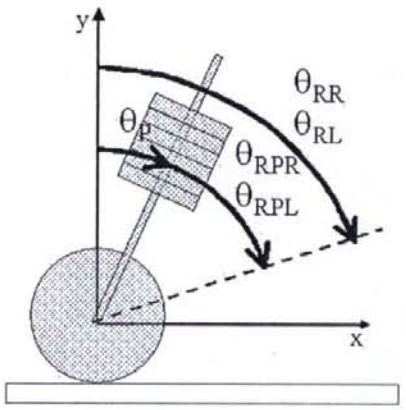
110350

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

บทที่ 4

การดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึง โครงสร้างและอุปกรณ์ การคำนวณหาความสมดุลของหุ่นยนต์ โดยใช้ Accelerometer หาแนวตั้งฉากกับพื้นโลกและใช้ Gyroscope หาความเร็วเชิงมุม ที่ใช้ในโครงงานวิจัย



รูปที่ 4.1 Angles of Rotation [7]

4.1 ออกแบบโครงสร้างและระบบควบคุม

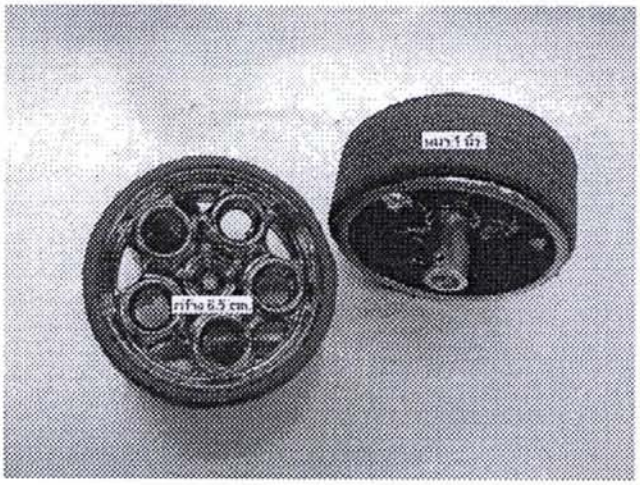
ในการออกแบบโครงสร้าง มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1) แบตเตอร์รี่ (Battery)

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากแบตเตอร์รี่มีน้ำหนักมากที่สุดในอุปกรณ์หุ่นยนต์สมดุลสองล้อทั้งหมด ดังนั้น การเลือกซื้อแบตเตอร์รี่ควรเลือกซื้อที่ไม่หนักจนเกินไป เพราะน้ำหนักแบตเตอร์รี่มากจนเกินไปจะทำให้ยากต่อการทดลอง น้ำหนักของแบตเตอร์รี่ที่เหมาะสมควรจะอยู่ที่ประมาณ 1-3 กิโลกรัม และวาง CG ของแบตเตอร์รี่ให้ตรงกับจุด CG ของหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ

2) ล้อของหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ (Wheel)

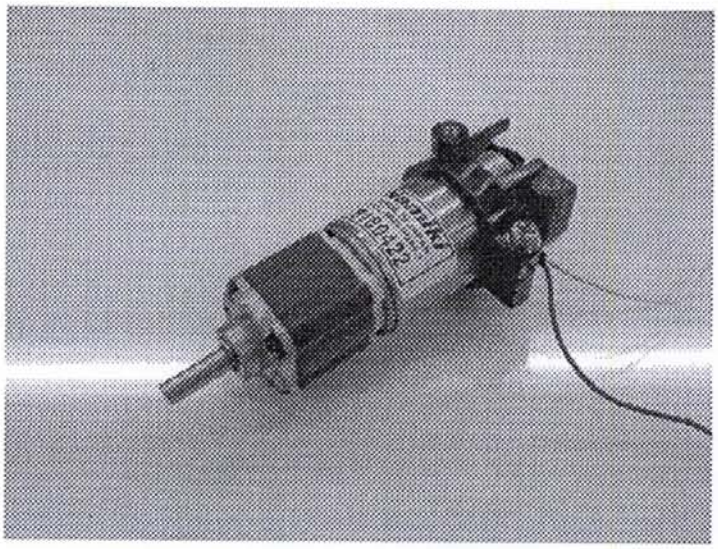
ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากล้อเป็นส่วนสำคัญในการทรงตัว เพื่อรักษาสมดุลของหุ่นยนต์ ดังนั้นควรมีขนาดใหญ่เพื่อตอบสนองได้ทันต่อการทรงตัว เพื่อรักษาสมดุลของหุ่นยนต์ ล้อที่เหมาะสมอยู่ที่เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5.5 - 15 เซนติเมตร โดยผู้จัดทำโครงการเลือกใช้ล้อเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6.5 เซนติเมตร



รูปที่ 4.2 แสดงล้อที่ใช้ในหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ [8]

3) ดี.ซี. มอเตอร์ (DC Motor)

