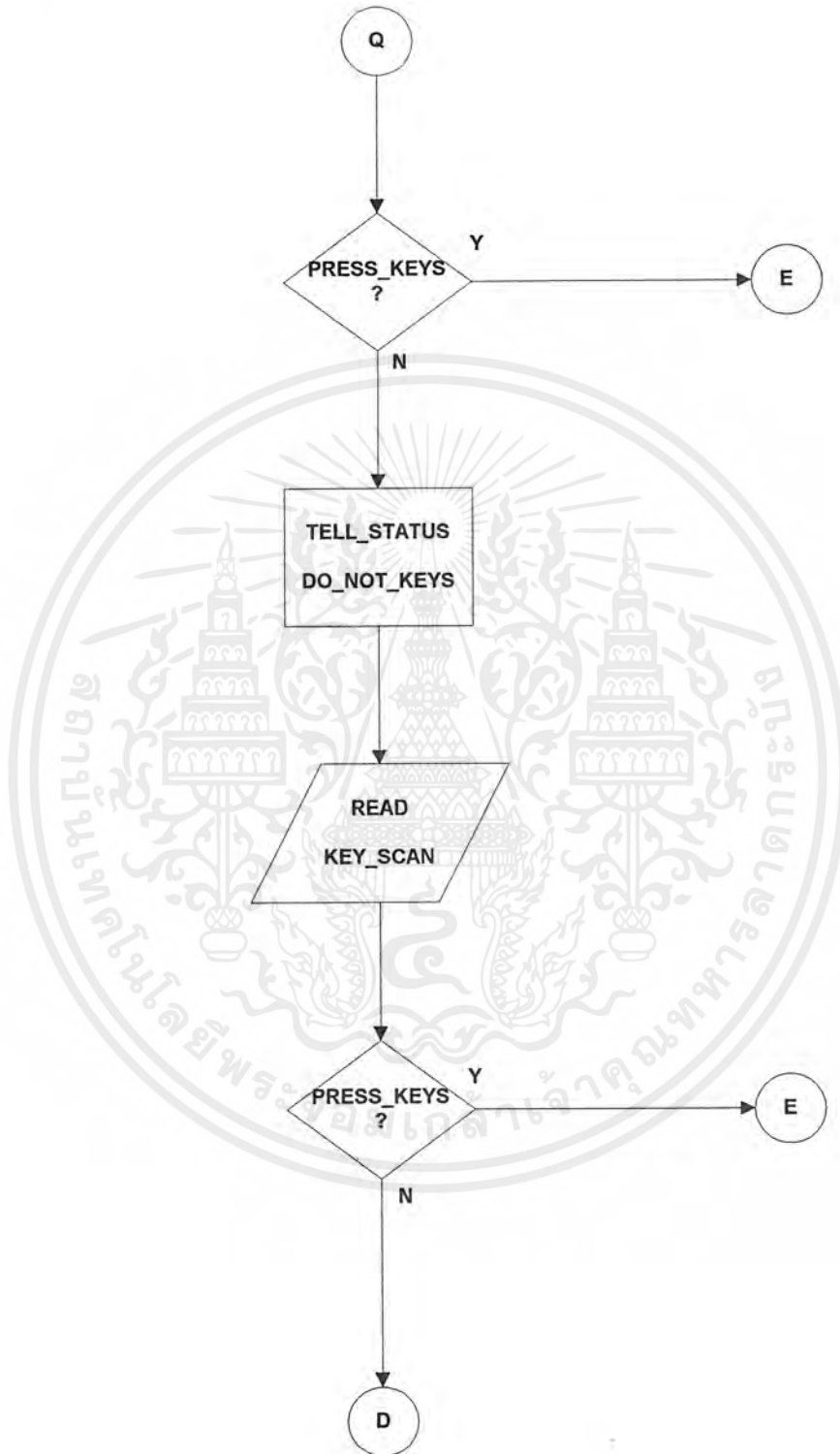
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

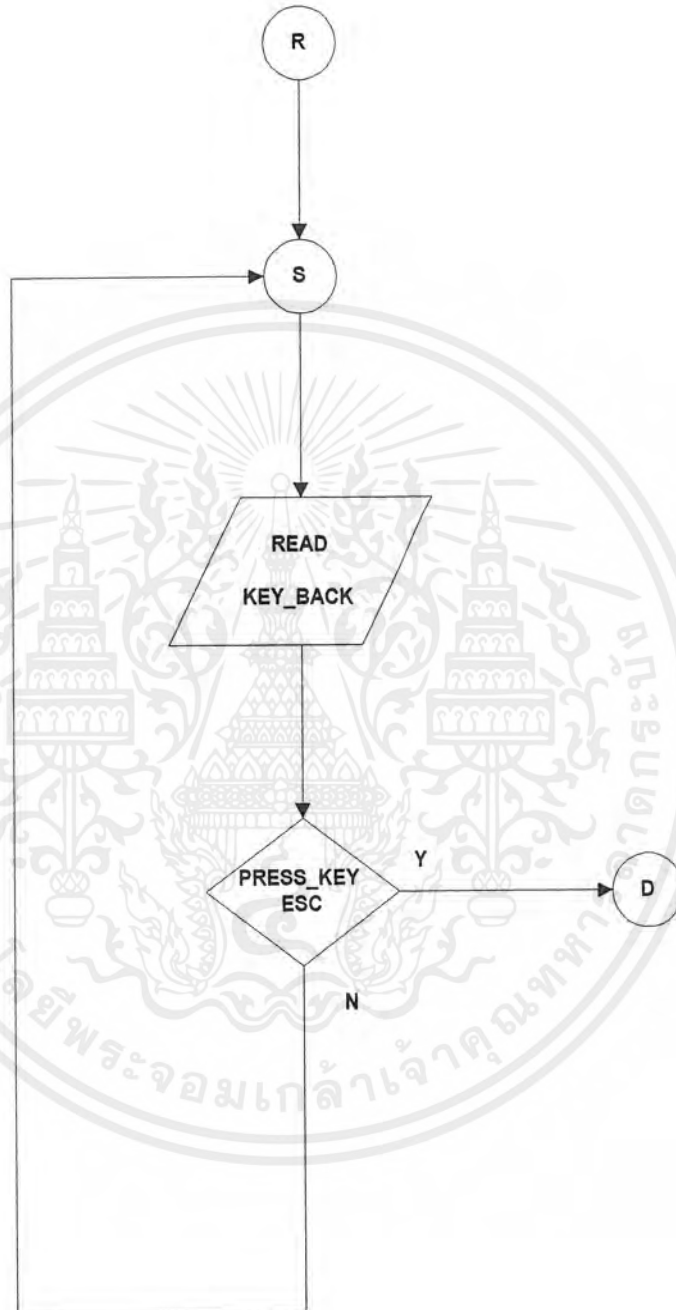


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GO_TO_SELECT PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



THE PART OF KEY_BACK WORKING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในส่วนของการทดลองและผลการทดลองในเครื่อง Programmable signal conditioner จะต้องประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองในภาคต่างๆ ดังนี้

- ส่วนทางด้าน Hardware
- ส่วนทางด้าน Software

ซึ่งเมื่อทำการรวมส่วนประกอบทางด้านของ Software และทางด้านของ Hardware แล้วจะทำให้ได้เป็นเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม โดยในบทของการทดลองและผลของการทดลอง บทที่ 4 นั้นจะกล่าวถึง หลักการใช้เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมนี้ อีกทั้งยังได้แสดงผลของการทดลองที่ได้บันทึกไว้ด้วย รวมถึงได้มีการบันทึกภาพที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจะมีการต่อเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมเข้ากับ เครื่องมือวัดประเภทต่างๆ เช่น มัลติมิเตอร์, ออสซิลโลสโคป เพื่อทำการทดสอบค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผล (Display) กับค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดดังกล่าว

