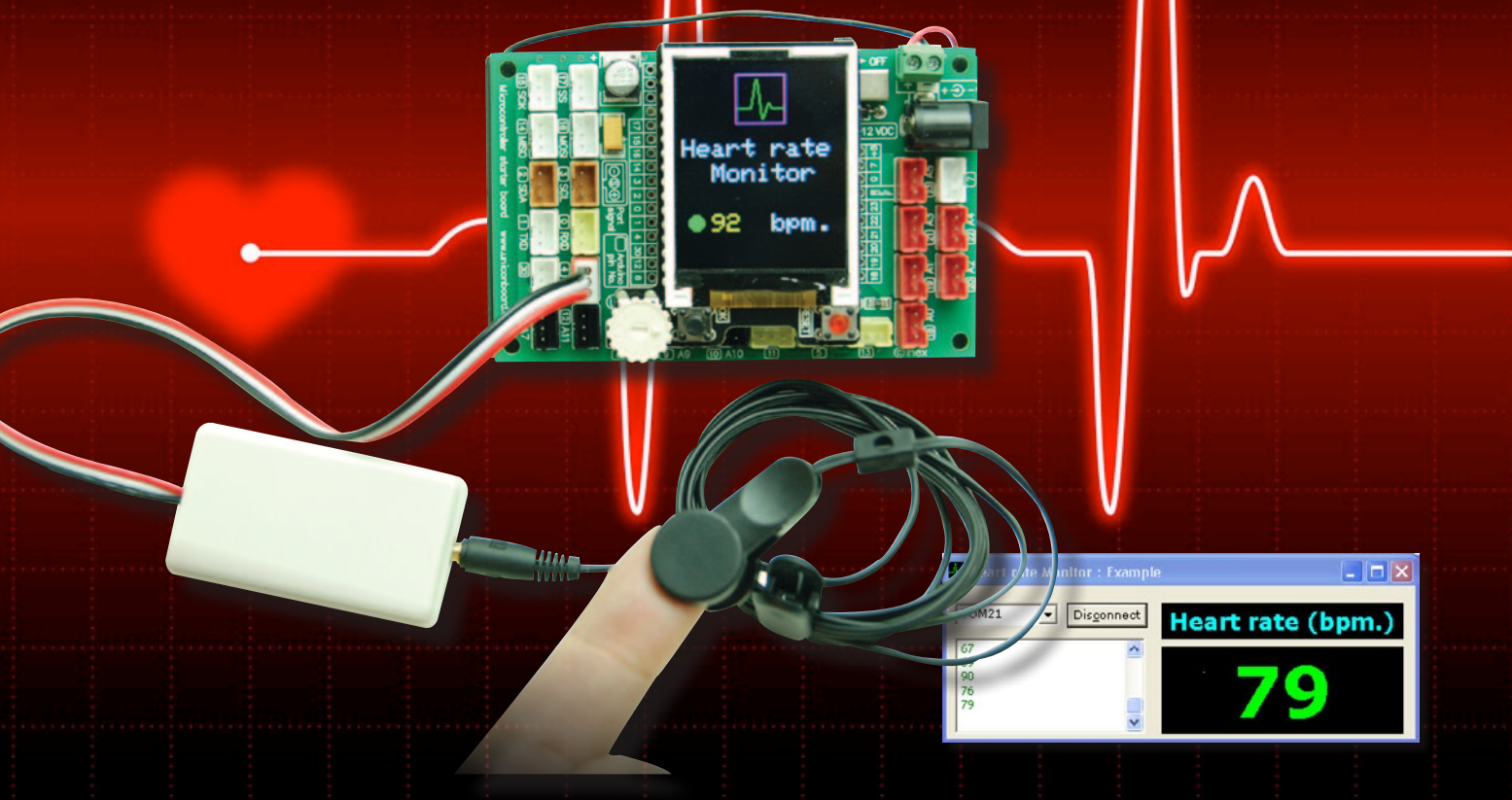


HeartRate Monitor

เครื่องวัดจังหวะหัวใจ



ทำไมมาเด่นในใจของฉันทแบบนี้ หรือว่าเธอคงมีอาการใช้ใหม่ ใจฉันเต้นเป็นจังหวะรัก..แล้วเธอละ มันเป็นจังหวะอะไรถามมาแบบนี้ ตอบยาก แต่ถ้าอยากรู้ต้องสร้างโครงงานนี้ แล้วมาวัดดูว่าอัตราการเต้นของหัวใจเป็นเท่าใด ขอบอกอีกหน่อยว่า ประสิทธิภาพในการทำงานไม่ธรรมดา ค่าที่ได้เทียบกับเครื่องมือวัดแบรนด์ดังที่มีขายกันในร้านอุปกรณ์การแพทย์เลยทีเดียว แถมยังแสดงค่าบนคอมพิวเตอร์ได้อีกต่างหาก