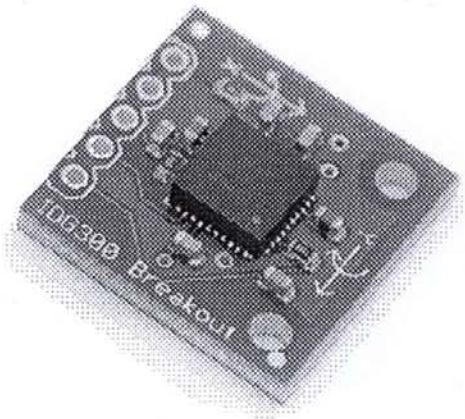
ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจาก ดี.ซี. มอเตอร์ส่งกำลังผ่านล้อของหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ เพื่อรักษาการทรงตัวของหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ ดังนั้นต้องเลือกมอเตอร์ที่มีแรงบิตสูง ๆ เพื่อตอบสนองได้ทันต่อการทรงตัว โดยผู้จัดทำโครงการเลือกใช้ D.C. gear motor 12VDC เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก เพลา 5 mm เส้นผ่าศูนย์กลางกว้าง 2 x 2 cm ความยามรวมเพลา 8.5 cm ความเร็ว 150 rpm เฟืองทดเป็นเหล็กทั้งหมด เหมาะสำหรับชุดขับเคลื่อนที่จำกัดพื้นที่ในการสร้างงาน และชุดขับเคลื่อนที่ต้องการความเร็วที่ออกตัวได้คล่องและสม่ำเสมอ



รูปที่ 4.3 แสดงมอเตอร์ที่ใช้ในหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ [8]

4) Gyroscope

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจาก Gyroscope เป็นเซ็นเซอร์ที่มีส่วนสำคัญใช้วัดความเร็วเชิงมุม (ω) สามารถวัดความเร็วเชิงมุมได้ถึง 300 องศาต่อวินาทีและทนการสั่นสะเทือน 5000g ให้สัญญาณเป็นอนาล็อก 0-5 โวลต์ ทำให้ระบบควบคุมสามารถรักษาสมดุลได้ทันต่อการทรงตัวของหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ

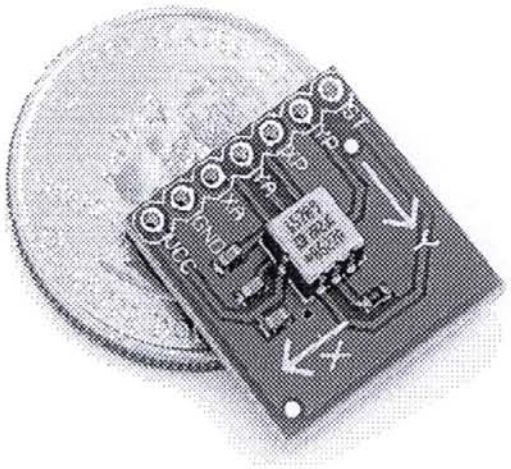


รูปที่ 4.4 แสดง Gyroscope ที่ใช้ในหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ [9]

5) Accelerometer

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจาก Accelerometer เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดการตั้งฉากกับพื้นโลก โดยเซ็นเซอร์ Accelerometer สามารถตรวจสอบว่าหุ่นยนต์เอียงไปทางซ้าย หรือ

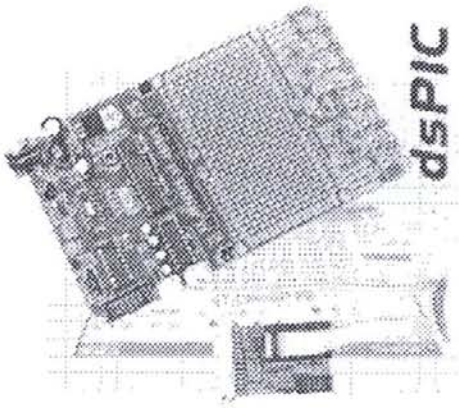
ทางขวา กับการตั้งฉากกับพื้นโลก สามารถทนทานต่อการสั่นสะเทือนสูงถึง 1,000 และมีความละเอียด 5 mg ที่แบนวิด 60 Hz ให้สัญญาณเป็นพัลส์วิดมอดูเลต



รูปที่ 4.5 แสดง Accelerometer ที่ใช้ในหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ [9]

6) ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากในการทดลองแรกๆ จะพบเห็นได้ว่าความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ทันต่อการประมวลผล ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในครั้งแรกคือ 16F877 มีความเร็วในการประมวลผลที่ 300,000 คำสั่งในหนึ่งลูปการทำงาน แต่ยังไม่ทันต่อการประมวลผล จึงเปลี่ยนไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น dsPIC เบอร์ 30F2010 ซึ่งมีความเร็วในการประมวลผลที่ 30 ล้านคำสั่งในหนึ่งลูปการทำงาน ทำให้สามารถควบคุมระบบสมดุลสองล้อได้