หลักการในการใช้เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม

เมื่อเริ่มต้นโดยการกด key ซึ่งเป็นแบบ Dot matrix 4*4 โดยจะต้องกด คีย์ ON/ESC จะทำให้เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมทำงาน โดยในสถานะแรกจะเป็นการแสดงในส่วนของภาค MAIN MENU เพื่อให้สามารถเลือกฟังก์ชันการทำงาน โดยในเครื่องแปลงสัญญาณแบบ โปรแกรม นี้จะมีอยู่ 2 โหมดการทำงานคือ

- โหมด MANUAL (คีย์ M)
- โหมด AUTO (คีย์ A)

ซึ่งเราจะต้องทำการกดคีย์ A หรือ คีย์ M เพื่อที่จะเข้าสู่การทำงานในแต่ละโหมด ถ้าเราทำการกดคีย์อื่น เครื่องแปลงสัญญาณแบบ โปรแกรมจะเพียงบอกสถานะของแต่ละคีย์เท่านั้น

ในส่วนการทำงานในโหมด MANUAL นั้นเครื่องแปลงสัญญาณแบบ โปรแกรมจะบอกถึงหน้าที่การทำงานในแต่ละคีย์ตั้งแต่ คีย์ 1-12 ดังตารางที่ 4.1 ข้างล่างนี้

12	11	10	OFF
9	8	7	ON
			ESC
6	5	4	A
3	2	1	M

ตารางที่ 4.1 แสดงตำแหน่งของคีย์

โดยแต่ละคีย์จะทำงานดังนี้คือ

- คีย์ 1 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น VOLTAGE และค่าของ OUTPUT คือ CURRENT
- คีย์ 2 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น VOLTAGE และค่าของ OUTPUT คือ VOLTAGE
- คีย์ 3 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น VOLTAGE และค่า OUTPUT คือ FREQUENCY
- คีย์ 4 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น CURRENT และค่า OUTPUT เป็น CURRENT
- คีย์ 5 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น CURRENT และค่า OUTPUT เป็น VOLTAGE

- คีย์ 6 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น CURRENT และค่า OUTPUT คือ FREQUENCY
- คีย์ 7 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น TEMP และค่าของ OUTPUT เป็น CURRENT
- คีย์ 8 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น TEMP และค่าของ OUTPUT เป็น VOLTAGE
- คีย์ 9 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น TEMP และค่าของ OUTPUT เป็น FREQUENCY
- คีย์ 10 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น FREQUENCY และค่า OUTPUT คือ CURRENT
- คีย์ 11 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น FREQUENCY และค่า OUTPUT คือ VOLTAGE
- คีย์ 12 จะเป็นการทำงานโดย INPUT เป็น FREQUENCY และค่าของ OUTPUT จะเป็นค่าของ FREQUENCY

ซึ่งในการเลือกการทำงานในแต่ละคีย์นี้ จะสามารถที่จะปรับค่าของแหล่งจ่ายให้มีการเปลี่ยนค่าได้ และในกรณีที่ต้องการจะเปลี่ยนค่าเป็น INPUT และ OUTPUT ตัวอื่น จะต้องทำการกดตัวคีย์ ON/ESC เพื่อกลับสู่สถานะเริ่มต้นในโหมด MANUAL หลังจากนั้นเราก็สามารถที่จะเลือกการทำงานได้โดยการกดคีย์ตามที่ต้องการ

การกลับเข้าสู่โหมด AUTO ในขณะที่ทำงานในโหมด MANUAL นั้นจะกระทำได้โดยต้องทำการกดคีย์ A 2 ครั้ง ซึ่งครั้งแรกจะเป็นการกดกลับเข้าสู่ MAIN MENU แล้วทำการกดคีย์ A ซ้ำเป็นครั้งที่ 2 เพื่อจะเข้าสู่โหมดการทำงานใน AUTO MODE

ในส่วนของการทำงานในโหมด AUTO จะเป็นการชี้ค่าของสถานะของ INPUT และค่าของ OUTPUT ในแต่ละคีย์กล่าวคือ ตั้งแต่คีย์ 1-12 โดยเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมจะทำการแสดงค่าตรวจจับเองโดยอัตโนมัติ (ซึ่งไม่ต้องกดคีย์) การแสดงค่าที่ตรวจจับได้ในแต่ละค่าของ INPUT และ OUTPUT จะเป็นค่าที่มีการป้อนเข้าเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมในสถานะสุดท้าย และเมื่อการทำงานในโหมด AUTO เสร็จแล้วก็จะกลับไปยัง MAIN MENU อีกครั้ง และจะสามารถเลือกเมนูการทำงานในแต่ละโหมดได้

- คีย์ OFF นี้จะเป็นคีย์ที่เมื่อกดในโหมดการทำงาน เมื่อทำการกดคีย์นี้จะทำให้เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมจะหยุดทำงาน

ผลการทดลองที่อ่านค่าได้จากเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม

- ตารางที่ 4.2 INPUT เป็น VOLTAGE และ OUTPUT เป็น CURRENT

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (V)	OUTPUT (mA)
0	1.00	4.00
25	2.00	8.00
50	3.00	12.00
75	4.00	16.00
100	5.00	20.00

- ตารางที่ 4.3 INPUT เป็น VOLTAGE และ OUTPUT เป็น VOLTAGE

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (V)	OUTPUT (V)
0	1.00	1.00
25	2.00	2.00
50	3.00	3.00
75	4.00	4.00
100	5.00	5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางที่ 4.4 INPUT เป็น VOLTAGE และ OUTPUT เป็น FREQUENCY

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (V)	OUTPUT (KHZ)
0	1.00	1.00
25	2.00	2.00
50	3.00	3.00
75	4.00	4.00
100	5.00	5.00

- ตารางที่ 4.5 INPUT เป็น CURRENT และ OUTPUT เป็น CURRENT

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (mA)	OUTPUT (mA)
0	4.00	4.00
25	8.00	8.00
50	12.00	12.00
75	16.00	16.00
100	20.00	20.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางที่ 4.6 INPUT เป็น CURRENT และ OUTPUT เป็น VOLTAGE

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (mA)	OUTPUT (V)
0	4.00	1.00
25	8.00	2.00
50	12.00	3.00
75	16.00	4.00
100	20.00	5.00

- ตารางที่ 4.7 INPUT เป็น CURRENT และ OUTPUT เป็น FREQUENCY

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (mA)	OUTPUT (KHZ)
0	4.00	1.00
25	8.00	2.00
50	12.00	3.00
75	16.00	4.00
100	20.00	5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางที่ 4.8 INPUT เป็น TEMP และ OUTPUT เป็น CURRENT

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (C°)	OUTPUT (mA)
0	0.00	4.00
25	180.0	8.00
50	360.0	12.00
75	450.0	16.00
100	620.0	20.00

- ตารางที่ 4.9 INPUT เป็น TEMP และ OUTPUT เป็น VOLTAGE

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (C°)	OUTPUT (V)
0	0.00	1.00
25	180.0	2.00
50	360.0	3.00
75	450.0	4.00
100	620.0	5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางที่ 4.10 INPUT เป็น TEMP และ OUTPUT เป็น FREQUENCY

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (C°)	OUTPUT (KHZ)
0	0.00	1.00
25	180.0	2.00
50	360.0	3.00
75	450.0	4.00
100	620.0	5.00

- ตารางที่ 4.11 INPUT เป็น FREQUENCY และ OUTPUT เป็น CURRENT

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (KHZ)	OUTPUT (mA)
0	1.00	4.00
25	2.00	8.00
50	3.00	12.00
75	4.00	16.00
100	5.00	20.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางที่ 4.12 INPUT เป็น FREQUENCY และ OUTPUT เป็น VOLTAGE