อีกความปรารถนาหนึ่งของนักสร้างโครงงานอิเล็กทรอนิกส์นั่นคือการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณทางการแพทย์ในแบบที่พอจะดูแนวโน้มว่าร่างกายของเรามันน่าจะปกติหรือกำลังมีแนวโน้มว่าจะมีปัญหา ที่ทำกันได้ง่ายหน่อยก็คือ เทอร์โมมิเตอร์เพื่อนำมาวัดอุณหภูมิร่างกาย แต่ที่นำมาเสนอให้ลองสร้างกันนี้ มันเจ๋งกว่านั้นเยอะ เพราะนี่คือ **เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor)**

อัตราการเต้นหัวใจ

หากไม่มีการควบคุมจากระบบประสาทที่เป็นพิเศษ หัวใจของคนปกติจะเต้นประมาณ 100 ครั้งต่อนาที อย่างไรก็ตาม เมื่อผ่อนคลาย ระบบประสาทพาราซิมพาเธติกจะกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักอยู่ที่ประมาณ 70 ครั้งต่อนาที โดยอัตราการเต้นหัวใจขณะพักมักมีค่าระหว่าง 72 ถึง 80 ครั้งต่อนาทีในเพศหญิงและ 64 ถึง 72 ครั้งต่อนาทีในเพศชาย

เมื่อออกกำลังกายหรือรู้สึกกังวล หัวใจจะเต้นเร็วขึ้น เพิ่มการไหลเวียนของเลือดที่มีออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ เหตุการณ์นี้จะถูกกระตุ้นโดยระบบประสาทซิมพาเธติก นอกจากนั้น อัตราการเต้นหัวใจยังเพิ่มขึ้นเมื่อตอบสนองต่อการหลั่งฮอร์โมน เช่น อะดรีนาลิน ด้วย

โดยเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดของคนคนหนึ่งคือ 220 ครั้งต่อนาทีลบด้วยอายุ ยกตัวอย่าง คนที่มีอายุ 40 ปีควรมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดไม่เกิน 180 ครั้งต่อนาที (มาจาก 220-40)

ตัวตรวจจับการเต้นของหัวใจ - เพราะมีสิ่งนี้จึงทำให้มี โครงงานนี้

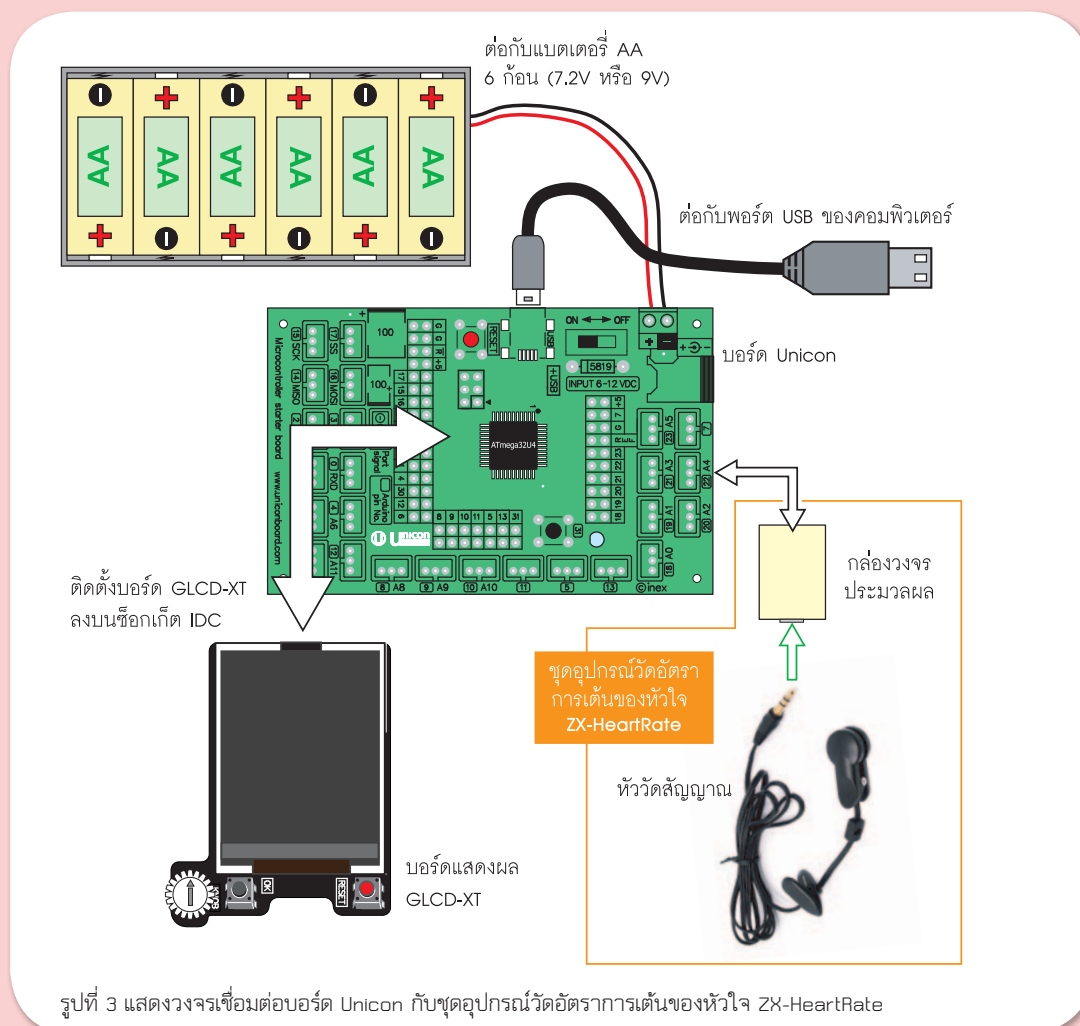
โครงงานนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้เลยหากไม่มีตัวตรวจจับพิเศษที่ทำหน้าที่ในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจแล้วส่งค่าออกมาเป็นพัลส์ ในรูปที่ 1 แสดงหน้าตาของตัวตรวจจับอัตราการเต้นหัวใจที่ใช้ในโครงงานนี้ การวัดของตัวตรวจจับนี้จะเป็นการวัดทางอ้อมด้วยการหนีบหัววัดเข้าที่ใบหูหรือปลายนิ้วดังรูปที่ 2



