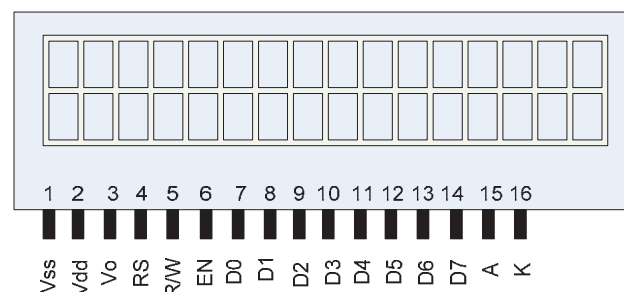


### Experiment 13 การเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลผ่านจอแอลซีดี (LCD Display)

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการเพื่อนำข้อมูลออกแสดงผลทางจอแอลซีดีในลักษณะต่าง ๆ

#### ทฤษฎีพื้นฐาน

จอแอลซีดี(LCD: Liquid Crystal Display) เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากสามารถแสดงข้อมูลที่เป็นทั้งตัวเลข และตัวอักษรที่เป็นข้อความ ใช้งานง่าย และกินกระแสไฟน้อยกว่า LED ตัวจอLCD ผลิตเป็นโมดูล มีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการแสดงผลในตัวเอง สามารถแสดงผลได้ตั้งแต่บรรทัดละ 8 16 และ 32 ตัวอักษร ตั้งแต่ 1 แถว ไปจนถึงหลายแถว จนถึงการแสดงผลแบบกราฟิก โปรแกรม Pic Basic Pro Compiler มีคำสั่งสนับสนุนการใช้งานกับจอ LCD ที่ใช้คอนโทรลเลอร์ ของ Hitachi 44780 หรือชิพเบอร์อื่นที่มีคุณสมบัติเดียวกัน เป็นตัวควบคุม ตัวโมดูลมีขา I/O ที่จะติดต่อกับ MCU จำนวน 14 และ 16 ขา ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร x 2 บรรทัด

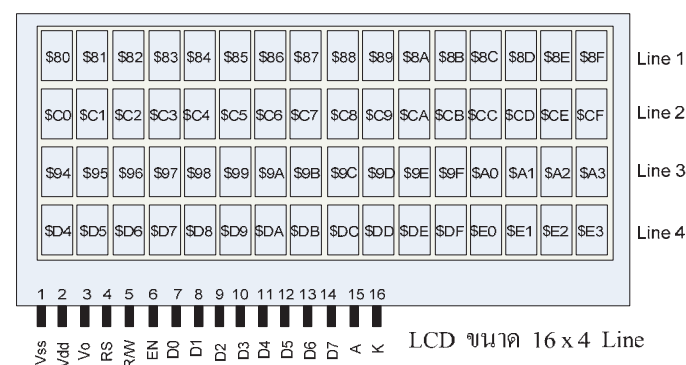
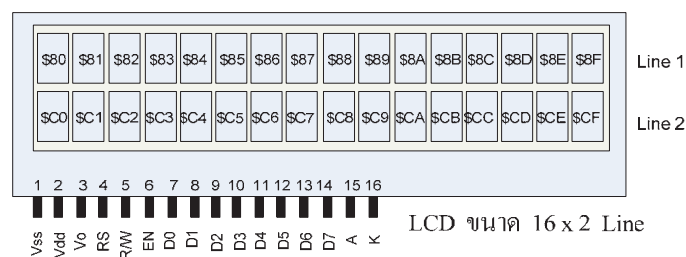
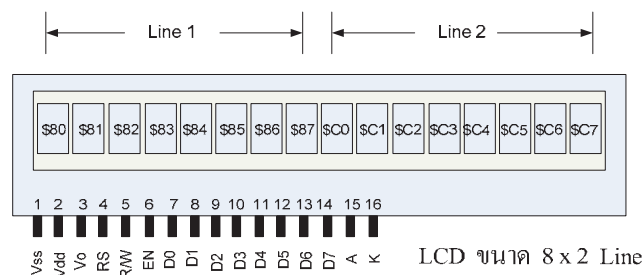
รายละเอียดการต่อขาจอ LCD มีดังนี้คือ