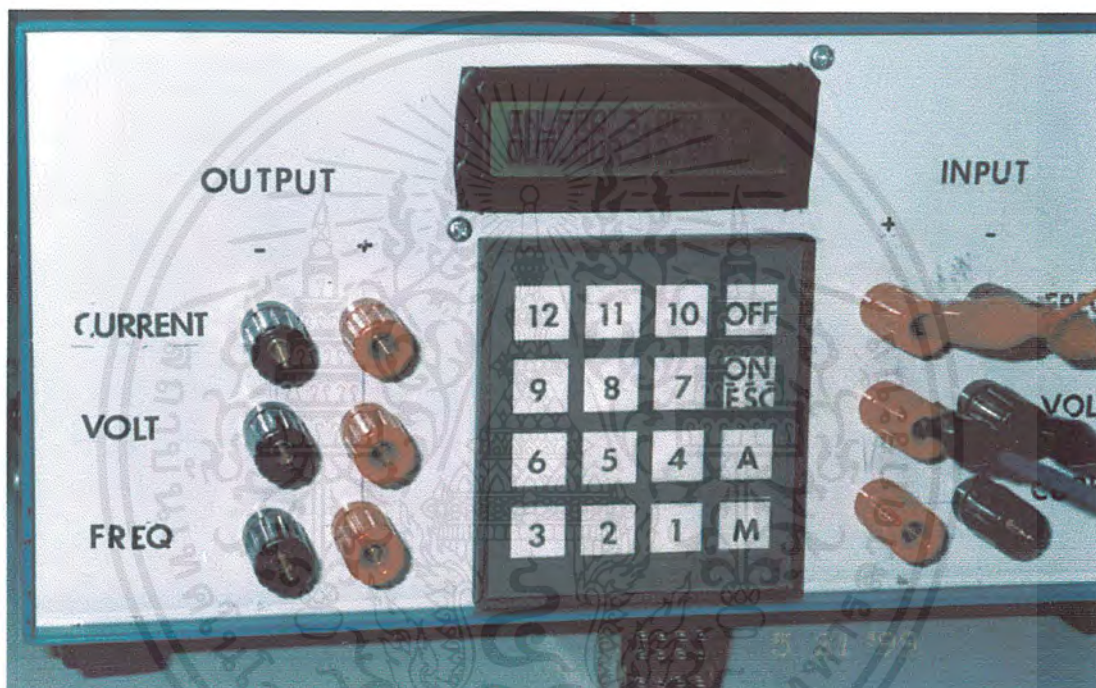
เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (KHZ)	OUTPUT (V)
0	1.00	1.00
25	2.00	2.00
50	3.00	3.00
75	4.00	4.00
100	5.00	5.00

- ตารางที่ 4.13 INPUT เป็น FREQUENCY และ OUTPUT เป็น FREQUENCY

เปอร์เซ็นต์ (%)	INPUT (KHZ)	OUTPUT (KHZ)
0	1.00	1.00
25	2.00	2.00
50	3.00	3.00
75	4.00	4.00
100	5.00	5.00

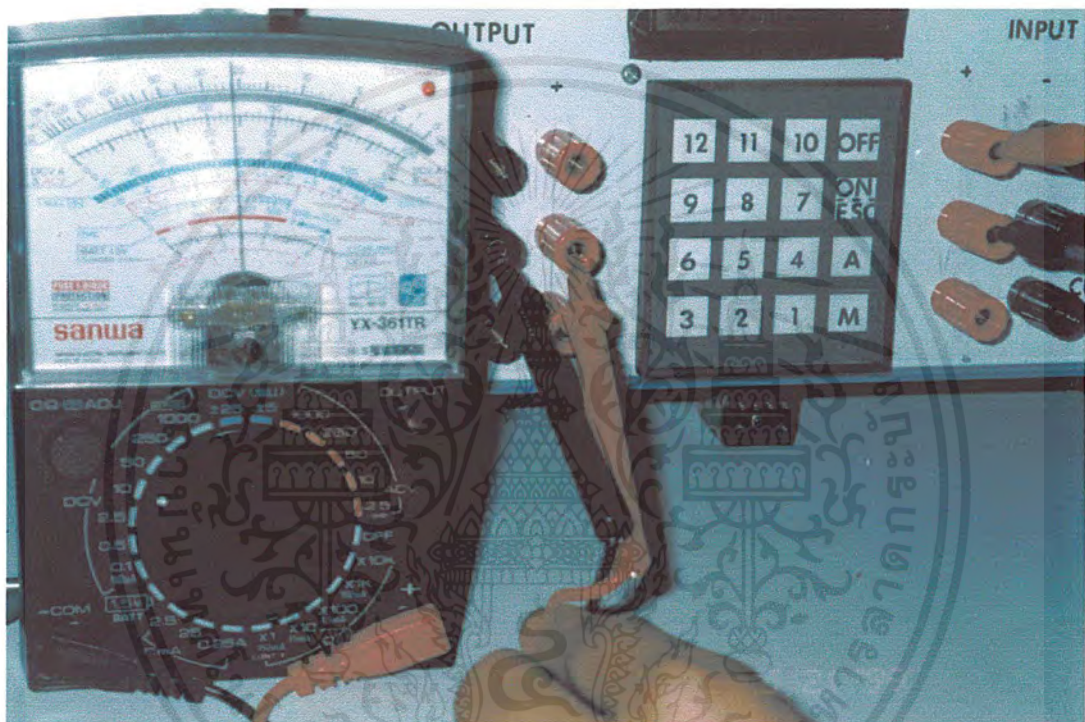
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของผลการทดลองในส่วนของ Software จะแสดงถึงการต่อเครื่องแปลงสัญญาณแบบ โปรแกรมเข้ากับเครื่องมือวัดเพื่อทำการทดสอบดูว่าค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผล (Display) ว่าค่าที่อ่านได้มีค่าเท่ากับเครื่องมือวัดหรือไม่ ซึ่งเราสามารถดูได้จากรูป



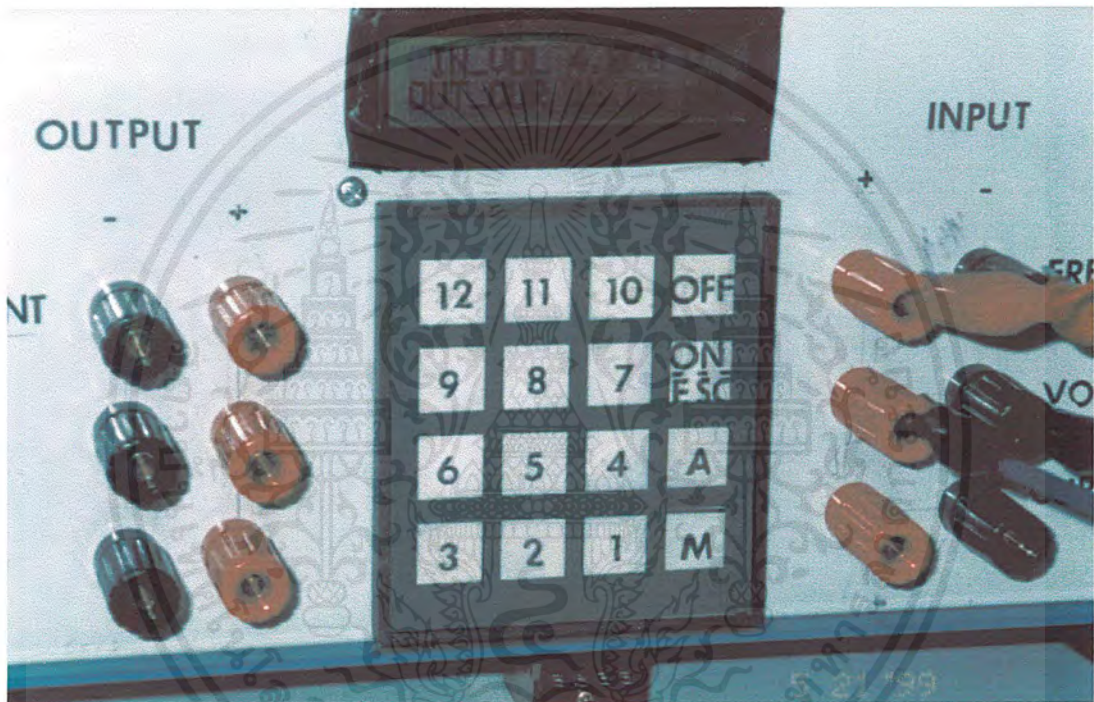
รูปที่ 4.1 แสดงค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผลมีค่า INPUT 3.000 KHZ และ OUTPUT 12.00 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