สัญญาณจากหัววัดจะส่งไปยังหน่วยประมวลผลสัญญาณที่อยู่ในกล่องพลาสติกเล็กๆ จนได้เป็นสัญญาณพัลส์ที่สัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจส่งออกมาอย่างไม่โครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลประมวลผลและความถี่ก่อนแสดงค่าที่วัดได้ผ่านทางจอแสดงผลหรือคอมพิวเตอร์ต่อไป

การเชื่อมต่อและทดสอบ

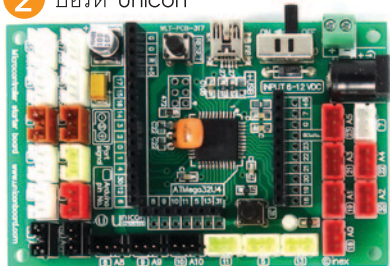
รูปที่ 3 เป็นวงจรการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Unicon ที่มี การติดตั้งบอร์ดแสดงผลกราฟิก LCD สีรุ่น GLCD-XT และชุดอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ZX-HeartRate โดยวงจรและข้อมูลของบอร์ดแสดงผล GLCD-XT แสดงไว้ในกรอบแยกที่ 1



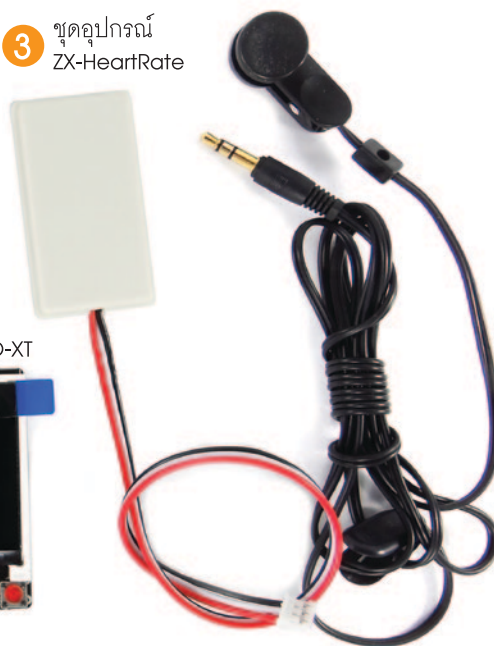
1 กาวสองหน้า



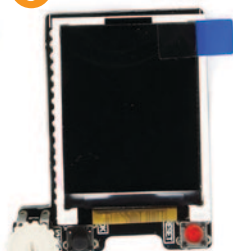
2 บอร์ด Unicon



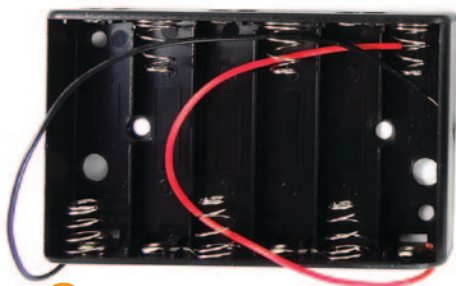
3 ชุดอุปกรณ์ ZX-HeartRate



5 บอร์ด GLCD-XT



4 กะละถ่าน 6 ก้อน



รูปที่ 4 แสดงอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการสร้างเครื่องวัดจังหวะหัวใจ

ส่วนขั้นตอนการอัปโหลดโปรแกรมและการทดสอบมีดังนี้

(1) เปิดซอฟต์แวร์ Arduino 1.0 รุ่นที่ใช้ได้กับบอร์ด Unicon โดยดาวน์โหลดได้ที่ www.uniconboard.com

(2) พิมพ์โปรแกรมที่ 1 แล้วเลือกฮาร์ดแวร์เป็น Unicon board รอไว้

(3) นำบอร์ดแสดงผล GLCD-XT มาเสียบเข้ากับบอร์ด Unicon ตรงจุดต่อ IDC สีดำ (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 แสดงการติดตั้งบอร์ดแสดงผล GLCD-XT เข้ากับบอร์ด Unicon

(4) ต่อสายจากชุดอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ZX-HeartRate เข้าที่จุดต่อพอร์ต 4

(5) นำกะละถ่าน AA 6 ก้อนมาต่อสายเข้ากับจุดต่อไฟเลี้ยงที่เป็นเทอร์มินอลบล็อกของบอร์ด Unicon จากนั้นบรรจุแบตเตอรี่ลงในกะละถ่าน เปิดสวิตช์จ่ายไฟ

(6) รอสักครู่ให้บอร์ด Unicon พร้อมทำงาน (สังเกตจาก LED สีน้ำเงินติดสว่างค้าง) จึงต่อสายเข้ากับพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการอัปโหลดโปรแกรม

(7) ที่หน้าจอของ GLCD-XT จะแสดงภาพกราฟิก และค่าของอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งในตอนที่ยังไม่ได้ต่อวัด อาจได้ค่า 0 หรือค่าอื่นๆ ที่ไม่มีความแน่นอน ให้ใช้คดลิปหนีบหัววัดเข้าที่บริเวณใบหู (ดังรูปที่ 6) หรือปลายนิ้วมือ (ดังรูปที่ 7) ก็ได้ จากนั้นสังเกตค่าที่ได้บนหน้าจอแสดงผล ในคนปกติที่มีภาวะทางร่างกายและจิตใจเป็นปกติ จะวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระหว่าง 80 ถึง 140 ขึ้นกับอายุ วัย และเพศ

เกี่ยวกับซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงาน

โปรแกรมควบคุมการทำงานแสดงในโปรแกรมที่ 1 แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ

1. **ฟังก์ชัน bubbleSort** ทำหน้าที่จัดเรียงข้อมูลของพัลส์ที่ได้มาจากตัวตรวจจับ แล้วทำการตัดค่าที่สูงสุดและต่ำสุดออก จากนั้นนำค่าที่เหลือมาเฉลี่ย เพื่อให้ได้ค่าของสัญญาณที่แน่นอนมากที่สุด

2. **ฟังก์ชัน setup** เป็นการเตรียมการเกี่ยวกับการแสดงผลทั้งหมดของโครงการที่จอแสดงผลกราฟิก LCD สีหรือ GLCD-XT ให้แสดงรูปและข้อความที่ต้องการ

3. **ฟังก์ชัน loop** เป็นส่วนของโปรแกรมหลักที่ทำการอ่านค่าจากตัวตรวจจับ ซึ่งเป็นสัญญาณพัลส์ นับค่านวนพัลส์ที่ได้ภายในเวลาหนึ่งนาที่ จากนั้นทำการเรียกฟังก์ชัน bubbleSort เพื่อจัดการให้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจมาแสดงผลที่จอแสดงผลกราฟิก LCD สีต่อไป

