
	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 2
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		
ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์			
<p>1.2 การแปลงสัญญาณ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51ED2</p> <p>การแปลงสัญญาณ DAC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51ED2 นั้นจะใช้วิธีการสร้างโมดูล DAC เสมือนจากการใช้งานโมดูล PWM เพื่อสร้างแรงดันเฉลี่ยที่ขาสัญญาณ PWM ด้วยการเปลี่ยนค่าดิวตี้ไซเคิล ซึ่งวิธีการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51ED2 ได้อธิบายไว้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการสร้างสัญญาณนาฬิกา และการควบคุมอุปกรณ์แสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีวิธีการดังนี้</p> <p>1.2.1 การกำหนดค่าความถี่ของโมดูล PWM ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51ED2 หรือ AT89C51RD2 สามารถทำได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none">กำหนดค่าความถี่ของสัญญาณ PWM ที่ต้องการจากค่าคาบเวลาของความถี่จากสมการ$T = 256 * (\text{ค่าเวลาของการนับจากการเลือกบิต CPS1 และ CPS0 ของรีจิสเตอร์ CMOD})$ค่าเวลาของการนับ คือ การกำหนดค่าบิต CPS1 และ CPS0 ในรีจิสเตอร์ CMOD เพื่อเลือกแหล่งจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้แก่โมดูล PCA เพื่อทำการนับ 0 – 255 (คือการนับ 256 ค่า) เช่นถ้าต้องการเลือกแหล่งจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้แก่โมดูล PCA จาก Timer 0 เกิดการ Overflow จะได้ค่าคาบเวลาของสัญญาณ PWM มีค่าเท่ากับ$T = 256 * (\text{Timer 0 Overflow})$โดย $F = 1/T$ <p>1.2.2 การกำหนดค่าดิวตี้ไซเคิลของโมดูล PWM ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51ED2 หรือ AT89C51RD2 สามารถทำได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none">กำหนดค่าคาบเวลาของดิวตี้ไซเคิลที่ต้องการแล้วนำค่าที่ได้เข้าไปแทนในสมการดังนี้$\text{Duty} = 255 - (255 * (\text{duty cycle} / 100))$เมื่อ Duty มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 255 เนื่องจากเป็น PWM ที่มีความละเอียด 8 บิต duty cycle มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100%นำค่าที่คำนวณได้นำไปให้ค่ากับรีจิสเตอร์ CCAPnH โดย n คือขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถสร้างสัญญาณ PWM ได้มีค่า 0 – 4 (CEX0 – CEX4) <p>ซึ่งตัวอย่างของหน่วยการเรียนรู้จะเป็นการรับค่าสัญญาณอนาล็อกจากไอซีวงจรรวม ADC0804 แล้วทำการส่งค่าเป็น DAC ออกที่ขา PWM CEX2 ด้วยความถี่ 3.9kHz ดังรูปที่ 1.2</p>			

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 4
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

โมดูลพิเศษ ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 มีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโมดูลนี้ ดังนี้

1. รีจิสเตอร์ ADCON0 ทำหน้าที่ในการกำหนดแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้แก่โมดูล ADC โดยใช้บิต ADCS1:ADCS0 ,เลือกขาสัญญาณ ADC โดยใช้บิต CHS3:CHS0 ,ให้เริ่มกระบวนการแปลงสัญญาณ ADC โดยใช้บิต GO และใช้ในการเปิดปิดการทำงานของโมดูล ADC โดยใช้บิต ADON ซึ่งตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 1.3 ส่วนรูปที่ 1.4 แสดงวิธีการกำหนดค่าให้แก่บิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ ADCON0

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADCS1	ADCS0	CHS3	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	ADON
bit 7						bit 0	

รูปที่ 1.3 แสดงตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ ADCON0 และค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์


bit 7-6 **ADCS<1:0>: A/D Conversion Clock Select bits**
00 = Fosc/2
01 = Fosc/8
10 = Fosc/32
11 = FRC (clock derived from a dedicated internal oscillator = 500 kHz max)

bit 5-2 **CHS<3:0>: Analog Channel Select bits**
0000 = AN0
0001 = AN1
0010 = AN2
0011 = AN3
0100 = AN4
0101 = AN5
0110 = AN6
0111 = AN7
1000 = AN8
1001 = AN9
1010 = AN10
1011 = AN11
1100 = AN12
1101 = AN13
1110 = CVREF
1111 = Fixed Ref (0.6 volt fixed reference)

bit 1 **GO/DONE: A/D Conversion Status bit**
1 = A/D conversion cycle in progress. Setting this bit starts an A/D conversion cycle.
This bit is automatically cleared by hardware when the A/D conversion has completed.
0 = A/D conversion completed/not in progress

bit 0 **ADON: ADC Enable bit**
1 = ADC is enabled
0 = ADC is disabled and consumes no operating current

รูปที่ 1.4 แสดงวิธีการกำหนดค่าให้แก่บิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ ADCON0