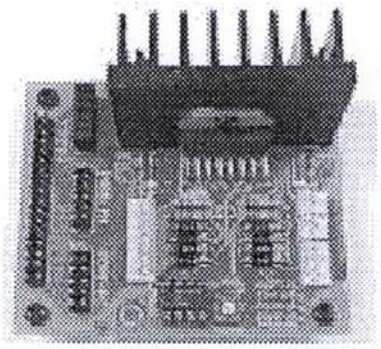


รูปที่ 4.6 แสดงไมโครคอนโทรเลอร์ dsPIC เบอร์ 30F2010 ที่ใช้ในหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ [10]

7) บอร์ดขับมอเตอร์ (Motor drive)

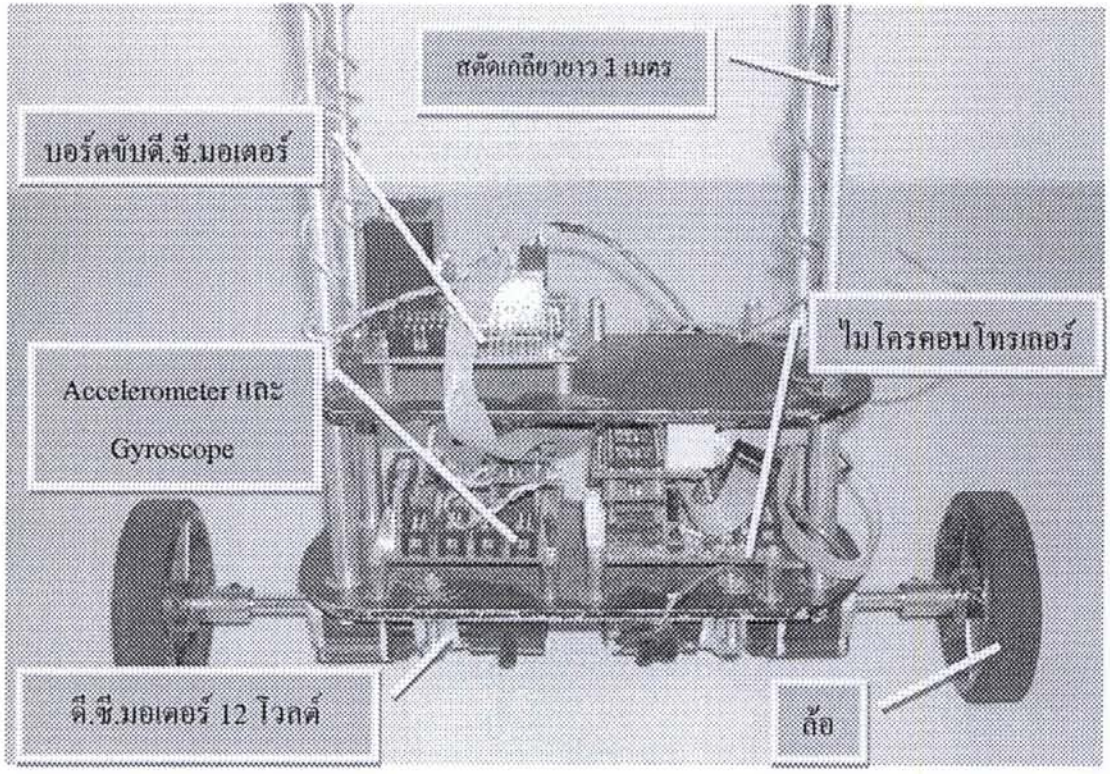
ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากหุ่นยนต์สมดุลสองล้อใช้มอเตอร์ขนาดจำนวนสองตัวในการทรงตัว ดังนั้นผู้จัดทำโครงการจึงนำบอร์ดขับมอเตอร์ของบริษัท อีทีที รุ่น ET-SMCC

V.2 ใช้ IC ควบคุมตัว MOTOR เบอร์ L298N ของ SGS – THOMSON ซึ่งเป็นบอร์ดขับมอเตอร์มีขนาดเล็กกะทัดรัด สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 2 ตัว