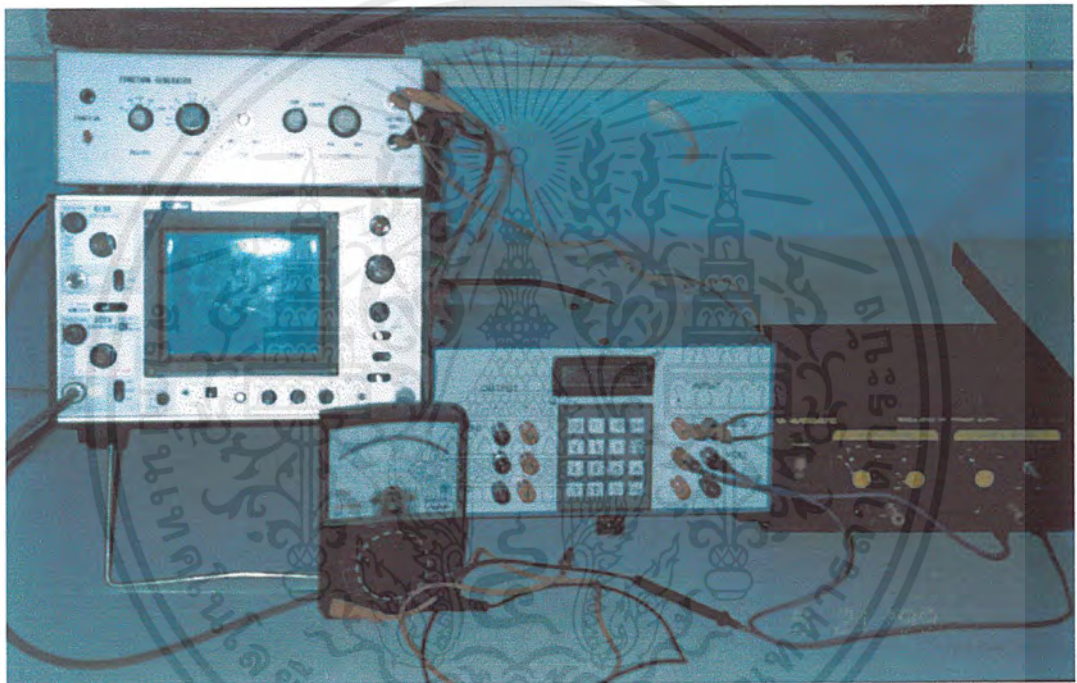
รูปที่ 4.2 แสดงการต่อเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมเข้ากับมัลติมิเตอร์เพื่อตรวจสอบค่าที่วัดได้จากจอแสดงผลที่ INPUT 5.000 V และ OUTPUT 5.000 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผลโดยมีค่า INPUT 4.000 V และ OUTPUT 16.00 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดง การต่อเครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมเข้ากับมัลติมิเตอร์, ออสซิลโลสโคป, เพาเวอร์ซัพพลาย และ เครื่องกำเนิดความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์และบทสรุป

ปัญหาและวิธีการแก้ไขในขณะทำการทดลอง

ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลอง

1. ในการประกอบวงจรใช้งานแต่ละวงจรนำมารวมกัน จะเกิดปัญหาขึ้น โดยวงจรจะไม่สามารถ Balance กัน ซึ่งทำให้ผลการทดลองที่ได้ในแต่ละ ของวงจรเกิดการผิดเพี้ยนไปได้ค่าไม่ตรงตามค่ามาตรฐานตามที่กำหนดไว้
2. การรบกวนที่เกิดจากอำนาจสนามแม่เหล็กจากหม้อแปลงไฟฟ้าในชุดแหล่งจ่ายไฟ

วิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลอง

1. ทดลองปรับวงจรเพื่อที่จะให้วงจรแต่ละวงจร Balance กันรวมทั้งหาวิธีอื่นๆ โดยใช้ $C = 0.1\mu F$ คั่นระหว่างวงจรแต่ละวงจรเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดจากการกวนกันของสัญญาณ
2. ทำการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนของสนามแม่เหล็กจากหม้อแปลง

สรุป

เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรม (Programmable signal conditioner) จะอาศัยหลักการ ทำงานโดยการ โปรแกรมจากตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์และจะมีวงจรแปลงสัญญาณแบบต่างๆ เป็นส่วนประกอบในการควบคุม ซึ่งได้แสดงถึงรายละเอียดต่างๆ ในแต่ละวงจรแล้วข้างต้น

เครื่องแปลงสัญญาณแบบ โปรแกรม (Programmable signal conditioner) นี้ทางผู้จัดตั้งเห็น ถึงประโยชน์ในการทำโครงการพิเศษชุดนี้ เนื่องด้วยในปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผลิต สูงๆจะต้องมีการสำรอง เครื่องมือในการแปลงค่าสัญญาณเพื่อไว้ ในกรณีฉุกเฉิน หรือเกิดในกรณี ระบบเกิดการขัดข้องขึ้นมา เครื่องแปลงสัญญาณแบบโปรแกรมจะสามารถช่วย ในการแก้ปัญหา ดังกล่าวได้ซึ่งลักษณะเด่นของเครื่องแปลงสัญญาณ จะมี ข้อดีที่ตรงที่ว่าจะมีอินพุตและ เอาต์พุตที่มีมากกว่าหนึ่งจึงทำให้ช่วยลดปัญหา ในเรื่องระบบเกิดความขัดข้องได้ และไม่ต้องเสียเวลาในการ ซ่อมบำรุงโดยการ โปรแกรมสัญญาณที่ต้องการเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามในการทำโครงการพิเศษ ชุดนี้นั้นเป็นเพียงชุดทดลองเท่านั้น ซึ่งทางคณะผู้จัดทำมีความหวังว่าในอนาคตข้างหน้าโปรเจกต์ ชุดนี้นั้นจะได้รับการปรับปรุงให้สามารถนำไปใช้งานได้จริง



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Semiconductor

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805

Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS8080A derivative control bus with TRI-STATE[®] output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

Differential analog voltage inputs allow increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

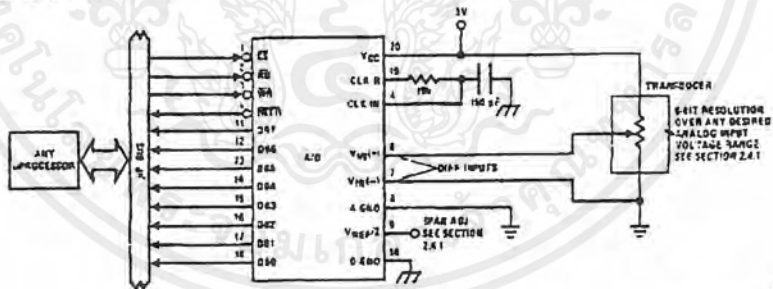
- Compatible with 8080 μ P derivatives—no interfacing logic needed - access time - 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC}, 2.5 V_{DC}, or an iog span adjusted voltage reference