โปรแกรมที่ 1 ไฟล์ HeartRate.ino โค้ดโปรแกรมภาษา C/C++ สำหรับโครงการ HeartRate Monitor ที่ใช้บอร์ด Unicon ในการควบคุมการทำงานทั้งหมด

```
/* Heart rate Monitor */

#include <popxt.h>
#define GLCD_GRAY 0x39E7
#define sensorInput 4 // use pin 4

#define heart_rate_member 4

unsigned char counter=0;
unsigned long heart_rate[heart_rate_member];
unsigned long heart_rate_mean;
unsigned long pulsePeriod;

void bubbleSort(unsigned long arr[], int n)
{
    bool swapped = true;
    int j = 0;
    unsigned long tmp;
    while (swapped)
    {
        swapped = false;
        j++;
        for (int i = 0; i < n - j; i++)
        {
            if (arr[i] > arr[i + 1])
            {
                tmp = arr[i];
                arr[i] = arr[i + 1];
                arr[i + 1] = tmp;
                swapped = true;
            }
        }
    }
}

void setup()
{
    pinMode(sensorInput, INPUT);
    glcdClear();

    glcdRect(44,8,40,40,GLCD_MAGENTA);
    glcdLine(45,35,55,35,GLCD_GREEN);
    glcdLine(56,35,60,12,GLCD_GREEN);
    glcdLine(61,12,65,43,GLCD_GREEN);
    glcdLine(66,43,70,31,GLCD_GREEN);
    glcdLine(71,31,73,35,GLCD_GREEN);
    glcdLine(74,35,83,35,GLCD_GREEN);

    setTextSize(2);
    setTextColor(GLCD_WHITE);
    glcd(3,0,"Heart rate");
    glcd(4,2,"Monitor");
    Serial.begin(57600);
}

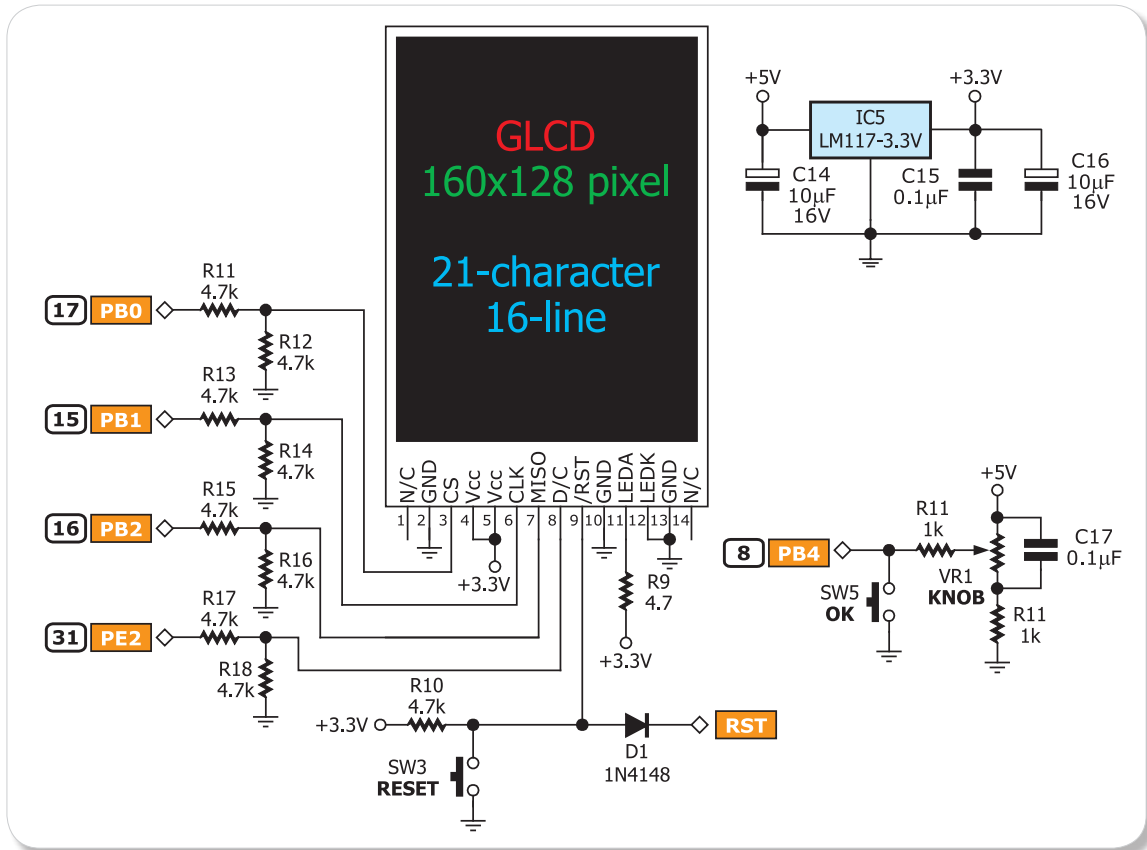