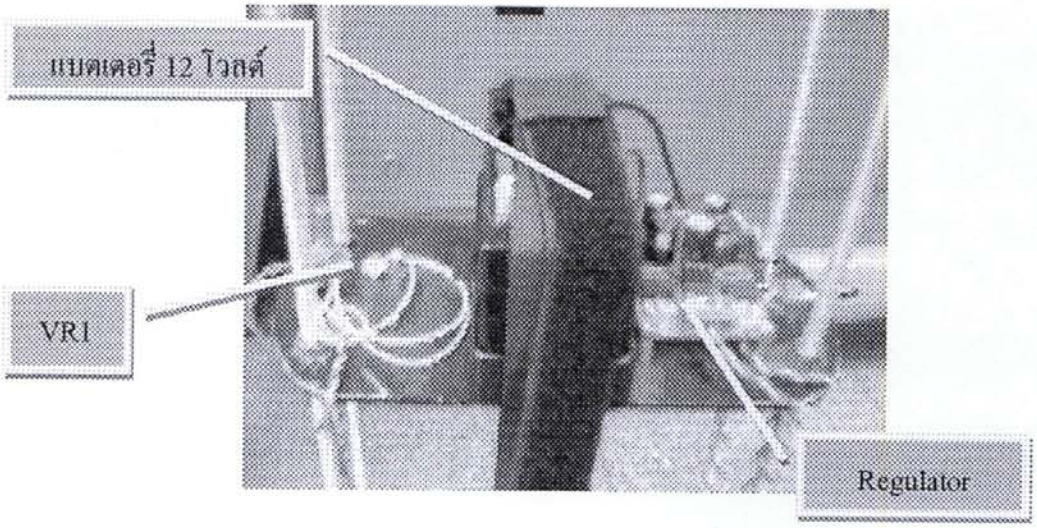


รูปที่ 4.7 บอร์ดขับมอเตอร์ รุ่น ET-SMCC V.2 บริษัท อีทีที ที่ใช้ในหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ [10]

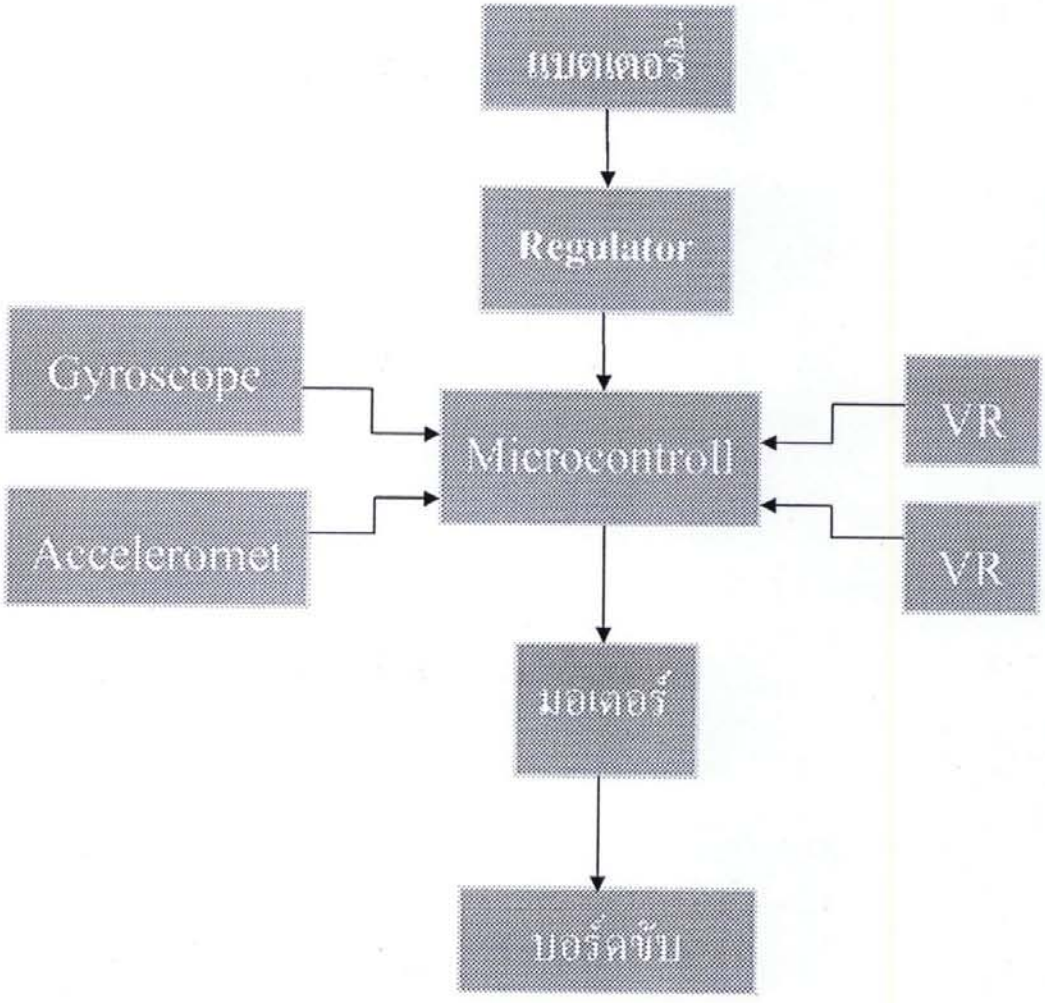
ส่วนประกอบของหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ



รูปที่ 4.8 แสดงส่วนประกอบหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ



รูปที่ 4.9 แสดงส่วนประกอบหุ่นยนต์สมดุลสองล้อส่วนบน



รูปที่ 4.10 แสดงการต่ออุปกรณ์ควบคุมของหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ

4.2 การคำนวณหาระบบควบคุมหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ

เมื่อ

Accelerometer = ค่าเซ็นเซอร์ที่วัดได้จาก Accelerometer โดยค่าที่ตั้งฉากกับพื้นโลก คือ 1250

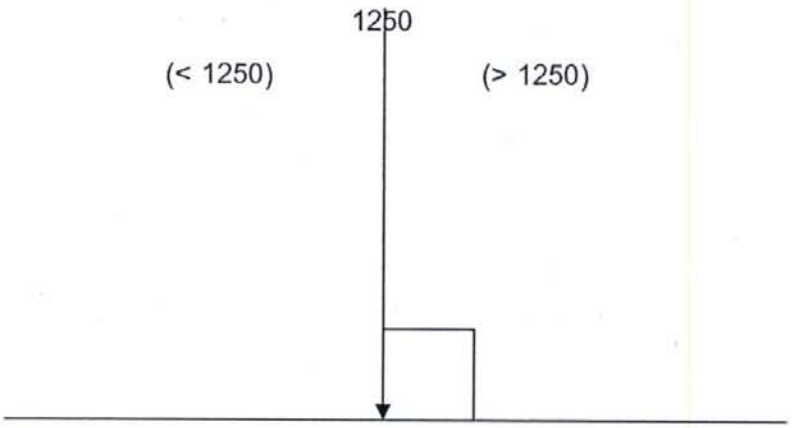
Gyroscope = คือค่าที่วัดได้จาก Gyroscope โดยค่าที่หยุดนิ่งคือ 95 ค่าจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 255

K1 = คือค่าที่วัดได้จาก VR1 ค่าจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 255

K2 = คือค่าที่วัดได้จาก VR2 ค่าจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 255

สูตรในการคำนวณระบบควบคุมหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ

สูตรหาค่า Accelerometer



รูปที่ 4.11 แสดงสูตรหาค่า Accelerometer

ดังนั้นจะได้สูตรคือ

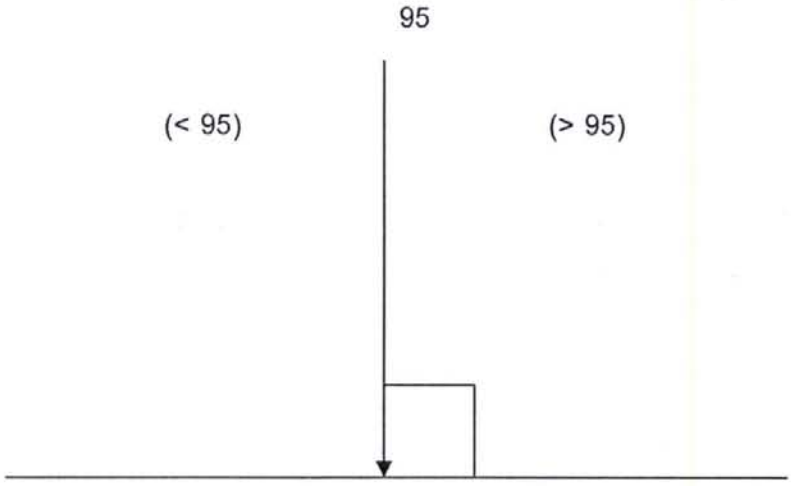
ถ้ามากกว่า 1250

Accelerometer = Accelerometer – 1250 (3.1)

แต่ถ้าน้อยกว่า 1250

Accelerometer = 1250 – Accelerometer (3.2)