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 5
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

2. รีจิสเตอร์ ADCON1 ทำหน้าที่ในการกำหนดวิธีการเก็บค่าข้อมูลผลลัพธ์ของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลโดยใช้บิต ADFM และใช้กำหนดแรงดันอ้างอิงในการแปลงสัญญาณโดยใช้บิต VCFG1:VCFG0 ซึ่งตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 1.5 ส่วนรูปที่ 1.6 แสดงวิธีการกำหนดค่าให้แก่บิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ ADCON1

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	U-0	U-0
ADFM	—	VCFG1	VCFG0	—	—	—	—
bit 7							bit 0

รูปที่ 1.5 แสดงตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ ADCON1 และค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์

bit 7 **ADFM: A/D Conversion Result Format Select bit**
1 = Right justified
0 = Left justified

bit 6 **Unimplemented: Read as '0'**

bit 5 **VCFG1: Voltage Reference bit**
1 = VREF- pin
0 = VSS

bit 4 **VCFG0: Voltage Reference bit**
1 = VREF+ pin
0 = VDD

bit 3-0 **Unimplemented: Read as '0'**

รูปที่ 1.6 แสดงวิธีการกำหนดค่าให้แก่บิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ ADCON1

3. รีจิสเตอร์ ADRESH และ รีจิสเตอร์ ADRESL คือรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ในการเก็บผลลัพธ์ของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล ถ้าบิต ADFM ของรีจิสเตอร์ ADCON1 มีค่าเท่ากับ '0' รีจิสเตอร์ ADRESH จะเก็บผลลัพธ์บิต 9 ถึง บิต 2 ส่วน ADRESL จะเก็บผลลัพธ์บิต 1 ถึง บิต 0 แต่ถ้าถ้าบิต ADFM ของรีจิสเตอร์ ADCON1 มีค่าเท่ากับ '1' รีจิสเตอร์ ADRESH จะเก็บผลลัพธ์บิต 9 ถึง บิต 8 ส่วน ADRESL จะเก็บผลลัพธ์บิต 7 ถึง บิต 0 ดังรูปที่ 1.7


(ADFM = 0)

ADRESH								ADRESL							
MSB								LSB							
bit 7							bit 0	bit 7							bit 0
10-bit A/D Result								Unimplemented: Read as '0'							

(ADFM = 1)

Unimplemented: Read as '0'								10-bit A/D Result							
							MSB								LSB
bit 7							bit 0	bit 7							bit 0

รูปที่ 1.7 แสดงการเก็บข้อมูลผลลัพธ์การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลด้วยรีจิสเตอร์ ADRESH และ ADRESL

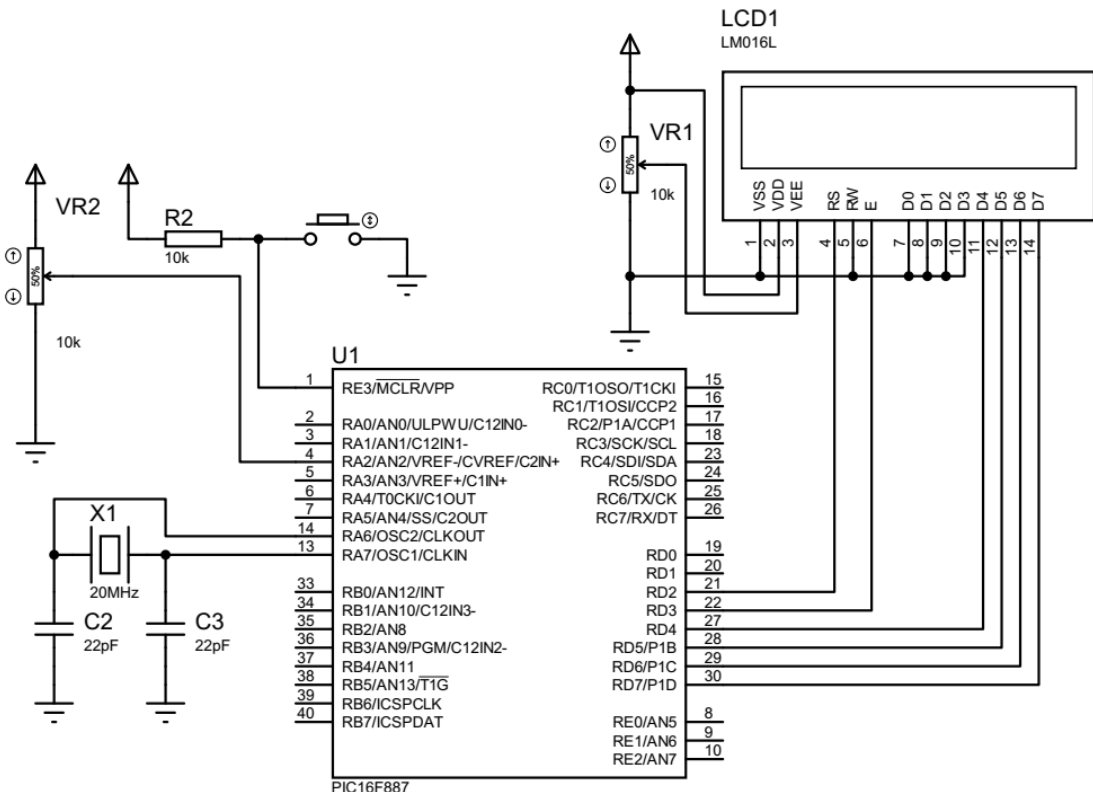
	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 6
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A	