- ขา Vss เป็นขาต่อลงกราวด์ (GND)
- ขา Vdd เป็นขาจ่ายไฟ +5 V
- ขา Vo เป็นขาที่ต่อไฟสำหรับควบคุมความเข้ม (Contrast) ของตัวอักษรที่แสดงผล ปรับได้ 0 – 5 V ถ้าปรับเข้าใกล้ 0 V ตัวอักษรจะเข้มสุด หากไม่ต้องการปรับให้ต่อลง GND
- ขา RS เป็นขาที่ใช้ควบคุมการป้อนคำสั่ง กับข้อมูลที่แสดงผล
- ขา R/W เป็นขาที่ใช้ควบคุมว่าจะให้อ่านค่าตัวอักษรจากหน้าจอ หรือเขียนตัวอักษรลงไปที่หน้าจอ หากต้องการจะส่งข้อมูลออกแสดงผลเพียงอย่างเดียว ให้ต่อขานี้ลง GND
- ขา EN เป็นขาควบคุมสถานะการอ่าน หรือ แสดงผลข้อความ
- ขา D0 - D7 เป็นขาที่ส่งข้อมูลเข้า - ออก เพื่อแสดงผล
- ขา A และ ขา K เป็นขาที่ต่อไฟ Back Light สำหรับเป็นจอที่มี Back light ที่เหมาะกับการใช้งานในที่มืด ไฟที่ต่อเป็นไฟตรง 5 V

ข้อความที่แสดงบนจอ แต่ละตัวอักษรจะมีหมายเลขตำแหน่งกำกับ โดยแต่ละแถว หรือบรรทัดจะมีหมายเลขตำแหน่งเริ่มต้น ซึ่งเป็นเลขฐาน 16 และจะมีรหัสควบคุมดังต่อไปนี้ คือ

Command	Operation
\$FE, 1	Clear Display
\$FE, 2	Return home (beginning of the first line)
\$FE, \$0C	Cursor off
\$FE, \$0E	Underline cursor on
\$FE, \$0F	Blinking cursor on
\$FE, \$10	Move cursor left one position
\$FE, \$14	Move cursor right one position
\$FE, \$C0	Move cursor to beginning of second line
\$FE, \$94	Move cursor to beginning of third line
\$FE, \$D4	Move cursor to beginning of fourth line

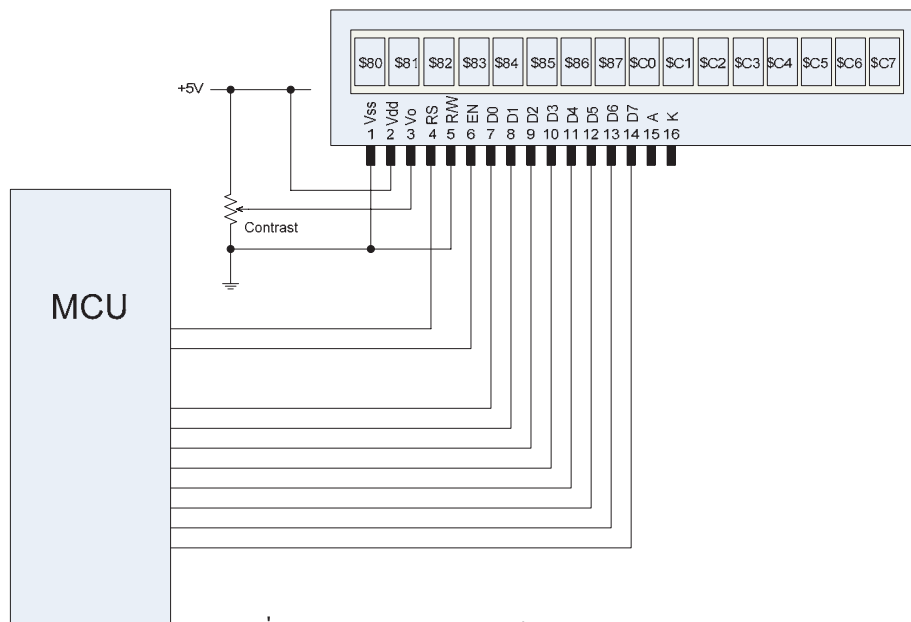
รหัสควบคุมเหล่านี้เป็นเลขฐานสิบหก การป้อนจะต้องมีรหัส \$FE, นำหน้าก่อนเสมอ การป้อนตัวอักขระเข้าแสดงที่จอ LCD ต้องระบุตำแหน่งเริ่มต้นก่อนเสมอ หมายเลขรหัสประจำตำแหน่งของตัวอักขระมีดังนี้