สูตรหาค่า Gyroscope



รูปที่ 4.12 แสดงสูตรหาค่า Gyroscope

ดังนั้นจะได้สูตรคือ

ถ้ามากว่า 95

Gyroscope = Gyroscope – 95

แต่ถ้าน้อยกว่า 95

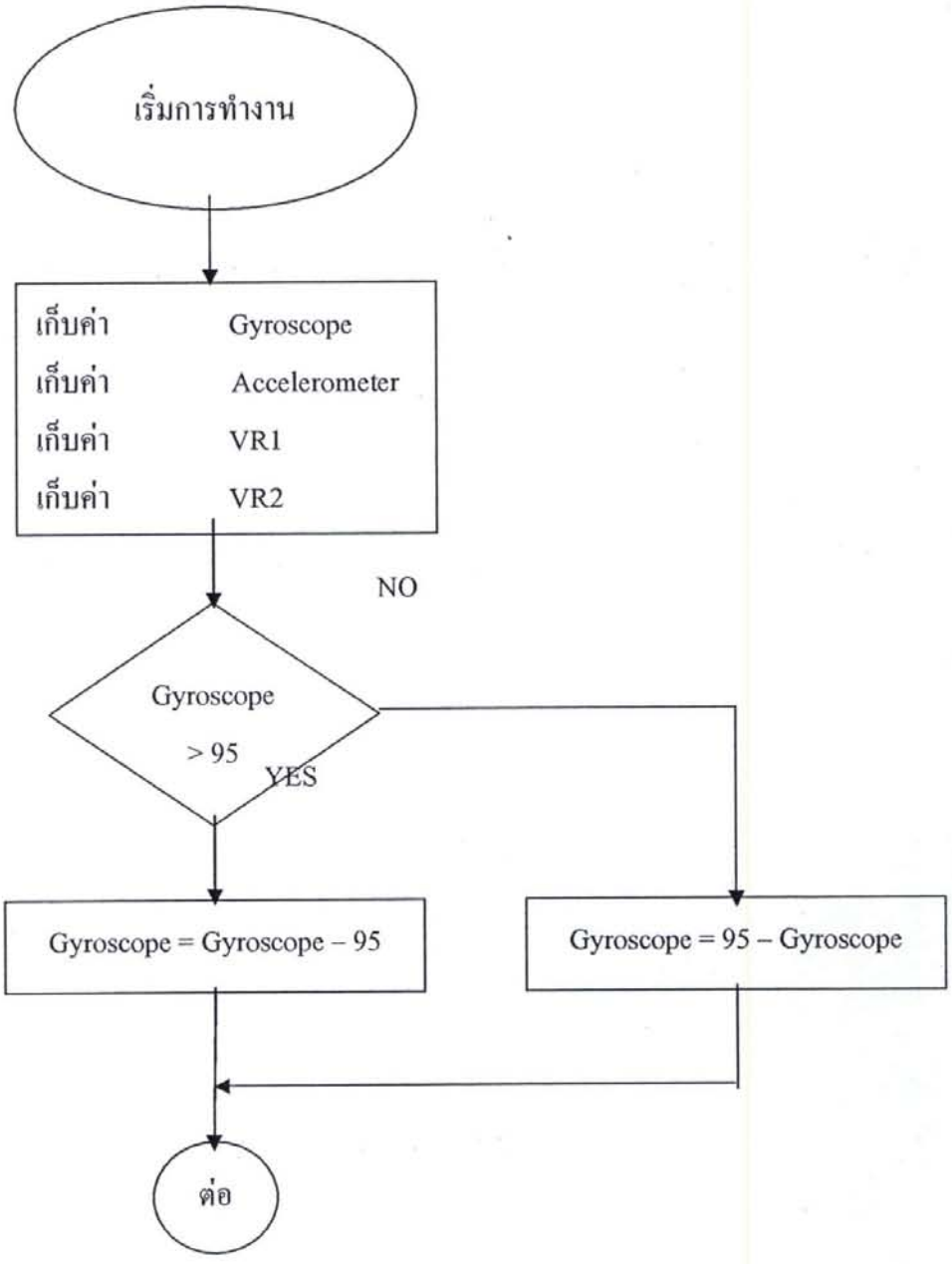
Gyroscope = 95 – Gyroscope