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์


4. รีจิสเตอร์ ANSEL ทำหน้าที่ในการกำหนดหน้าที่ขาของสัญญาณ AN7 – AN0 ให้ทำงานในโหมดอนาล็อกหรือดิจิทัล ซึ่งหลังจากการรีเซตรีจิสเตอร์นี้ทุกบิตจะถูกเขียนค่าด้วยลอจิก ‘1’ หมายความว่าขาสัญญาณให้เริ่มต้นการทำงานด้วยหน้าที่ขาอนาล็อก แต่ถ้าต้องการให้ขาใดให้ทำงานในรูปแบบขาสัญญาณดิจิทัลจะต้องเขียนข้อมูลที่ตรงกับบิตที่ต้องการลงที่รีจิสเตอร์ตัวนี้ด้วยลอจิก ‘0’


5. รีจิสเตอร์ ANSELH ทำหน้าที่ในการกำหนดหน้าที่ขาของสัญญาณ AN13 – AN8 ให้ทำงานในโหมดอนาล็อกหรือดิจิทัล ซึ่งหลังจากการรีเซตรีจิสเตอร์นี้ทุกบิตจะถูกเขียนค่าด้วยลอจิก ‘1’ หมายความว่าขาสัญญาณให้เริ่มต้นการทำงานด้วยหน้าที่ขาอนาล็อก แต่ถ้าต้องการให้ขาใดให้ทำงานในรูปแบบขาสัญญาณดิจิทัลจะต้องเขียนข้อมูลที่ตรงกับบิตที่ต้องการลงที่รีจิสเตอร์ตัวนี้ด้วยลอจิก ‘0’

ตัวอย่างวงจรทดสอบการทำงานขาสัญญาณอนาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 แสดงดังรูปที่ 1.8 ซึ่งเป็นการอ่านค่าสัญญาณอนาล็อก 0 – 5V ที่ขา AN2 แล้วแสดงผลออกที่จอ Character LCD ขนาด 16x2

