

## บทที่ 3

### ฮาร์ดแวร์ของตัวควบคุม PID เชิงเลข

ในการออกแบบฮาร์ดแวร์ เพื่อความเหมาะสมในเชิงพาณิชย์จึงได้ออกแบบให้ฮาร์ดแวร์ของตัวควบคุมบรรจุลงในกล่องควบคุมขนาดเล็กตามมาตรฐาน DIN ซึ่งพบเห็นได้ทั่วไปในงานอุตสาหกรรม การออกแบบฮาร์ดแวร์ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้พื้นที่ภายในกล่องตัวควบคุม สำหรับฮาร์ดแวร์ของเครื่องแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่

3.1

#### 3.1 ส่วนประมวลผลกลาง

##### 3.1.1 ซีพียู

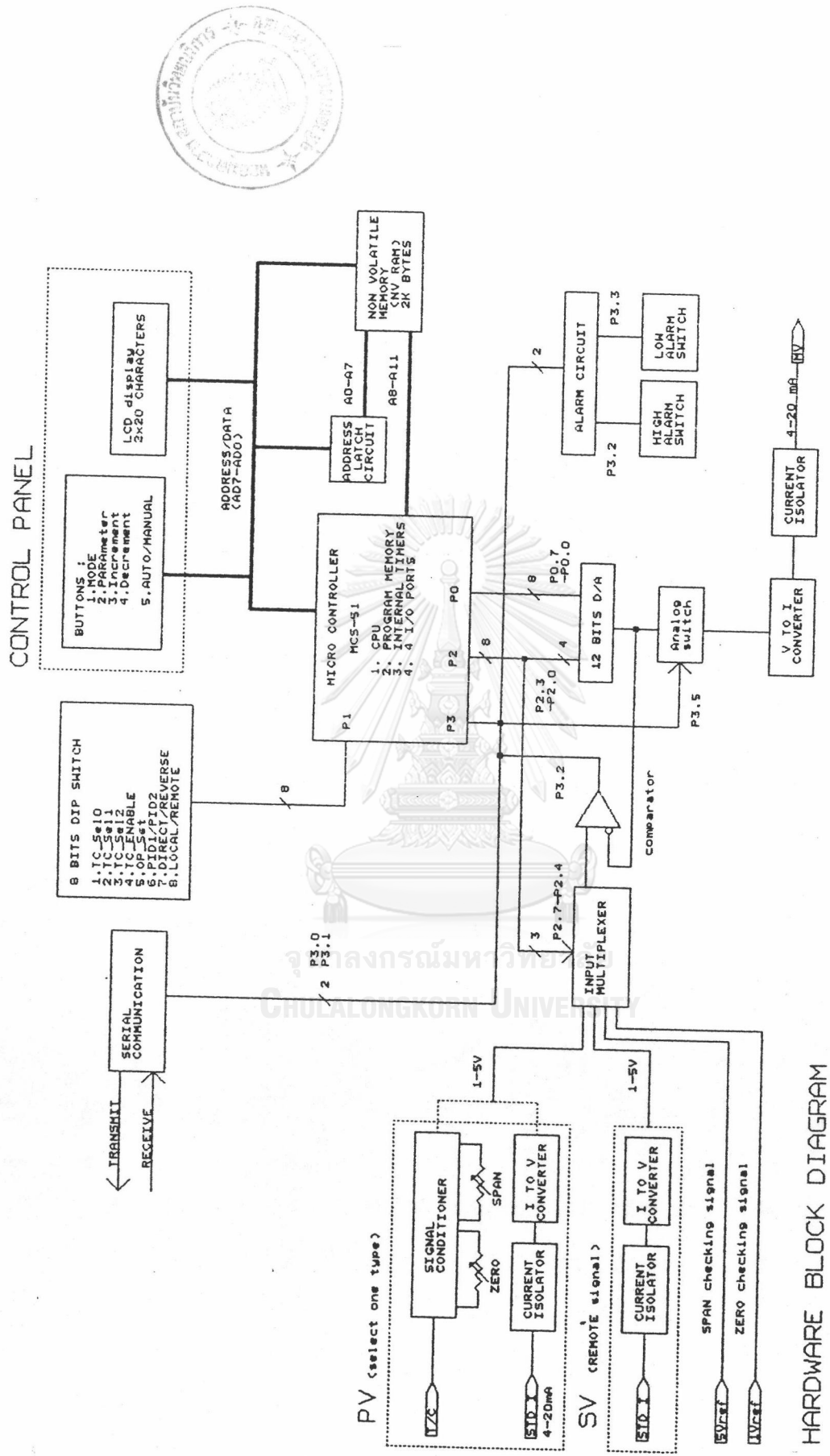
ผู้วิจัยเลือกใช้ซีพียูที่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 รุ่น 87C51FB ทำงานที่ความถี่ 12 เมกะเฮิร์ตซ์ ภายในตัวมันประกอบด้วย ซีพียูขนาด 8 บิต, รมขนาด 16 กิโลไบต์ แรมขนาด 256 ไบต์ และอุปกรณ์รอบนอก (Peripheral) ได้แก่ พอร์ต ไทม์เมอร์ และ PCA [9,10]