void loop()
{
    int n;
    for (n=0;n<heart_rate_member;n++)
    {
        if ((n%2)!=0)
        {
            glcdFillCircle(12,127,6,GLCD_GREEN);
        }
        else
        {
            glcdFillCircle(12,127,6,GLCD_GRAY);
        }
        while(digitalRead(sensorInput)!=0);
        pulsePeriod=pulseIn(sensorInput, LOW, 2000000);
        heart_rate[n]=pulsePeriod;
        pulsePeriod=pulseIn(sensorInput, HIGH, 2000000);
        heart_rate[n]+=pulsePeriod;
    }

    bubbleSort(heart_rate,heart_rate_member);

    heart_rate_mean=0;
    for (n=1;n<(heart_rate_member-1);n++)
    {
        heart_rate_mean+=heart_rate[n];
    }
    heart_rate_mean/=(heart_rate_member-2);

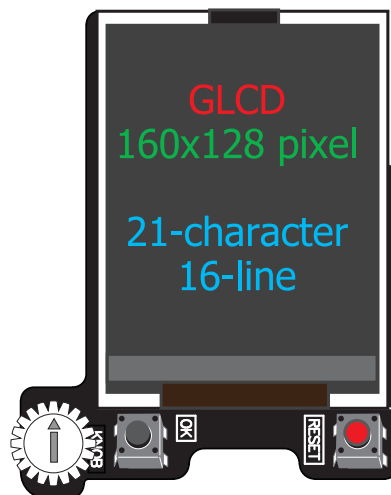
    heart_rate_mean=(60000000)/heart_rate_mean;
    if (heart_rate_mean>400)
    {
        glcd(6,2,"--- ",heart_rate_mean);
        Serial.println(0,DEC);
    }
    else
    {
        if (heart_rate_mean>100)
        {
            setTextColor(GLCD_RED);
        }
        else if (heart_rate_mean>80)
        {
            setTextColor(GLCD_YELLOW);
        }
        else
        {
            setTextColor(GLCD_GREEN);
        }
        glcd(6,2,"%d ",heart_rate_mean);
        Serial.println(heart_rate_mean,DEC);
    }
    setTextColor(GLCD_WHITE);
    glcd(6,6,"bpm.");
}
```