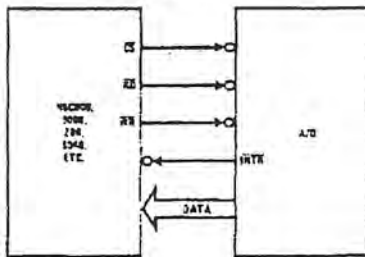
Key Specifications

- Resolution: 8 bit
- Total error: $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time: 100 μ s

Typical Applications



8080 Interface



Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)

Part Number	Full-Scale Adjusted	V _{REF/2} = 2.500 V _{DC} (No Adjustments)	V _{REF/2} = No Connection (No Adjustments)
ADC0801	$\pm 1/4$ LSB		
ADC0802		$\pm 1/2$ LSB	
ADC0803	$\pm 1/2$ LSB		
ADC0804		± 1 LSB	
ADC0805			± 1 LSB

TRI-STATE[®] is a registered trademark of National Semiconductor Corp.
 Z-80[®] is a registered trademark of Zilog Corp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Continued)

The following specifications apply for $V_{CC} = 5V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
CONTROL INPUTS (Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)						
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.8	V_{DC}
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 5 V_{DC}$		0.005	1	μA_D
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 0 V_{DC}$	-1	-0.005		μA_D
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_{T+}	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_{T-}	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" CLK R Output Voltage	$I_O = 360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" CLK R Output Voltage	$I_O = -360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND INTR						
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage Data Outputs INTR Output	$I_{OUT} = 1.6 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$ $I_{OUT} = 1.0 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4 0.4	V_{DC} V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -360 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -10 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	$V_{OUT} = 0 V_{DC}$ $V_{OUT} = 5 V_{DC}$	-3		3	μA_D μA_D
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, $T_A = 25^\circ C$	4.5	6		mA_D
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC} , $T_A = 25^\circ C$	9.0	16		mA_D
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current)	$f_{CLK} = 640 kHz$, $V_{REF}/2 = NC$, $T_A = 25^\circ C$ and $CS = 5V$				
	ADC0801/02/03/04/LCJ/05			1.1	1.8	mA
	ADC0804/LCN/LCV/LCWM			1.9	2.5	mA

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the D Gnd.

Note 3: A zener diode exists, internally, from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of 7 V_{DC} .

Note 4: For $V_{IN(-)}$ & $V_{IN(+)}$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V as high level analog inputs (5V) can cause the input diode to conduct—especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. This spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{DC} to 5 V_{DC} input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.950 V_{DC} over temperature variations, initial tolerance and loading.

Note 5: Accuracy is guaranteed at $f_{CLK} = 540 kHz$. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.

Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 6 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched, see Figure 2 and section 2.0.

Note 7: The CS input is assumed to bracket the WR strobe input and therefore timing is dependent on the WR pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the WR pulse (see timing diagrams).

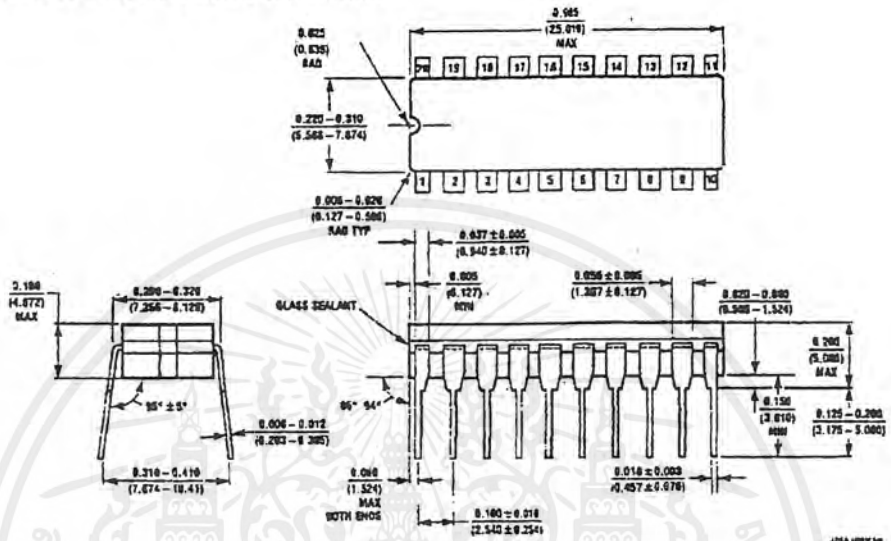
Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and Figure 5.

Note 9: The $V_{REF}/2$ pin is the center point of a two-resistor divider connected from V_{CC} to ground. In all versions of the ADC0801, ADC0802, ADC0803, an ADC0806, and in the ADC0804/LCJ, each resistor is typically 10 k Ω . In all versions of the ADC0804 except the ADC0804/LCJ, each resistor is typically 2.2 k Ω .

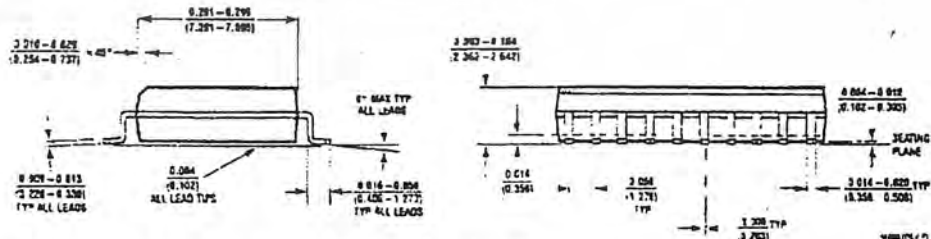
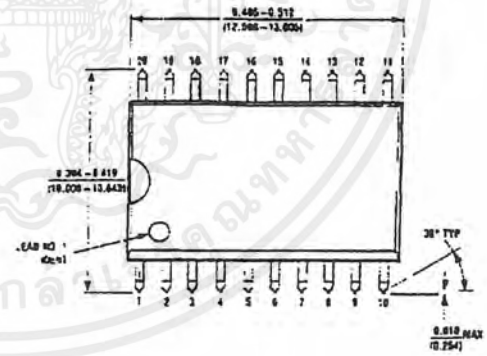
Note 10: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)



Dual-In-Line Package (J)
 Order Number ADC0801LJ, ADC0802LJ, ADC0801LCJ,
 ADC0802LCJ, ADC0803LCJ or ADC0804LCJ
 ADC0802LJ/883 or 5962-9096601MRA
 NS Package Number J20A



SO Package (M)
 Order Number ADC0802LCWM, ADC0803LCWM or ADC0804LCWM
 NS Package Number M20B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

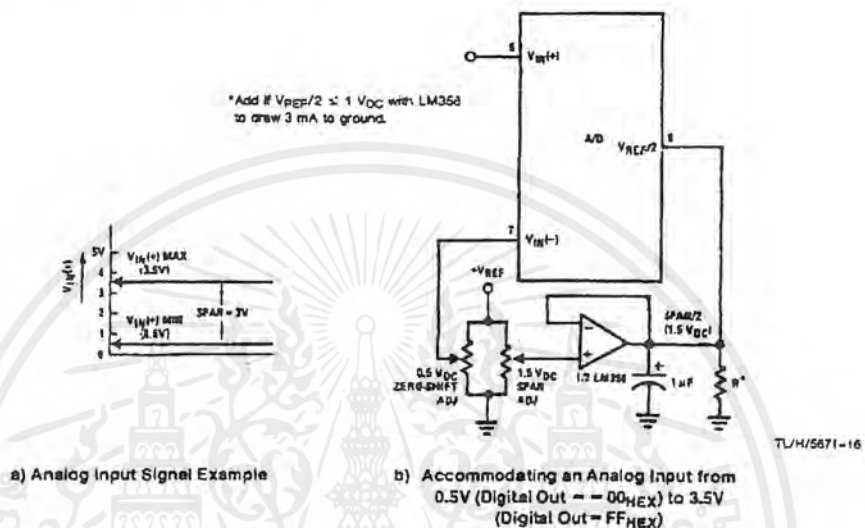


FIGURE 5. Adapting the A/D Analog Input Voltages to Match an Arbitrary Input Signal Range