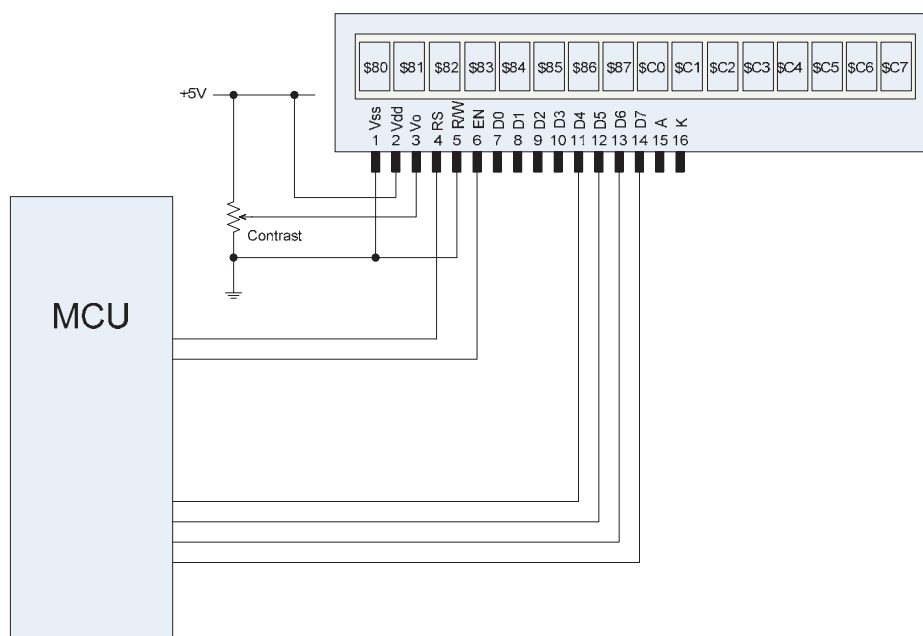
รูปที่ 2 แสดงโครงสร้าง และรหัสตำแหน่งตัวอักขระของ LCD แบบต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังมี LCD ขนาดอื่นๆ อีก เช่น 16 x 1 Line เป็นต้น LCD ทุกรุ่นทุกขนาด จะมีขา I/O แบบเดียวกัน ถ้าเป็นแบบที่ใช้คอนโทรลเลอร์แบบเดียวกัน หรือเหมือนกัน

การเชื่อมต่อจอ LCD เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการต่อ 2 แบบ คือ แบบ 4 บิต และแบบ 8 บิต



รูปที่ 3 แสดงการต่อ LCD เข้ากับ MCU แบบ 8 บิต



รูปที่ 4 แสดงการต่อ LCD เข้ากับ MCU แบบ 4 บิต

สำหรับในการทดลองตามใบงานนี้ จะใช้การต่อวงจรแบบ 4 บิต ตามรูปที่ 4 เนื่องจากประสิทธิภาพ I/O ของ MCU และในคำสั่งของ Pic Basic Pro ได้รองรับการทำงานแบบนี้อยู่แล้ว

ในการเขียนโปรแกรมการแสดงผลผ่านทางจอ LCD ก่อนการเข้าสู่การประมวลผลเราต้องให้โปรแกรมรู้จักตำแหน่งของขา I/O ที่ต่อกับจอ LCD ขาต่าง ๆ ตามรูปที่ 4 ก่อน ด้วยการนิยามไว้ที่ส่วนหัวของโปรแกรมตามตัวอย่างดังนี้ คือ

```

DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTE
DEFINE LCD_RSBIT 2
DEFINE LCD_EREG PORTD
DEFINE LCD_EBIT 1

```

ตามตัวอย่าง บรรทัดที่ 1 และ 2 กำหนดว่า ขา Data 4 เส้นต่อที่ Port D เริ่มบิตที่ 4 เป็นต้นไป

บรรทัดที่ 3 และ 4 กำหนดว่า ขา RS ต่ออยู่ที่ Port E ขา 2 (RE2)

บรรทัดที่ 5 และ 6 กำหนดว่า ขา EN ต่ออยู่ที่ Port D ขา 1 (RD1)