##### 3.1.2 NV RAM ( Non-Volatile RAM )

เป็นหน่วยความจำประเภท RAM ประเภทหนึ่งที่ข้อมูลภายในไม่สูญสลายเมื่อปิดเครื่อง ทั้งนี้เพราะว่าภายในจะมีแบตเตอรี่ต่อรวมอยู่ด้วย ในสภาวะที่เครื่องกำลังทำงานจะทำงานได้เช่นเดียวกับ RAM แต่เมื่อปิดเครื่องจะทำหน้าที่ในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ เพื่อที่จะนำไปใช้งาน ในการเปิดเครื่องในครั้งถัดไป NV RAM ที่ใช้มีขนาด 2 กิโลไบต์

#### 3.2 ส่วนแปลงผันสัญญาณ

A/D และ D/A ในส่วนนี้ใช้ D/A ขนาด 12 บิต ในการทำทั้ง A/D และ D/A เพื่อลดขนาดของวงจรลง สำหรับ A/D ใช้วิธีการแปลงผันแบบ Successive approximation



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกโตะการวมของฮาร์ดแวร์

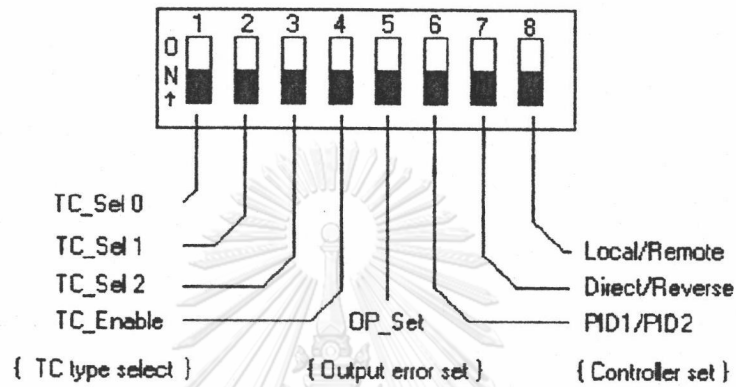
HARDWARE BLOCK DIAGRAM



### 3.3 สวิตช์กำหนดสถานะการทำงานของตัวควบคุม

เป็นดิฟสวิตช์ขนาด 8 สวิตช์ ที่ใช้กำหนดสถานะการทำงานของเครื่อง ได้แก่ ข้อมูลสถานะเริ่มต้นของเครื่อง (Controller set) สถานะของเอาต์พุต (MV) เมื่อเกิดความผิดพลาด (Output error set) และกำหนดชนิดของอินพุตที่เป็นตัวตรวจจับ (Tc type select)

ในการทำงานของเครื่อง ตำแหน่งต่างๆ ของสวิตช์และหน้าที่เป็นดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งต่างๆ ของดิฟสวิตช์

รายละเอียดการใช้งานดิฟสวิตช์ดูได้จากคู่มือการใช้งานในภาคผนวก ก  
ท้ายวิทยานิพนธ์

### 3.4 อินพุต

เป็นส่วนที่รับสัญญาณ PV และ SV (ในกรณี REMOTE) สำหรับ PV จะเป็นสัญญาณที่เลือกได้จากเซนเซอร์หรือสัญญาณมาตรฐานที่เป็นกระแสอย่างใดอย่างหนึ่ง ส่วน SV จะรับได้เพียงสัญญาณมาตรฐานกระแสเท่านั้น ในกรณีที่เป็นเซนเซอร์จะต้องมีวงจร Signal conditioner ที่เหมาะสมกับเซนเซอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อกำหนดช่วงการทำงาน (โดยปุ่ม Zero และ Span ) และแปลงผันสัญญาณให้เป็นสัญญาณแรงดันมาตรฐาน