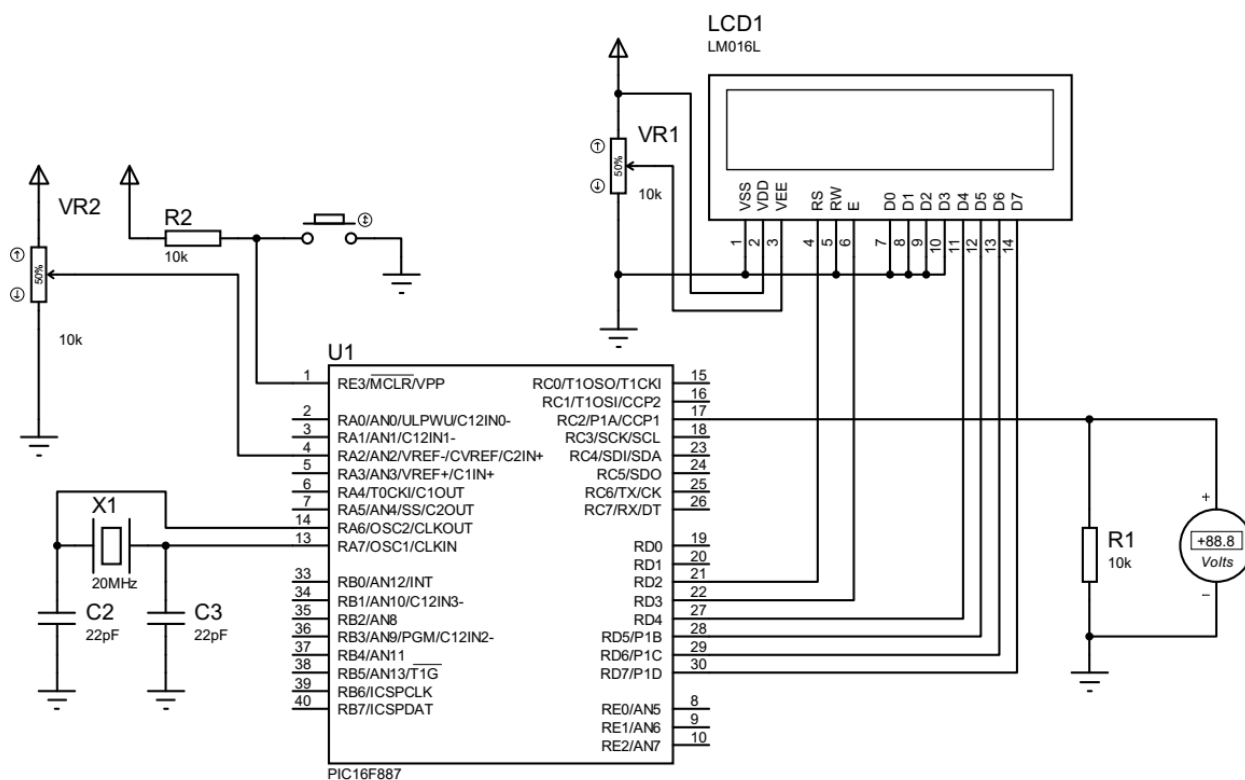


รูปที่ 1.8 แสดงวงจรทดสอบการทำงานขาสัญญาณอนาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887


	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 7
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		
ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์			
<p>2.2 การแปลงสัญญาณ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887</p> <p>การแปลงสัญญาณ DAC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 นั้นจะใช้วิธีการสร้างโมดูล DAC เสมือนจากการใช้งานโมดูล PWM เพื่อสร้างแรงดันเฉลี่ยที่ขาสัญญาณ PWM ด้วยการเปลี่ยนค่าดิวตี้ไซเคิล ซึ่งวิธีการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F เบอร์ PIC16F887 ได้อธิบายไว้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการสร้างสัญญาณนาฬิกา และการควบคุมอุปกรณ์แสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีวิธีการดังนี้</p> <p>2.2.1 การกำหนดค่าความถี่ของโมดูล PWM ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ PIC16F877 หรือ PIC16F887 สามารถทำได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none">กำหนดค่าความถี่ของสัญญาณ PWM ที่ต้องการจากค่าคาบเวลาของความถี่จากสมการ $\text{PWM Period} = (\text{PR2} + 1) \times 4 \times T_{\text{OSC}} \times (\text{TMR2 Prescale Value})$<p>โดย T_{osc} คือค่าของ 1/Xtal (เมื่อ Xtal คืออุปกรณ์ที่ต่อกับขา OSC1 และ OSC2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์)</p><p style="text-align: center;">TMR2 Prescale Value คือค่าจากตารางที่ 1.2 ในหน่วยที่ 3</p><p style="text-align: center;">และ T = PWM Period</p><p style="text-align: center;">$F = 1/T$</p>ให้ค่ารีจิสเตอร์ PR2 ลงในสมการในข้อที่ 1 และทำการคำนวณหาค่าคาบเวลาของสัญญาณ PWM <p>2.2.2 การกำหนดค่าดิวตี้ไซเคิลของโมดูล PWM ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ PIC16F877 หรือ PIC16F887</p> <ol style="list-style-type: none">กำหนดค่าของดิวตี้ไซเคิลที่ต้องการจากสมการดังนี้ $\text{duty cycle} = 100 - \text{PWM duty cycle (มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100\%)}$<p>เมื่อ $\text{PWM duty cycle} = (\text{CCPRxL:CCPxCON}\langle 5:4 \rangle) \times T_{\text{OSC}} \times (\text{TMR2 Prescale})$ T_{osc} คือค่าของ 1/Xtal (เมื่อ Xtal คืออุปกรณ์ที่ต่อกับขา OSC1 และ OSC2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์)</p><p style="text-align: center;">CCPRxL:CCPxCON<5:4> คือค่าข้อมูลที่จะใช้ในการคำนวณหาค่าของช่วงเวลา Duty Cycle มีความละเอียดขนาด 10 บิต</p>ค่ารีจิสเตอร์ CCPRxL ที่ใช้คำนวณหาค่าของดิวตี้ไซเคิลจะต้องมีค่าไม่เกินค่าของรีจิสเตอร์ PR2 ซึ่งตัวอย่างของหน่วยการเรียนรู้จะเป็นการรับค่าสัญญาณอนาล็อกจากขาสัญญาณ AN2 แล้วทำการส่งค่าเป็น DAC ออกที่ขา PWM CCP1 ด้วยความถี่ 4kHz ดังรูปที่ 1.9			

	ใบเนื้อหา	หน้าที่ 8
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A	

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 1.9 การแปลงสัญญาณ DAC ด้วยโมดูล PWM ของ PIC16F887

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 9
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

3. การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 มีโมดูลพิเศษ ADC อยู่ภายในตัวจำนวน 8 ช่อง สามารถแปลงค่าแรงดันอนาล็อกเป็นข้อมูลทางดิจิทัลที่มีความละเอียดขนาด 10 บิต ส่วนโมดูล DAC ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 จะไม่มีโมดูลพิเศษนี้บรรจุอยู่ภายใน แต่สามารถสร้างโมดูล DAC เสมือนได้จากการใช้โมดูล PWM เพื่อสร้างแรงดันเฉลี่ยที่ขาสัญญาณ PWM ด้วยการเปลี่ยนค่าดิวตี้ไซเคิล หรืออาจจะทำการเชื่อมต่อกับไอซีวงจรรวมที่ทำหน้าที่ DAC ก็ได้ เช่น DAC0808 เป็นต้น