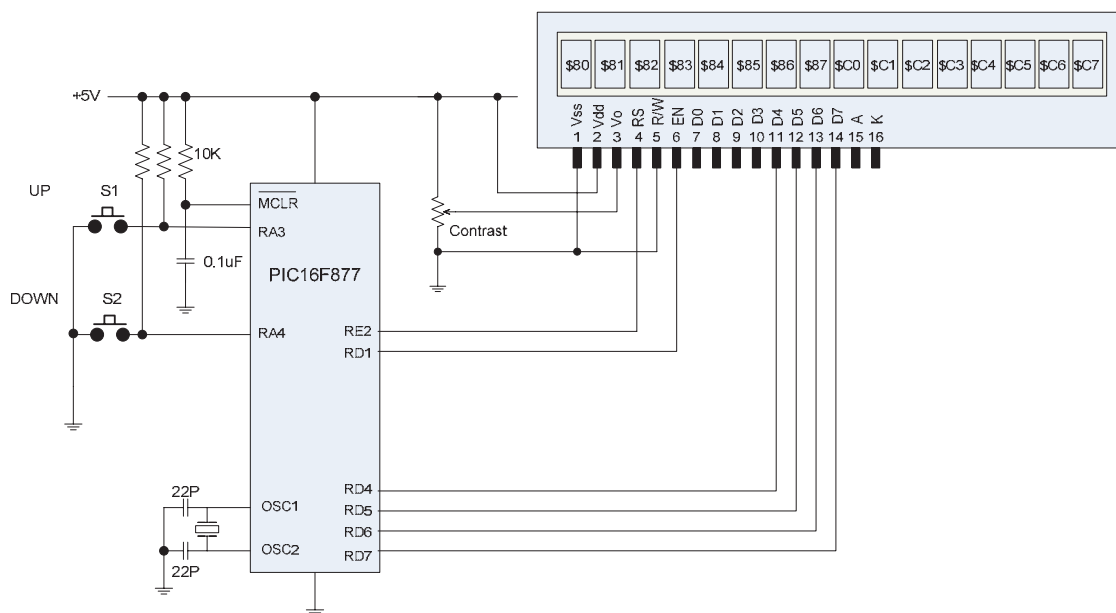
รายละเอียดนอกเหนือจากนี้ ให้ศึกษาเพิ่มเติมในคู่มือการใช้โปรแกรม

ในการแสดงผล เราสามารถปรับแต่งรูปแบบของข้อมูลที่จะส่งมาแสดงได้ เช่น เป็นเลขฐานสอง ฐานสิบ และฐานสิบหก เป็นต้น โดยจำมีตัวปรับค่าตามตารางดังต่อไปนี้

Modifier	Operation
BIN {1...16}	Send binary digit
DEC {1...5}	Send decimal digit
HEX {1...4}	Send hexa-decimal digit
REP c\n	Send character c repeated n times
STR ArrayVar{\n}	Send string of n characters

- หมายเหตุ**
1. หากมีการต่อขาของจอ LCD เข้ากับพอร์ต ที่สามารถรับสัญญาณอนาล็อกได้ เช่น PortA และ PortE ก่อนการใช้คำสั่งแสดงผล จะต้องกำหนดให้พอร์ตดังกล่าวทำงานเป็นดิจิตอล ก่อน ด้วยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ ADCON1 เช่น  $ADCON1 = 7$  เป็นต้น
  2. เนื่องจากการแสดงผลของจอ LCD เป็นลักษณะ Static display เนื่องจากมีคอนโทรลเลอร์ของตัวเอง ตัวอักษรยังคงค้างจออยู่จากกว่าจะมีการส่งมาแสดงใหม่ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมแสดงผล ถ้าเป็นข้อความนิ่ง ๆ พยายามหลีกเลี่ยงการเขียนโปรแกรมวนมาแสดงซ้ำ ๆ ซึ่งอาจทำให้ตัวข้อความสั่นพลัว และเสียเวลาการทำงานของโปรแกรมโดยไม่จำเป็น
  3. การต่อไฟผิดขั้วจะทำให้จอ LCD เสียหายได้ จึงควรระมัดระวัง เนื่องมีราคาค่อนข้างแพง

วงจรทดลองตาม Experiment 13



โปรแกรมคำสั่งที่ 1 ส่งข้อความแสดงใน Line 1 และ Line 2

```

DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTE
DEFINE LCD_RSBIT 2
DEFINE LCD_EREG PORTD
DEFINE LCD_EBIT 1
'-----

adcon1 = 7
lcdout $fe,1,"Hello.."
lcdout $fe,$c0,"World !"
end

```

โปรแกรมคำสั่งที่ 2 ส่งข้อความ และค่าตัวแปรเป็นเลขฐานสิบ

```

DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTE
DEFINE LCD_RSBIT 2
DEFINE LCD_EREG PORTD
DEFINE LCD_EBIT 1
temp var byte
'-----

adcon1 = 7
temp = 25
lcdout $fe,1,"Temp = "
lcdout $fe,$c0,dec temp,$fe,$c4,"C"
end

```