สำหรับชนิดของเซนเซอร์ที่นำมาต่อกับอินพุต ผู้วิจัยเลือกให้เป็นเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ สำหรับการรับสัญญาณกระแสมาตรฐานสัญญาณกระแสจะถูกแยกโดด (Isolated) ด้วยวงจร Current isolator เพื่อป้องกันการรบกวนจากวงจรภายนอก (ส่วนสัญญาณที่ได้จากเทอร์โมคัปเปิลไม่ได้แยกโดด เนื่องจากในการใช้งานปกติเทอร์โมคัปเปิล จะวางอยู่ใกล้กับตัวควบคุม)

สำหรับการเลือกชนิดของอินพุต PV เลือกโดยใช้ดิฟฟิวซ์ 4 ตัว ตารางที่ 3.1 แสดงชนิดของอินพุตที่เลือกได้ ส่วนในกรณีของ SV การเลือกชนิดของสัญญาณกำหนดได้โดยดิฟฟิวซ์ว่าเป็น REMOTE หรือ LOCAL

TC_Enable	TC_sel 2	TC_sel 1	TC_sel 0	TC type selected
ON	ON	ON	ON	B
ON	ON	ON	OFF	E
ON	ON	OFF	ON	J
ON	ON	OFF	OFF	K
ON	OFF	ON	ON	R
ON	OFF	ON	OFF	S
ON	OFF	OFF	ON	T
OFF	X	X	X	Standard current

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงวิธีการกำหนดตำแหน่งดิฟฟิวซ์  
เมื่อต่อกับเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ

### 3.5 เอาต์พุต

เป็นส่วนที่ส่งสัญญาณที่ได้จากการประมวลผล คือ MV โครงสร้างของเอาต์พุตประกอบด้วยวงจรค้างค่า (Holding circuit) และวงจรแปลงสัญญาณแรงดันให้เป็นสัญญาณกระแส สำหรับสัญญาณกระแสจะได้รับการแยกโดดเช่นกัน

### 3.6 วงจรเตือน (Alarm Circuit)

เป็นส่วนของวงจรที่ใช้สำหรับเตือน (Alarm) เมื่อ PV ออกนอกช่วงที่กำหนดโดยผู้ใช้โดยกำหนดค่าตัวพารามิเตอร์ในโหมด ALA : (ดูรายละเอียดได้ในโครงสร้างทางซอฟต์แวร์) เอาต์พุตของวงจรการเตือนจะได้รับการแยกโดดโดยออปโตคัปเปิล ผู้ใช้สามารถนำไปต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น กระดิ่งหรืออ้ออดเตือนภัยได้

### 3.7 ส่วนแสดงผลและรับข้อมูลจากปุ่มบนแผงหน้าปัด

ประกอบด้วยปุ่มรับข้อมูลจำนวน 5 ปุ่ม และส่วนแสดงผลแบบ LCD ในการติดต่อกับผู้ใช้

### 3.8 ช่องทางสื่อสาร

จะเป็นช่องทางการสื่อสารแบบอนุกรม สำหรับส่วนนี้ได้ออกแบบไว้เพื่อการพัฒนาตัวควบคุมรุ่นต่อไป โดยความสามารถของตัวชิพเองจะมีช่องการสื่อสารแบบ RS 232C อยู่ในตัว

### 3.9 แอดเดรสของฮาร์ดแวร์

เนื่องจากชิพที่ใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ฮาร์ดแวร์บางส่วนจะอยู่ภายในชิพอยู่แล้ว ในการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ดังกล่าวสามารถติดต่อได้โดยตรงซึ่งชิพจะมองเห็น ในลักษณะเป็นรีจิสเตอร์พิเศษ (Special function registers) ภายในตัวชิพเอง ส่วนฮาร์ดแวร์ที่อยู่นอกเหนือจากฮาร์ดแวร์ส่วนดังกล่าวเป็นฮาร์ดแวร์ภายนอก จะใช้วิธีการติดต่อในลักษณะเดียวกันกับการที่ชิพติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก [7,8]