3.1 การแปลงสัญญาณ A/D ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32

การแปลงสัญญาณ ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 นั้นจะใช้โมดูลพิเศษ ADC ที่อยู่ภายในตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีจำนวนขาสัญญาณให้เลือกใช้งานจำนวน 8 ช่อง โดยแต่ละช่องสามารถกำหนดค่าแรงดันอนาล็อกที่สามารถรับได้ว่าจะอยู่ในช่วงของแรงดันเท่าไรได้ 3 รูปแบบ คือ AREF ถึง GND หรือ AVCC ถึง GND หรือ Internal 2.56V เมื่อทำการแปลงแรงดันอนาล็อกเป็นดิจิทัลแล้วข้อมูลจะมีความละเอียดขนาด 10 บิต หมายความว่าค่าแรงดันอนาล็อกที่ทำการแปลงข้อมูลดิจิทัลจะมีค่าอยู่ระหว่างข้อมูล 0 ถึง 1023

โมดูลพิเศษ ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 มีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโมดูลนี้ ดังนี้

1. รีจิสเตอร์ ADMUX ทำหน้าที่ในการกำหนดแรงดันอ้างอิงให้แก่โมดูลพิเศษ ADC ด้วยบิต REFS1:REFS0 , กำหนดลักษณะการเก็บผลลัพธ์ของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลลงในรีจิสเตอร์ ADCH และ ADCL ด้วยบิต ADLAR , กำหนดช่องสัญญาณที่ต้องการอ่านค่าอนาล็อกพร้อมอัตราการขยายสัญญาณด้วยบิต MUX4:MUX0 ซึ่งตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 1.10

7	6	5	4	3	2	1	0	
REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
0	0	0	0	0	0	0	0	

รูปที่ 1.10 แสดงตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ ADMUX และค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์

REFS1	REFS0	Voltage Reference Selection
0	0	AREF, Internal Vref turned off
0	1	AVCC with external capacitor at AREF pin
1	0	Reserved
1	1	Internal 2.56V Voltage Reference with external capacitor at AREF pin

รูปที่ 1.11 การกำหนดค่าบิต REFS1:REFS0 ของรีจิสเตอร์ ADMUX เพื่อกำหนดแรงดันอ้างอิงให้แก่โมดูล ADC

ใบเนื้อหา

ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004

ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A

หน้าที่ 10


หน่วยที่ 5

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

MUX4..0	Single Ended Input	Positive Differential Input	Negative Differential Input	Gain
00000	ADC0	N/A		
00001	ADC1			
00010	ADC2			
00011	ADC3			
00100	ADC4			
00101	ADC5			
00110	ADC6			
00111	ADC7			
01000	N/A	ADC0	ADC0	10x
01001		ADC1	ADC0	10x
01010 ⁽¹⁾		ADC0	ADC0	200x
01011 ⁽¹⁾		ADC1	ADC0	200x
01100		ADC2	ADC2	10x
01101		ADC3	ADC2	10x
01110 ⁽¹⁾		ADC2	ADC2	200x
01111 ⁽¹⁾		ADC3	ADC2	200x
10000		ADC0	ADC1	1x
10001		ADC1	ADC1	1x
10010		ADC2	ADC1	1x
10011		ADC3	ADC1	1x
10100		ADC4	ADC1	1x
10101		ADC5	ADC1	1x
10110		ADC6	ADC1	1x
10111		ADC7	ADC1	1x
11000		ADC0	ADC2	1x
11001		ADC1	ADC2	1x
11010		ADC2	ADC2	1x
11011		ADC3	ADC2	1x
11100		ADC4	ADC2	1x
MUX4..0	Single Ended Input	Positive Differential Input	Negative Differential Input	Gain
11101		ADC5	ADC2	1x
11110	1.22 V (V _{BG})	N/A		
11111	0 V (GND)			

รูปที่ 1.12 การกำหนดค่าบิต MUX4:MUX0 ของรีจิสเตอร์ ADMUX เพื่อเลือกช่องสัญญาณ ADC

รูปที่ 1.12 การกำหนดค่าบิต MUX4:MUX0 ของรีจิสเตอร์ ADMUX เพื่อเลือกช่องสัญญาณ ADC

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 11
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

2. รีจิสเตอร์ ADCSRA ทำหน้าที่ในการเปิดปิดการทำงานของโมดูลพิเศษ ADC ด้วยบิต ADEN , กำหนดการเริ่มขบวนการแปลงสัญญาณด้วยบิต ADSC , กำหนดการทำงานของโมดูล ADC แบบบอโตรีกเพื่อให้โมดูล ADC ทำงานด้วยบิต ADATE และบิตที่กำหนดค่าปรีสเกลเลอร์ของสัญญาณนาฬิกาที่จ่ายให้แก่โมดูล ADC ได้แก่บิต ADPS2:ADPS0 ซึ่งตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 1.13