กรอบแยกที่ 1 : GLCD-XT บอร์ดแสดงผลกราฟิก LCD สี



คุณสมบัติที่สำคัญ

- โมดูลแสดงผลแบบกราฟิกสี ความละเอียด 128 x 160 จุด
- แสดงภาพกราฟิกลายเส้นและพื้นสี ไม่รองรับไฟล์รูปภาพใดๆ
- มีไฟส่องหลัง
- แสดงผลเป็นตัวอักษรขนาดปกติ (5x7 จุด) ได้ 21 ตัวอักษร 16 บรรทัด
- มีสวิตช์กดติดปล่อยดับพร้อมใช้งาน (สวิตช์ OK) 1 จุด โดยต่อร่วมกับตัวต้านทานปรับค่าได้ (KNOB) ซึ่งเชื่อมต่อไปยังขาพอร์ต 8 ของบอร์ด Unicon ทำให้อ่านค่าสัญญาณดิจิตอลและอะนาลอกได้ในขาพอร์ตเดียวกัน



กรอบแยกที่ 2 : การดัดแปลงสายสัญญาณของตัวตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

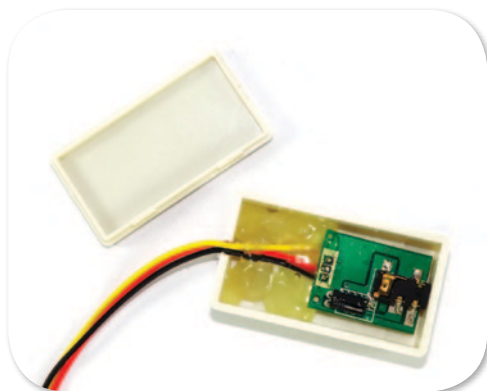
สำหรับผู้ที่มีชุด ZX-HeartRate ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจจาก TPE shop หรือ INEX จะสามารถใช้งานกับบอร์ด Unicon ได้ทันที แต่ถ้าหากซื้อมาจาก ThaiEasyElec พันธมิตรของ TPE จะต้องมีขั้นตอนการดัดแปลงสายสัญญาณเล็กน้อย

เตรียมขอ

สิ่งที่ต้องใช้ประกอบด้วย หัวแร้งบัดกรี, ตะกั่ว, ไขควงปากแบน, คอนเน็กเตอร์ JST 2 มม. 3 ขาตัวผู้แบบลงแผ่นวงจรพิมพ์, คีมปากแหลม หรือแหนบ และสาย JST3AA-8