สูตรการหาค่าระบบโดยรวม

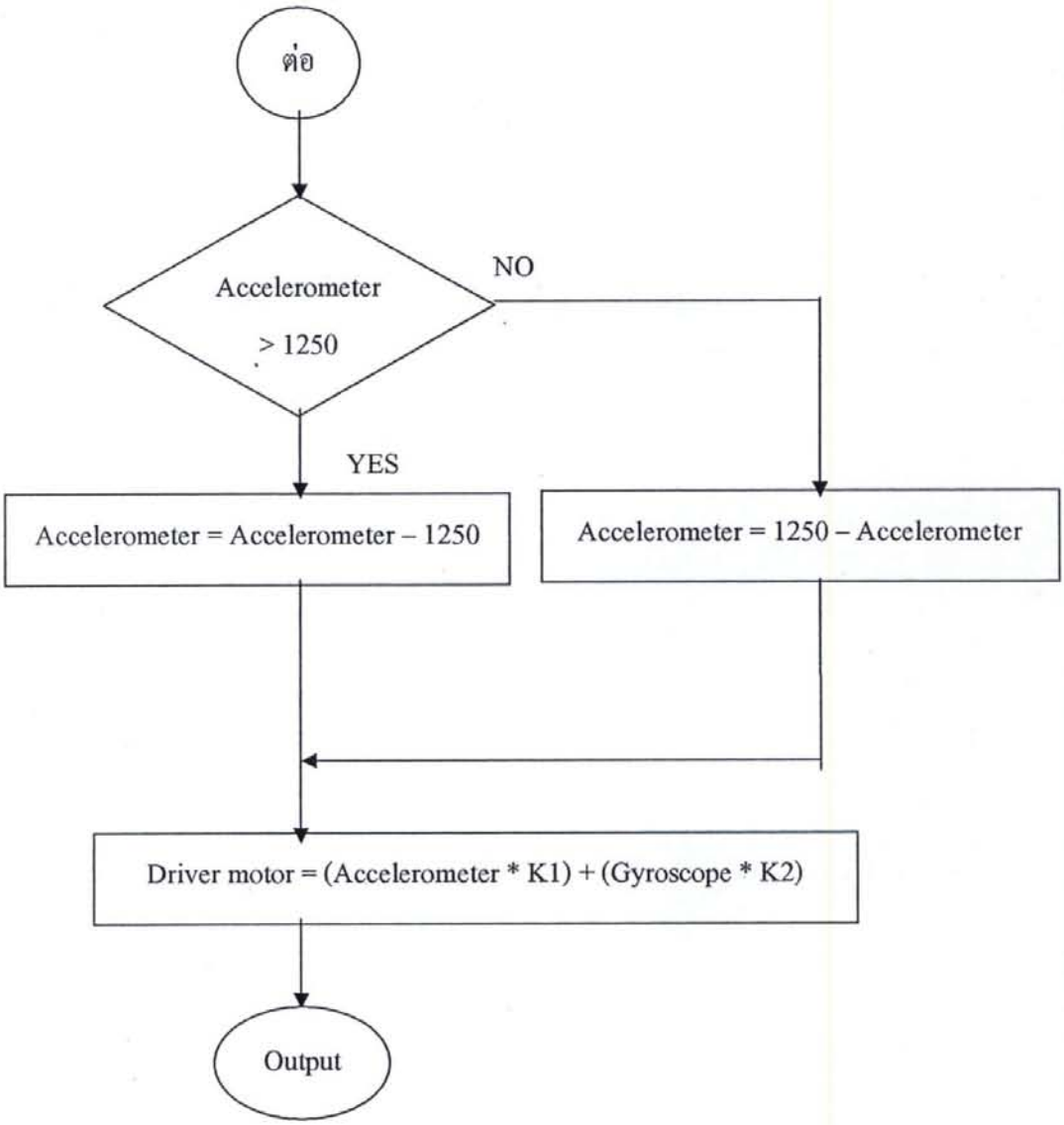
System = (Accelerometer) * K1 + (Gyroscope) * K2

Driver motor = HPWM, 1, System, 600

600 คือค่าความถี่ของรูปคลื่น PWM (Pulse width modulation)