7	6	5	4	3	2	1	0	
ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	ADCSRA
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
0	0	0	0	0	0	0	0	

รูปที่ 1.13 แสดงตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ ADCSRA และค่าเริ่มต้นของรีจิสเตอร์

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Division Factor
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

รูปที่ 1.14 รูปตารางการกำหนดค่าปรีสเกลเลอร์ของสัญญาณนาฬิกาที่จ่ายให้แก่โมดูล ADC


3. รีจิสเตอร์ ADCH และ ADCL คือรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ในการเก็บผลลัพธ์ของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล โดยถ้าบิต ADLAR ของรีจิสเตอร์ ADMUX มีค่าเท่ากับ '0' รีจิสเตอร์ ADCH จะเก็บผลลัพธ์บิต 9 ถึง บิต 8 ส่วน ADCL จะเก็บผลลัพธ์บิต 7 ถึง บิต 0 แต่ถ้าถ้าบิต ADLAR ของรีจิสเตอร์ ADMUX มีค่าเท่ากับ '1' รีจิสเตอร์ ADCH จะเก็บผลลัพธ์บิต 9 ถึง บิต 2 ส่วน ADCL จะเก็บผลลัพธ์บิต 1 ถึง บิต 0 ดังรูปที่ 1.15 และ 1.16

15	14	13	12	11	10	9	8	
–	–	–	–	–	–	ADC9	ADC8	ADCH
ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC1	ADC0	ADCL
7	6	5	4	3	2	1	0	

รูปที่ 1.15 การเก็บค่าข้อมูลของรีจิสเตอร์ ADCH และ ADCL เมื่อบิต ADLAR = '0'

15	14	13	12	11	10	9	8	
ADC9	ADC8	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADCH
ADC1	ADC0	–	–	–	–	–	–	ADCL
7	6	5	4	3	2	1	0	

รูปที่ 1.16 การเก็บค่าข้อมูลของรีจิสเตอร์ ADCH และ ADCL เมื่อบิต ADLAR = '1'

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 12
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		

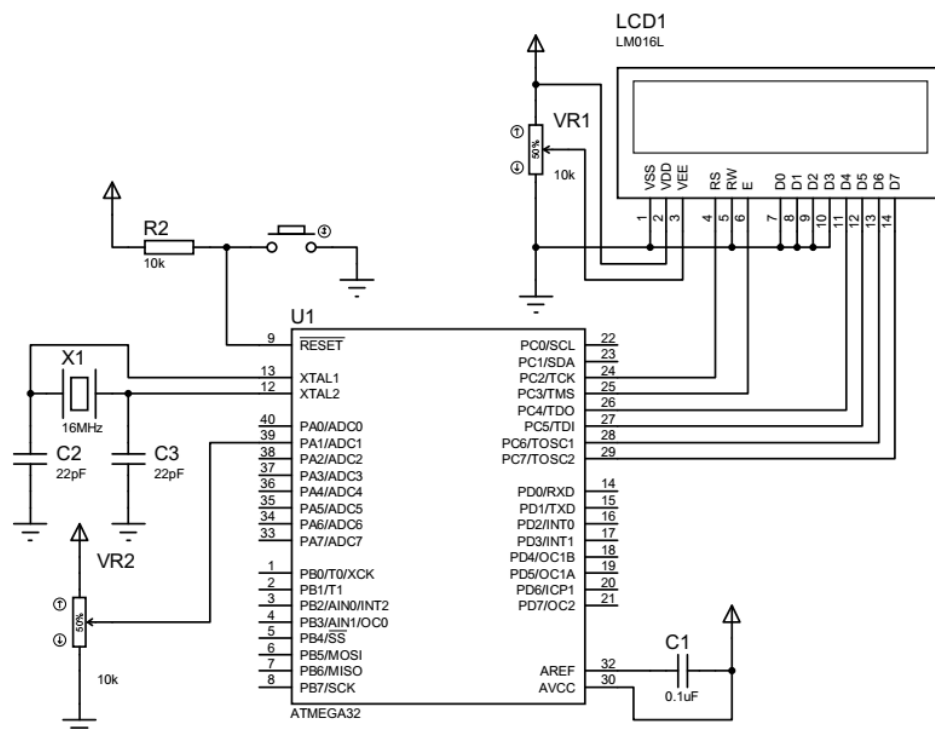
ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

4. รีจิสเตอร์ SFIOR ทำหน้าที่ในการกำหนดแหล่งสัญญาณอิตทริกให้แก่โมดูลพิเศษ ADC โดยใช้บิต ADTS2:ADTS0 ซึ่งตำแหน่งบิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 1.17


ADTS2	ADTS1	ADTS0	Trigger Source
0	0	0	Free Running mode
0	0	1	Analog Comparator
0	1	0	External Interrupt Request 0
0	1	1	Timer/Counter0 Compare Match
1	0	0	Timer/Counter0 Overflow
1	0	1	Timer/Counter1 Compare Match B
1	1	0	Timer/Counter1 Overflow
1	1	1	Timer/Counter1 Capture Event