ขั้นตอนการดัดแปลง

(1) ใช้ไขควงปากแบนค่อยๆ จัดฝากล่องของชุดประมวลผลสัญญาณออก



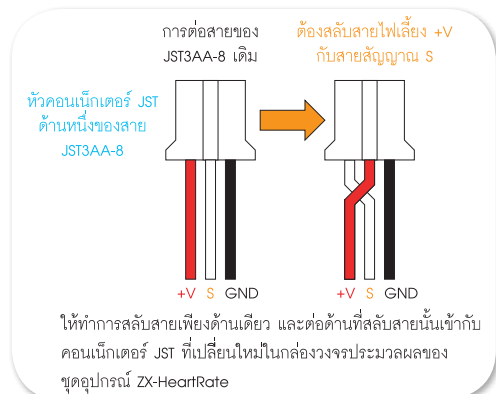
(2) รื้อกาวยางที่ใช้ยึดแผงวงจรออกทั้งหมด

(3) ใช้หัวแร้งปลดสายสัญญาณเดิมออก

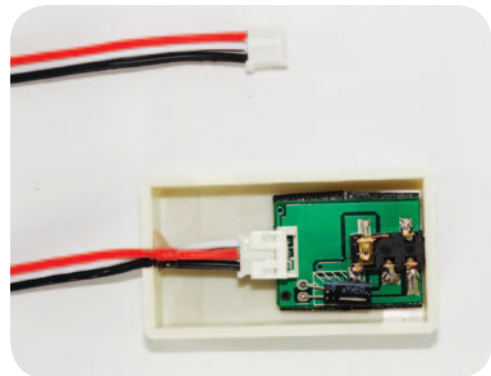
(4) บัดกรีคอนเน็กเตอร์ JST 2 มม. 3 ขาตัวผู้แบบลงแผ่นวงจรพิมพ์ เข้าไปแทนที่

(5) ใช้กาวยางหน้ายึดแผงวงจรประมวลผลเข้ากับพื้นกล่องด้านใน

(6) นำสาย JST3AA-8 มาสลับสายต่อตามรูป



(7) เสียบสาย JST3AA-8 ที่สลับสายแล้วเข้ากับคอนเน็กเตอร์ JST 2 มม. 3 ขาตัวผู้ที่เปลี่ยนใหม่จากขั้นตอนที่ (4) อาจใช้กาวยางหรือเทปกาวติดลงไปเล็กน้อยเพื่อช่วยให้การเชื่อมต่อแน่นหนามากขึ้น



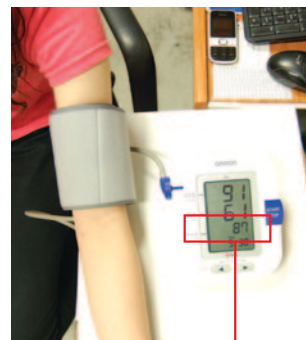
(8) ค่อยๆ นำสายสอดผ่านร่องข้างกล่องออกมา หยดกาวยางที่ร่องสาย เพื่อให้สายสัญญาณติดกับกล่อง ไม่ขาดง่ายเวลาบิดสายไปมา แล้วปิดฝากล่องอย่างเดิม

เพียงเท่านี้ก็จะได้ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่พร้อมใช้งานกับบอร์ด Unicon แล้ว

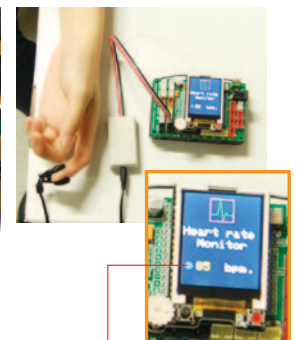
ความเที่ยงตรง

นี่คือประเด็นที่สุดท้าทายของโครงการนี้ เพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนจึงนำเครื่องวัดความดันโลหิตที่มีความสามารถในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจหรือชีพจรยี่ห้อ OMRON มาวัดเทียบกับเครื่องวัดจังหวะหัวใจที่ทำการสร้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 8 ผลที่ได้คือ มีความใกล้เคียงกันมาก

แต่อย่างไรก็ตาม นี่คือการงานที่นำเสนอแนวทางในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์กับตัวตรวจวัดเพื่อสร้างเครื่องมือวัดปริมาณทางการแพทย์อย่างง่ายเท่านั้น หากต้องการขยายผลไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดอย่างจริงจัง ยังมีอีกหลายขั้นตอน ตั้งแต่การตรวจสอบคุณภาพและความเที่ยงตรงของหัวใจ ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับร่างกายของมนุษย์ ความปลอดภัยในการใช้งาน ซึ่งต้องฝากเป็นการบ้านกันต่อไป