#### 3.9.1 อุปกรณ์รอบนอกของชิพ

##### 3.9.1.1 พอร์ต (Port)

พอร์ต 0 - ใช้งานร่วมกับพอร์ต 2 ในการส่งข้อมูลเชิงเลข ให้กับ วงจร D/A โดยให้ข้อมูลขนาด 8 บิตล่าง ( บิต 0 - บิต 7) ของข้อมูล 12 บิต

พอร์ต 1 - สำหรับรับข้อมูลจากดีพวิตซ์ขนาด 8 บิต ที่ใช้ในการ กำหนดสถานะเริ่มต้นของตัวควบคุมตลอดจนกำหนดชนิดของอินพุต PV

พอร์ต 2 - บิต 0 - บิต 3 ของพอร์ต 2 ใช้งานร่วมกับพอร์ต 0 โดยเป็นข้อมูล 4 บิตบน (บิต 8 - บิต 11) ส่วน บิต 4 - บิต 7 ใช้สำหรับถอดรหัสเพื่อกำหนดช่องสัญญาณ สำหรับตัวมัลติเพลกเซอร์ ( multiplexer ) และ เปิดทาง (enable) สัญญาณ

พอร์ต 3 - บิต 0 - บิต 5 ใช้สำหรับรับและส่งสัญญาณที่เป็นบิต (โดยแต่ละบิตเป็นอิสระจากกัน) บิต 0 และบิต 1 ใช้สำหรับช่องการสื่อสารแบบอนุกรม (ซึ่งเป็น ฟังก์ชันภายในตัวชิพเอง) บิต 2 ใช้ในวงจรแปลงผัน A/D บิต 3 และบิต 4 ใช้ในวงจร การเตือน ส่วนบิตที่ 5 ใช้ในวงจรค้ำค่าเอาต์พุต (Holding circuit) ตารางที่ 3.2 แสดง

ความหมายของบิตต่างๆ ของพอร์ต 3 สำหรับรายละเอียดของตำแหน่งของบิตดังกล่าวดูได้จากภาคผนวก ง ทำยวิทยานิพนธ์

P3.x	Pin name	Description
P3.0	RXD	Receive Data ( future use)
P3.1	TXD	Transmit Data (future use)
P3.2	COMP	A/D COMParator input
P3.3	SEALA	SEvere ALArm
P3.4	NORALA	NORmal ALArm
P3.5	OUTEN	OUTput ENable

ตารางที่ 3.2 แสดงบิตต่างๆ ของพอร์ต 3

### 3.9.1.2 ไทม์เมอร์

ใช้ไทม์เมอร์ เบอร์ 0 (Timer 0) ของซีพียูในการเป็นฐานเวลาสำหรับ PCA โดยมีคาบเวลาเป็น 250 ไมโครวินาที

### 3.9.1.3 PCA ( Programmable Counter Array) ใช้ 3 มอดูล


มอดูล 0 สำหรับกำเนิดเวลาการสุ่ม (Sampling timer) โดยมีคาบเวลาเป็น 100 มิลลิวินาที

มอดูล 1 เป็นเวลาสำหรับจับเหตุการณ์ (Event timer) ที่มีการกดปุ่มนานกว่า 1 วินาที

มอดูล 4 เป็นวอชด็อกไทม์เมอร์ (Watchdog timer)

### 3.9.2 ฮาร์ดแวร์ภายนอก

สำหรับฮาร์ดแวร์ภายนอกได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำภายนอก (External data memory) และอุปกรณ์รอบนอกผู้วิจัยแบ่งแอดเดรสของหน่วยความจำออกเป็น 2 หน้า (Page) หน้าแรกสำหรับหน่วยความจำภายนอก ส่วนหน้าที่สองสำหรับอุปกรณ์รอบนอกที่อยู่ภายนอก ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 3.2

Page 1	2 kbytes system external memory	0000H	
	Blank	07FFH	
Page 2	Keyboard	8000H	Note : 8004H - LCD instruction write port 8005H - LCD data write port 8006H - LCD instruction read port 8007H - LCD data read port
	Blank		
	LCD Display	8004H	
		8007H	

รูปที่ 3.3 แสดง Memory map ของฮาร์ดแวร์ภายนอก