รูปที่ 1.17 แสดงการกำหนดบิต ADTS2:ADTS0 เพื่อเลือกแหล่งสัญญาณอิตทริก

ตัวอย่างวงจรทดสอบการทำงานขาสัญญาณอนาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 แสดงดังรูปที่ 1.18 ซึ่งเป็นการอ่านค่าสัญญาณอนาล็อก 0 – 5V ที่ขา ADC1 แล้วแสดงผลออกที่จอ Character LCD ขนาด 16x2



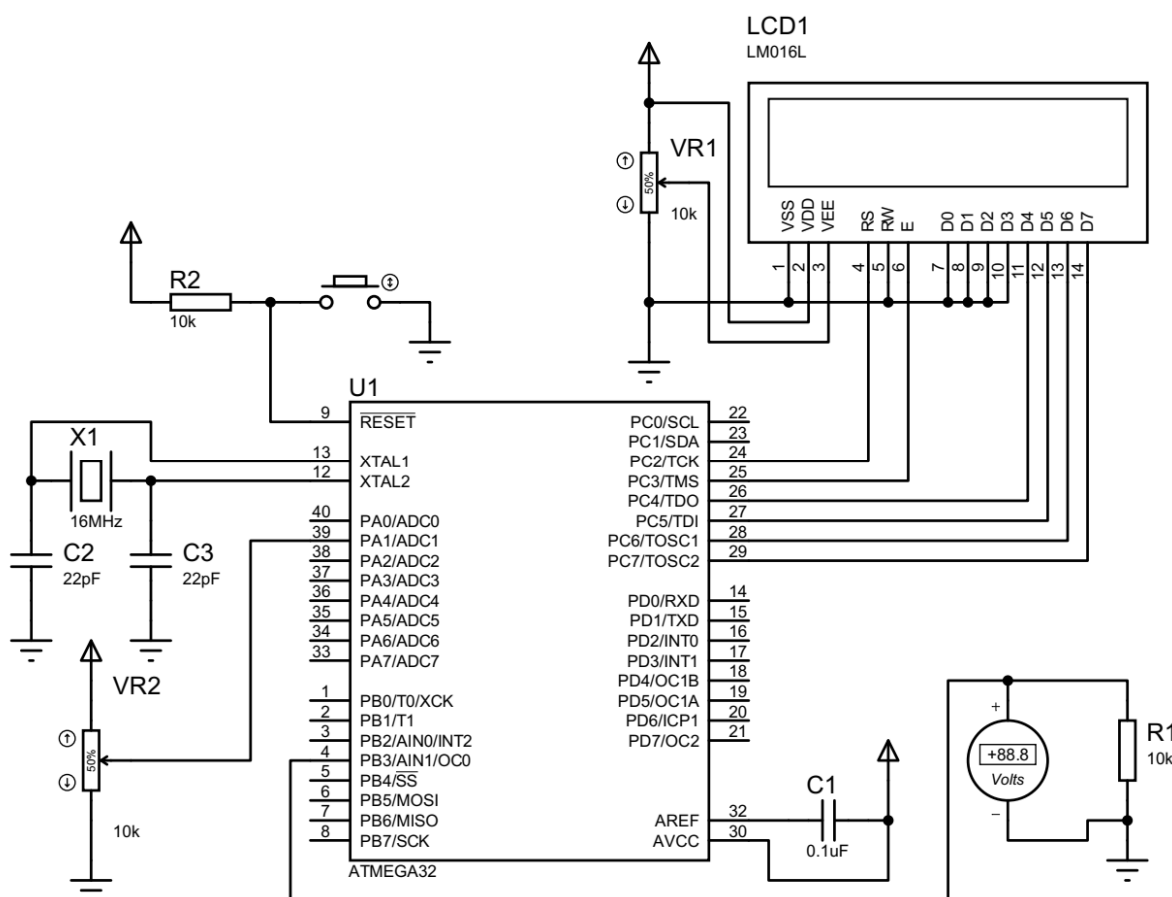
รูปที่ 1.18 แสดงวงจรทดสอบการทำงานขาสัญญาณอนาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 13
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		
ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์			
<p>3.2 การแปลงสัญญาณ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32</p> <p>การแปลงสัญญาณ DAC ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 นั้นจะใช้วิธีการสร้างโมดูล DAC เสมือนจากการใช้งานโมดูล PWM เพื่อสร้างแรงดันเฉลี่ยที่ขาสัญญาณ PWM ด้วยการเปลี่ยนค่าดิวตี้ไซเคิล ซึ่งวิธีการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA32 ได้อธิบายไว้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการสร้างสัญญาณนาฬิกา และการควบคุมอุปกรณ์แสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีวิธีการดังนี้</p> <p>3.2.1 การกำหนดค่าความถี่ของโมดูล PWM ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA32 ที่ขาสัญญาณ OCR0 ,OCR1A ,OCR1B และ OCR2 มีหลักการที่เหมือนกันสามารถทำได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกโหมดการทำงานของการทำงานการสร้างสัญญาณ PWM ,ลักษณะการทำงานของขาสัญญาณที่สามารถสร้างสัญญาณ PWM และความละเอียดของการนับสัญญาณนาฬิกาเพื่อสร้างคาบเวลาของสัญญาณ PWM ด้วยรีจิสเตอร์ TCCR_x โดย x สามารถแทนได้ด้วยตัวเลข 0 – 2 2. คำนวณหาความถี่ของสัญญาณนาฬิกาจากสมการที่กำหนดในแต่ละโหมดของการสร้างสัญญาณ PWM เช่นการสร้างสัญญาณ PWM ในโหมด Fast PWM Mode จะใช้สมการในการหาความถี่คือ $f_{OCnPWM} = \frac{f_{clk_I/O}}{N \cdot 256}$ <p>โดย $f_{clk_I/O}$ คือค่าของอุปกรณ์ XTAL ที่ต่ออยู่กับขา XTAL1 และ XTAL2 N คือค่าของ Prescaler ที่เรากำหนดตามตาราง T = 1/F</p> <p>3.2.2 การกำหนดค่าดิวตี้ไซเคิลของโมดูล PWM ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA32</p> <p>กำหนดค่าของดิวตี้ไซเคิลสามารถทำได้ด้วยการกำหนดค่าลงในรีจิสเตอร์ OCR_x ซึ่งการให้ค่าแก่รีจิสเตอร์ OCR_x จะมีความหมายไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับเลือกโหมดและหน้าที่การทำงานของขาสัญญาณ OCR_x ในการสร้างสัญญาณ PWM เช่นถ้าเราเลือกโหมดการทำงานแบบ Fast PWM Mode กำหนดให้บิต COM_x1 เป็นลอจิก ‘1’ และ บิต COM_x0 เป็นลอจิก ‘0’ ขาสัญญาณ OCR_x จะเป็นสัญญาณลอจิก ‘1’ เมื่อค่าข้อมูลของ OCR_x มีค่ามากกว่าค่าข้อมูลของ TCNT0 ดังนั้นค่าของ OCR_x เพื่อสร้างช่วงเวลาของดิวตี้ไซเคิลหาได้จาก</p> $OCR_x = 255 * (duty / 100)$ <p>เมื่อ duty มีค่า 0 -100 % โดยสมการนี้ใช้ได้กับขา OC0 และ OC2</p> <p>และถ้ากำหนดให้บิต COM_x1 เป็นลอจิก ‘1’ และ บิต COM_x0 เป็นลอจิก ‘1’ ขาสัญญาณ OCR_x จะเป็นสัญญาณลอจิก ‘1’ เมื่อค่าข้อมูลของ OCR_x มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าข้อมูลของ TCNT0 ดังนั้นค่าของ OCR_x เพื่อสร้างช่วงเวลาของดิวตี้ไซเคิลหาได้จาก</p> $OCR_x = 255 - (255 * (duty / 100))$			