2.4.2 Reference Accuracy Requirements

The converter can be operated in a ratiometric mode or an absolute mode. In ratiometric converter applications, the magnitude of the reference voltage is a factor in both the output of the source transducer and the output of the A/D converter and therefore cancels out in the final digital output code. The ADC0805 is specified particularly for use in ratiometric applications with no adjustments required. In absolute conversion applications, both the initial value and the temperature stability of the reference voltage are important factors in the accuracy of the A/D converter. For $V_{REF}/2$ voltages of 2.4 V_{DC} nominal value, initial errors of ± 10 mV_{DC} will cause conversion errors of ± 1 LSB due to the gain of 2 of the $V_{REF}/2$ input. In reduced span applications, the initial value and the stability of the $V_{REF}/2$ input voltage become even more important. For example, if the span is reduced to 2.5V, the analog input LSB voltage value is correspondingly reduced from 20 mV (5V span) to 10 mV and 1 LSB at the $V_{REF}/2$ input becomes 5 mV. As can be seen, this reduces the allowed initial tolerance of the reference voltage and requires correspondingly less absolute change with temperature variations. Note that spans smaller than 2.5V place even tighter requirements on the initial accuracy and stability of the reference source.

In general, the magnitude of the reference voltage will require an initial adjustment. Errors due to an improper value of reference voltage appear as full-scale errors in the A/D transfer function. IC voltage regulators may be used for references if the ambient temperature changes are not excessive. The LM336B 2.5V IC reference diode (from National Semiconductor) has a temperature stability of 1.8 mV typ (6 mV max) over $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$. Other temperature range parts are also available.

2.5 Errors and Reference Voltage Adjustments

2.5.1 Zero Error

The zero of the A/D does not require adjustment. If the minimum analog input voltage value, $V_{IN(MIN)}$, is not ground a zero offset can be done. The converter can be made to output 0000 0000 digital code for this minimum input voltage by biasing the A/D $V_{IN(-)}$ input at this $V_{IN(MIN)}$ value (see Applications section). This utilizes the differential mode operation of the A/D.

The zero error of the A/D converter relates to the location of the first user of the transfer function and can be measured by grounding the $V_{IN(-)}$ input and applying a small magnitude positive voltage to the $V_{IN(+)}$ input. Zero error is the difference between the actual DC input voltage that is necessary to just cause an output digital code transition from 0000 0000 to 0000 0001 and the ideal $1/2$ LSB value ($1/2$ LSB = 9.8 mV for $V_{REF}/2 = 2.500$ V_{DC}).

2.5.2 Full-Scale

The full-scale adjustment can be made by applying a differential input voltage that is $1 1/2$ LSB less than the desired analog full-scale voltage range and then adjusting the magnitude of the $V_{REF}/2$ input (pin 9 or the V_{CC} supply if pin 9 is not used) for a digital output code that is just changing from 1111 1110 to 1111 1111.

Functional Description (Continued)

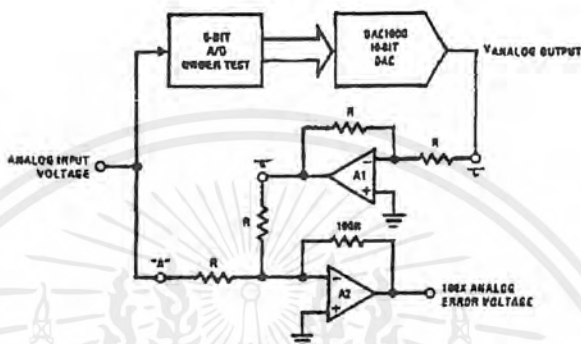


FIGURE 8. A/D Tester with Analog Error Output



FIGURE 9. Basic "Digital" A/D Tester

TL/H/5871-19

TABLE I. DECODING THE DIGITAL OUTPUT LEDs

HEX	BINARY	FRACTIONAL BINARY VALUE FOR		OUTPUT VOLTAGE CENTER VALUES WITH $V_{REF}/2 = 2.560 V_{DC}$	
		MS GROUP	LS GROUP	VMS GROUP*	VLS GROU
F	1 1 1 1	15/16	15/256	4.800	0.300
E	1 1 1 0	7/8	7/128	4.480	0.280
D	1 1 0 1	13/16	13/256	4.160	0.260
C	1 1 0 0	3/4	3/64	3.840	0.240
B	1 0 1 1	11/16	11/256	3.520	0.220
A	1 0 1 0	5/8	5/128	3.200	0.200
9	1 0 0 1	9/16	9/256	2/880	0.180
8	1 0 0 0	1/2	1/32	2/560	0.160
7	0 1 1 1	7/16	7/256	2.240	0.140
6	0 1 1 0	3/8	3/128	1.920	0.120
5	0 1 0 1	5/16	2/256	1.600	0.100
4	0 1 0 0	1/4	1/64	1/280	0.080
3	0 0 1 1	3/16	3/256	0.960	0.060
2	0 0 1 0	1/8	1/128	0.640	0.040
1	0 0 0 1	1/16	1/256	0.320	0.020
0	0 0 0 0			0	0

*Display Output = VMS Group - VLS Group

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Logic Control Inputs	-0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	260°C
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation at $T_A = 25^\circ\text{C}$	875 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	800V

Operating Ratings (Notes 1 & 2)

Temperature Range	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$
ADC0801/02LJ, ADC0802LJ/883	-55°C $\leq T_A \leq$ +125°C
ADC0801/02/03/04LCJ	-40°C $\leq T_A \leq$ +85°C
ADC0801/02/03/05LCN	-40°C $\leq T_A \leq$ +85°C
ADC0804LCN	0°C $\leq T_A \leq$ +70°C
ADC0802/03/04LCV	0°C $\leq T_A \leq$ +70°C
ADC0802/03/04LCWM	0°C $\leq T_A \leq$ +70°C
Range of V_{CC}	4.5 V_{DC} to 6.3 V_{DC}

Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{DC}$, $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ and $f_{CLK} = 640$ kHz unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/4$	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			$\pm 1/2$	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/2$	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			± 1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$ -No Connection			± 1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05 ADC0804 (Note 9)	2.5 0.75	8.0 1.1		k Ω k Ω
Analog Input Voltage Range	(Note 4) $V(+)$ or $V(-)$	Gnd-0.05		$V_{CC} + 0.05$	V_{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		$\pm 1/8$	$\pm 1/8$	LSB
Power Supply Sensitivity	$V_{CC} = 5 V_{DC} \pm 10\%$ Over Allowed $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ Voltage Range (Note 4)		$\pm 1/8$	$\pm 1/8$	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{DC}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