อัตราการเต้นของหัวใจของเครื่องวัดนี้ ดูได้จากของ PULSE ในภาพวัดได้ 87



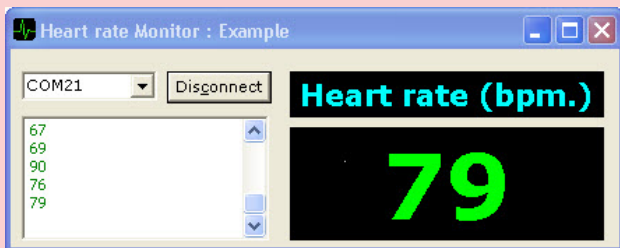
อัตราการเต้นของหัวใจจากการวัดของ HeartRate Monitor วัดได้ 85

รูปที่ 8 ภาพเปรียบเทียบผลการวัดของเครื่องวัดความดันโลหิตที่สามารถแจ้งอัตราการเต้นของหัวใจได้กับ HeartRate Monitor ที่สร้างขึ้น

เพิ่มความสามารถอีกขั้นกับการแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์

ด้วยความสามารถของบอร์ด Unicon ที่เชื่อมต่อและสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ได้ เมื่อนำมาสร้างเป็นโครงงาน HeartRate Monitor จึงต้องมีการต่อยอดให้สามารถแสดงผลการทำงานผ่านคอมพิวเตอร์ได้ด้วย โดยใช้ Heart rate Monitor ดาวน์โหลดได้ที่ www.tpemagazine.com และ www.uniconboard.com ไฟล์ที่ได้มาเป็นไฟล์ HeartRate Monitor.exe ดับเบิลคลิกก็รันได้ทันที

เมื่อเปิดโปรแกรมแล้ว เลือกตำแหน่งพอร์ตที่จะใช้ในการติดต่อ หรือ รอสักครู่โปรแกรมจะค้นหาพอร์ตที่เชื่อมต่อกับตัวโครงงานให้เอง จากนั้นคลิกปุ่ม connect เพื่อเชื่อมต่อ ค่าที่ได้จากการวัดจะแสดงที่หน้าต่างของโปรแกรกดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 โปรแกรม Heart rate Monitor ที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับโครงงานเครื่องวัดจังหวะหัวใจสำหรับแสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

HeartRate Monitor คือตัวช่วยในการตรวจสอบการทำงานของหัวใจคนในครอบครัวขั้นต้น เป็นเครื่องมือวัดอย่างง่ายที่ทำได้ แต่หากร่างกายมีอาการผิดปกติ ทางที่ดีควรไปพบแพทย์ แต่ถ้าหากเป็นโรคใจเจ้าชู้ อันนี้คงต้องตัวใครตัวมัน ดูแลกันเอง เพราะเรื่องแบบนี้อิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบไม่ได้.....

หมายเหตุ

ขอบคุณข้อมูลทางการแพทย์จาก <http://www.bangkokhospital.com/news/825-2012-th/>



www.tpemagazine.com

รายการอุปกรณ์

- ZX-HeartRate ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
- บอร์ด Unicon ที่ติดตั้งบอร์ดแสดงผลรุ่น GLCD-XT แล้ว
- กะบะถ่าน AA 6 ก้อน

หมายเหตุ

• ZX-HeartRate ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ คู่มือละเอียดราคาและสั่งซื้อในหน้า TPE shop หรือ www.inex.co.th จะมาพร้อมกับสายสัญญาณที่เชื่อมต่อกับบอร์ด Unicon ได้ทันที ถ้าหากซื้อมาจาก ThaiEasyElec (www.thaieasyelec.com) จะต้องมีการดัดแปลงสายสัญญาณเพื่อให้สามารถต่อกับบอร์ด Unicon ดูในเรื่อง

- บอร์ด Unicon และ GLCD-XT คู่มือละเอียดราคาและสั่งซื้อในหน้า TPE shop หรือ www.uniconboard.com
- กะบะถ่าน AA 6 ก้อนมีจำหน่ายที่ www.inex.co.th หรือ แผนกซูเปอร์มาร์เก็ต นั้รุพงษ์เซลล์แอนด์เซอร์วิส (NPE) บ้านหม้อ โทรศัพท์ 0-2225-0094 , เซียร์รังสิต โทรศัพท์ 0-2992-7379 (www.mynpe.com)