	ใบเนื้อหา		หน้าที่ 14
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004		หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A		

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ซึ่งตัวอย่างของหน่วยการเรียนรู้จะเป็นการรับค่าสัญญาณอนาล็อกจากขาสัญญาณ ADC1 แล้วทำการส่งค่าเป็น DAC ออกที่ขา PWM OC0 ด้วยความถี่ 3.9kHz ดังรูปที่ 1.19




รูปที่ 1.19 การแปลงสัญญาณ DAC ด้วยโมดูล PWM ของ ATMEGA32

	แบบฝึกหัด	หน้าที่ 1
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A	

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- ให้อธิบายการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51ED2
.....
.....
.....
- ให้อธิบายการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887
.....
.....
.....
- ให้อธิบายการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32
.....
.....
.....
- ให้อธิบายการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อกด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51ED2
.....
.....
.....
- ให้อธิบายการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อกด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887
.....
.....
.....
- ให้อธิบายการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อกด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32
.....
.....
.....
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 มีค่าความแยกชัดของการแปลงสัญญาณ ADC เท่าใด (แสดงวิธีการคำนวณ)
.....
.....
.....

	แบบฝึกหัด	หน้าที่ 2
	ชื่อวิชา ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 30127-2004	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A	

ชื่อเรื่อง การแปลงสัญญาณ A/D และ D/A ของไมโครคอนโทรลเลอร์

8. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 มีค่าความแยกชัดของการแปลงสัญญาณ ADC เท่าใด (แสดงวิธีการคำนวณ)

.....

9. ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 สามารถเลือกแรงดันอ้างอิงได้ที่รูปแบบ อะไรบ้าง

.....

10. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA32 สามารถเลือกแรงดันอ้างอิงได้ที่รูปแบบ อะไรบ้าง

.....