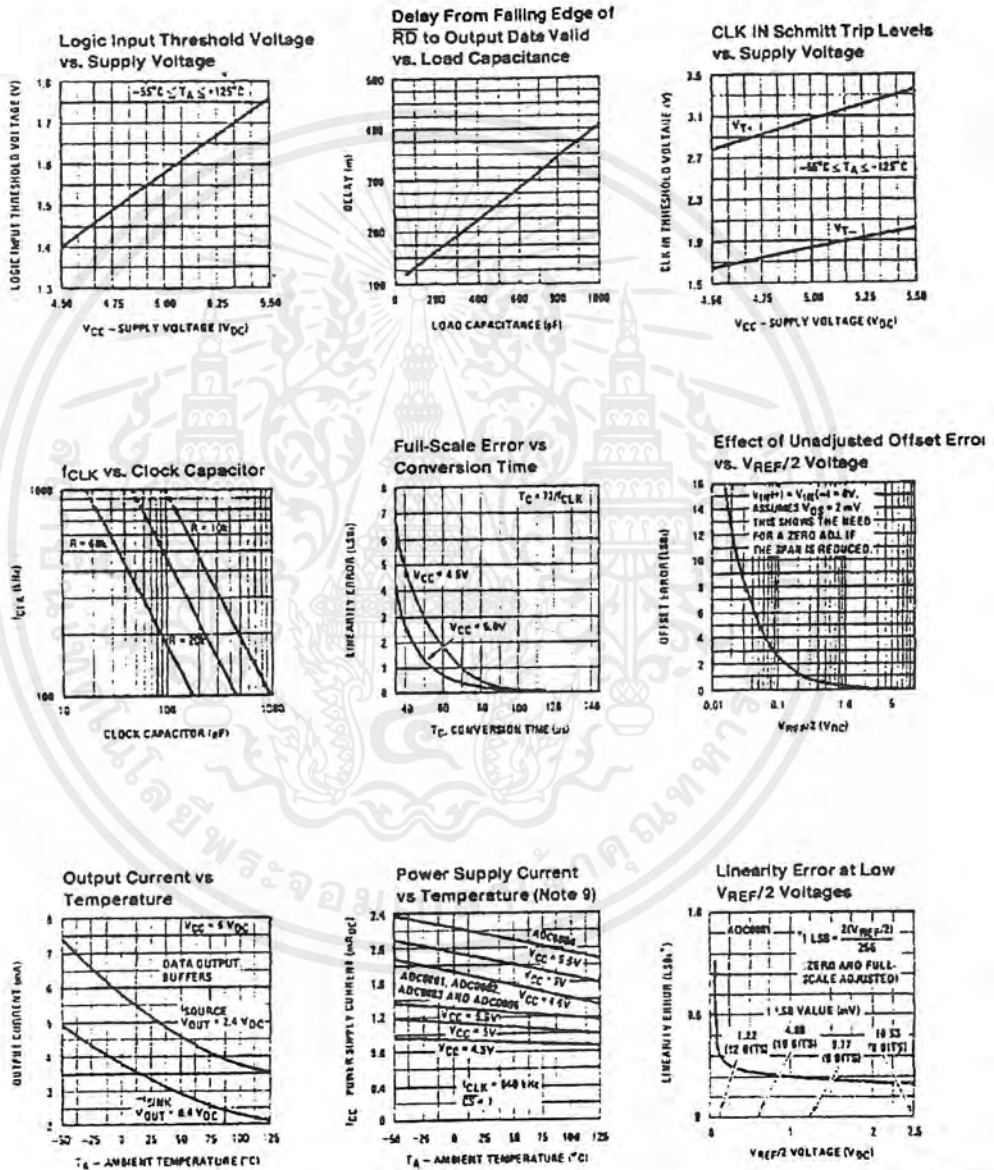
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T_C	Conversion Time	$f_{CLK} = 640$ kHz (Note 6)	103		114	μs
T_C	Conversion Time	(Notes 5, 6)	66		73	1/ f_{CLK}
f_{CLK}	Clock Frequency Clock Duty Cycle	$V_{CC} = 5V$, (Note 5) (Note 5)	100 40	640	1460 60	kHz %
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	INTR tied to WR with CS = 0 V_{DC} , $f_{CLK} = 640$ kHz	8770		9708	conv/s
$t_{W(WR)L}$	Width of WR Input (Start Pulse Width)	CS = 0 V_{DC} (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of RD to Output Data Valid)	$C_L = 100$ pF		135	200	ns
t_{1H}, t_{0H}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of RD to Hi-Z State)	$C_L = 10$ pF, $R_L = 10k$ (See TRI-STATE Test Circuits)		125	200	ns
t_{W}, t_{RI}	Delay from Falling Edge of WR or RD to Reset of INTR			300	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF

CONTROL INPUTS [Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately]

$V_{IN}(1)$	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 5.25 V_{DC}$	2.0	15	V_{DC}
-------------	-------------------------------------------------	------------------------	-----	----	----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics



TLU4/5871-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

1.0 UNDERSTANDING A/D ERROR SPECS

A perfect A/D transfer characteristic (staircase waveform) is shown in *Figure 1a*. The horizontal scale is analog input voltage and the particular points labeled are in steps of 1 LSB (19.53 mV with 2.5V tied to the $V_{REF}/2$ pin). The digital output codes that correspond to these inputs are shown as $D-1$, D , and $D+1$. For the perfect A/D, not only will center-value ($A-1$, A , $A+1$, . . .) analog inputs produce the correct output digital codes, but also each riser (the transitions between adjacent output codes) will be located $= 1/2$ LSB away from each center-value. As shown, the risers are ideal and have no width. Correct digital output codes will be provided for a range of analog input voltages that extend $\pm 1/2$ LSB from the ideal center-values. Each tread (the range of analog input voltage that provides the same digital output code) is therefore 1 LSB wide.

Figure 1b shows a worst case error plot for the ADC0801. All center-valued inputs are guaranteed to produce the correct output codes and the adjacent risers are guaranteed to be no closer to the center-value points than $= 1/2$ LSB. In

other words, if we apply an analog input equal to the center value $\pm 1/2$ LSB, we guarantee that the A/D will produce the correct digital code. The maximum range of the position of the code transition is indicated by the horizontal arrow and is guaranteed to be no more than $1/2$ LSB.

The error curve of *Figure 1c* shows a worst case error plot for the ADC0802. Here we guarantee that if we apply an analog input equal to the LSB analog voltage center-value the A/D will produce the correct digital code.

Next to each transfer function is shown the corresponding error plot. Many people may be more familiar with error plots than transfer functions. The analog input voltage to the A/D is provided by either a linear ramp or by the discrete output steps of a high resolution DAC. Notice that the error is continuously displayed and includes the quantization uncertainty of the A/D. For example the error at point 1 of *Figure 1* is $+1/2$ LSB because the digital code appeared $1/2$ LSB in advance of the center-value of the tread. The error plot always has a constant negative slope and the abrupt up side steps are always 1 LSB in magnitude.

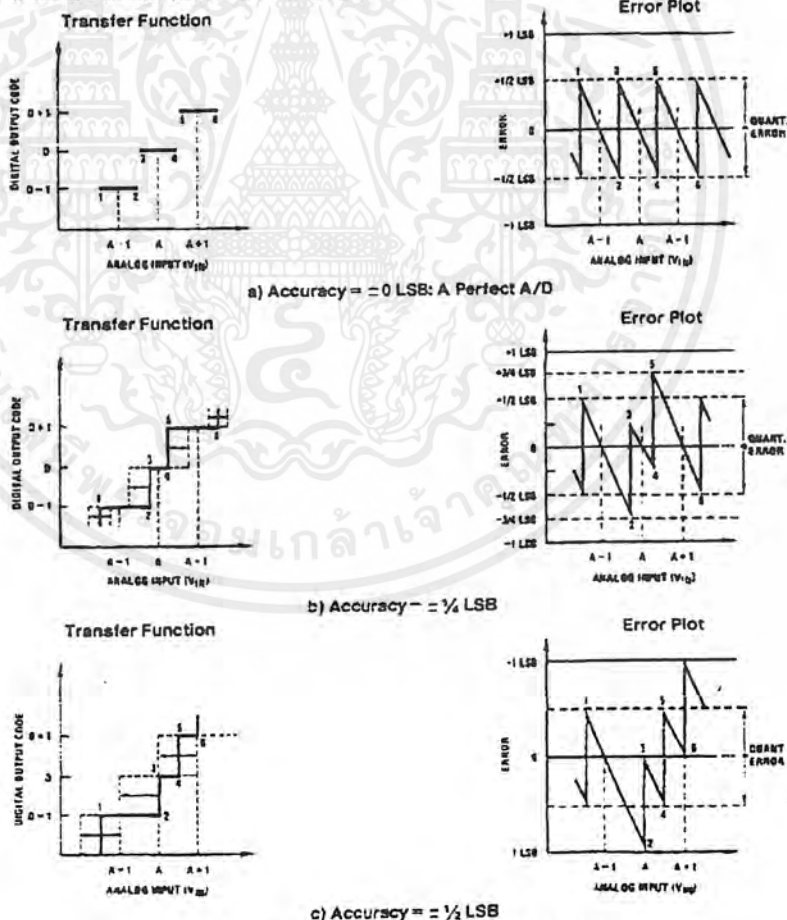


FIGURE 1. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter

TL/45671-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

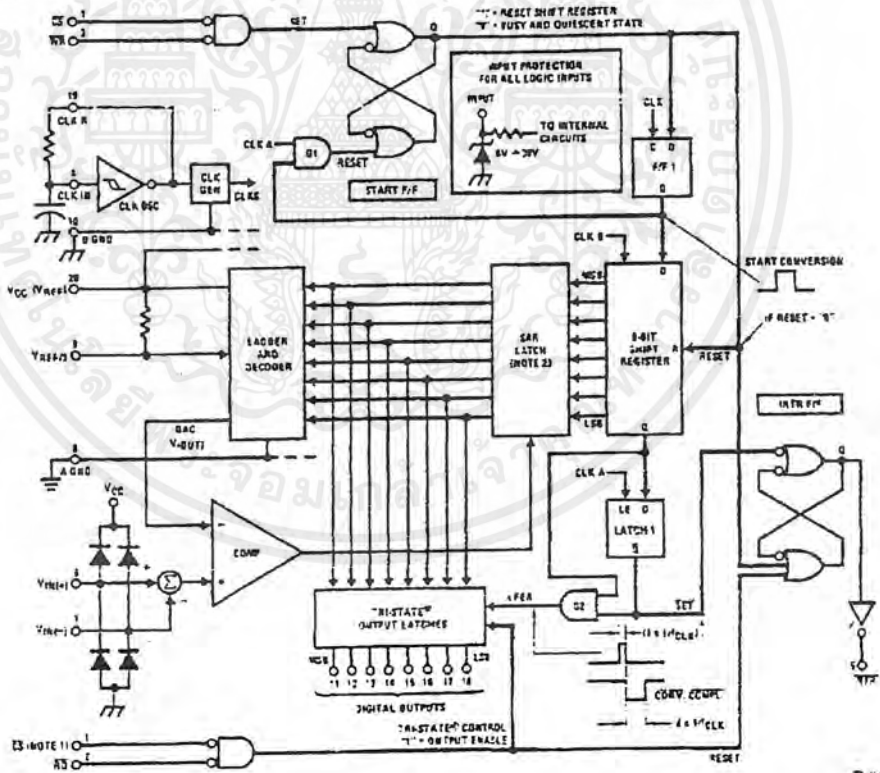
2.0 FUNCTIONAL DESCRIPTION

The ADC0601 series contains a circuit equivalent of the 256R network. Analog switches are sequenced by successive approximation logic to match the analog difference input voltage $[V_{IN}(+) - V_{IN}(-)]$ to a corresponding tap on the R network. The most significant bit is tested first and after 8 comparisons (64 clock cycles) a digital 8-bit binary code (1111 1111 = full-scale) is transferred to an output latch and then an interrupt is asserted (\overline{INTR} makes a high-to-low transition). A conversion in process can be interrupted by issuing a second start command. The device may be operated in the free-running mode by connecting \overline{INTR} to the \overline{WR} input with $\overline{CS} = 0$. To ensure start-up under all possible conditions, an external \overline{WR} pulse is required during the first power-up cycle.

On the high-to-low transition of the \overline{WR} input the internal SAR latches and the shift register stages are reset. As long as the \overline{CS} input and \overline{WR} input remain low, the A/D will remain in a reset state. Conversion will start from 1 to 8 clock periods after at least one of these inputs makes a low-to-high transition.

A functional diagram of the A/D converter is shown in Figure 2. All of the package pinouts are shown and the major logic control paths are drawn in heavier weight lines.

The converter is started by having \overline{CS} and \overline{WR} simultaneously low. This sets the start flip-flop (F/F) and the resulting "1" level resets the 8-bit shift register, resets the Interrupt (\overline{INTR}) F/F and inputs a "1" to the D flop, F/F1, which is at the input end of the 8-bit shift register. Internal clock signals then transfer this "1" to the Q output of F/F1. The AND gate, G1, combines this "1" output with a clock signal to provide a reset signal to the start F/F. If the set signal is no longer present (either \overline{WR} or \overline{CS} is a "1") the start F/F is reset and the 8-bit shift register then can have the "1" clocked in, which starts the conversion process. If the set signal were to still be present, this reset pulse would have no effect (both outputs of the start F/F would momentarily be at a "1" level) and the 8-bit shift register would continue to be held in the reset mode. This logic therefore allows for wide \overline{CS} and \overline{WR} signals and the converter will start after at least one of these signals returns high and the internal clocks again provide a reset signal for the start F/F.



Note 1: \overline{CS} shown twice for clarity.
 Note 2: SAR = Successive Approximation Register.

FIGURE 2. Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

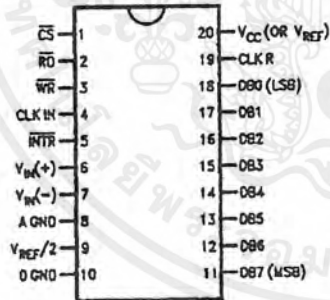
Ordering Information

TEMP RANGE		0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	-40°C TO +85°C
ERROR	= 1/4 Bit Adjusted				ADC0801LCN
	= 1/2 Bit Unadjusted	ADC0802LCWM	ADC0802LCV		ADC0802LCN
	= 1/2 Bit Adjusted	ADC0803LCWM	ADC0803LCV		ADC0803LCN
	= 1Bit Unadjusted	ADC0804LCWM	ADC0804LCV	ADC0804LCN	ADC0805LCN
PACKAGE OUTLINE		M20B—Small Outline	V20A—Chip Carrier		N20A—Molded DIP

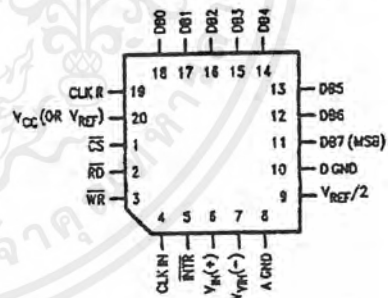
TEMP RANGE		-40°C TO +85°C	-55°C TO +125°C
ERROR	= 1/4 Bit Adjusted	ADC0801LCJ	ADC0801LJ
	= 1/2 Bit Unadjusted	ADC0802LCJ	ADC0802LJ,
	= 1/2 Bit Adjusted	ADC0803LCJ	ADC0802LJ/883
	= 1Bit Unadjusted	ADC0804LCJ	
PACKAGE OUTLINE		J20A—Cavity DIP	J20A—Cavity DIP

Connection Diagrams

ADC080X
Dual-In-Line and Small Outline (SO) Packages



ADC080X
Molded Chip Carrier (PCC) Package



TL/H/5671-30

TL/H/5671-3

See Ordering Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- คร. สิทธีชัย โกโคยอุดม , วัลลภ สุรกำพพร , วจจรขยายแบบกลับสัญญาณและไม่กลับสัญญาณ , วจจรขยายสัญญาณโอเปอร์เรชันแนล 2 2523 , หน้า 9-27
- การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ เล่ม 1 , บริษัท ศิลาริเสิร์ท จำกัด
- สุนทร วิฑูรพจน์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล 8051 , ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- วารสาร เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ , ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- คู่มือการใช้บอร์ด ANT-32 , บริษัท ศิลาริเสิร์ท จำกัด
- Duglas . C . M , “ Process Instrumentation And Control Handbook “ , Third Edition
Singapore : MAGROW Hill Book Co . , 1988