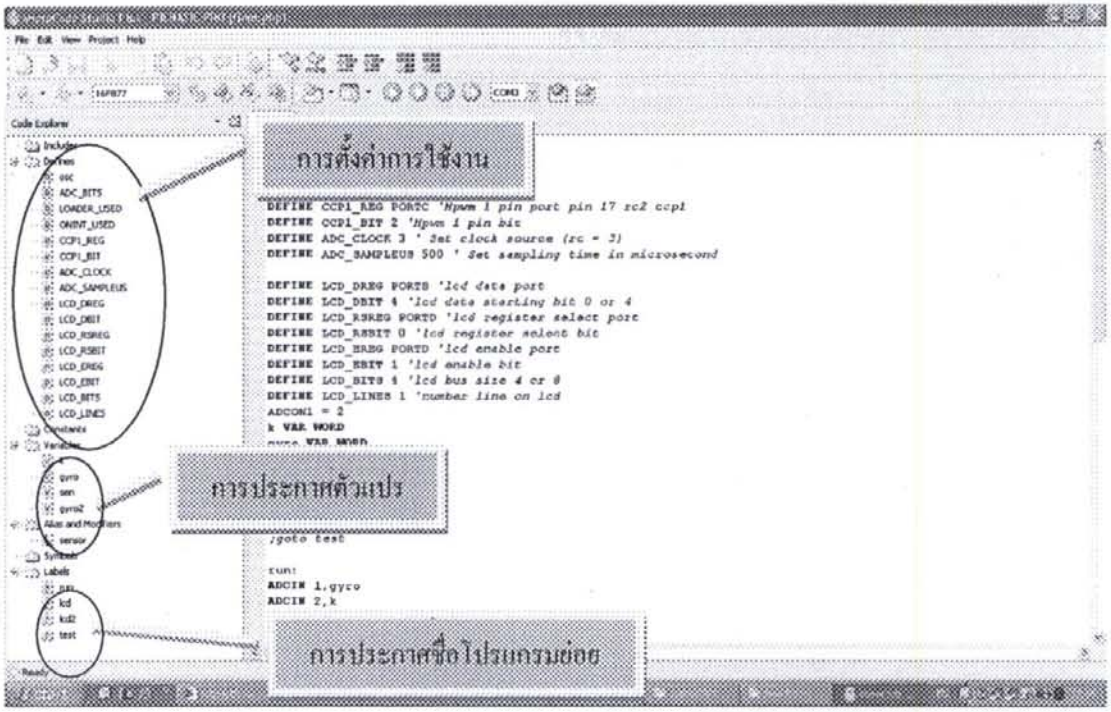


รูปที่ 4.13 แสดงลำดับการทำงานของ Accelerometer และ Gyroscope

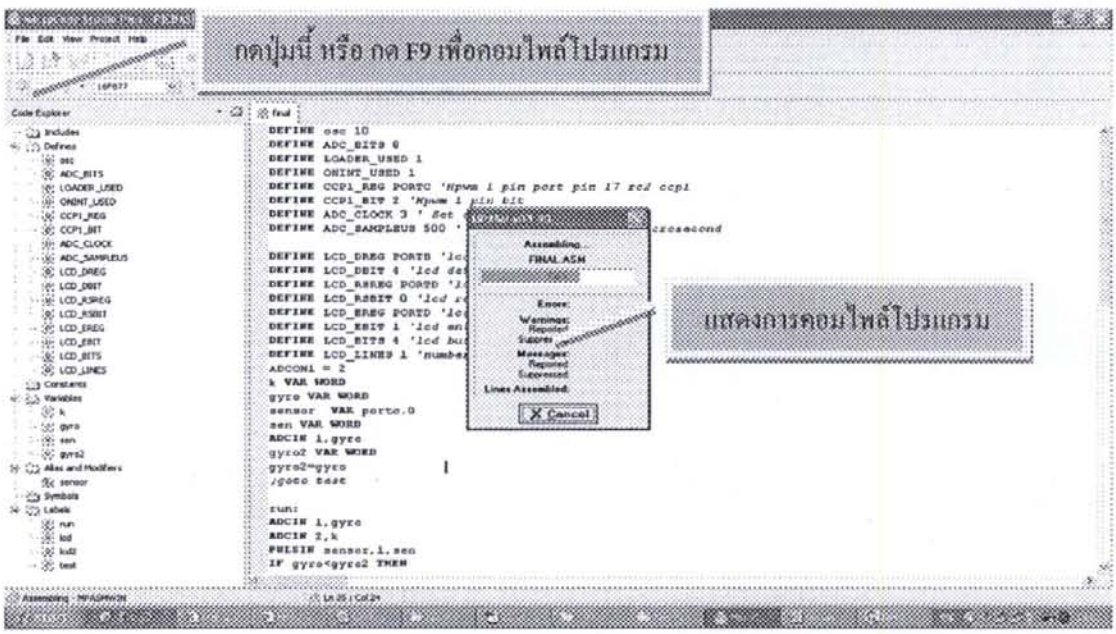


รูปที่ 4.13 แสดงลำดับการทำงานของ Accelerometer และ Gyroscope (ต่อ)

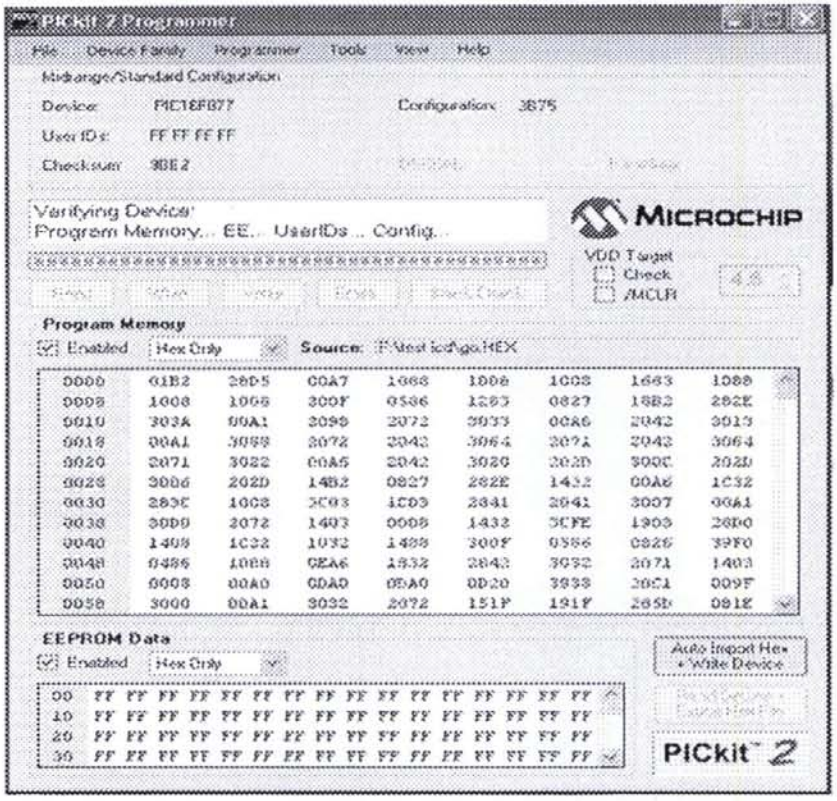
แสดงการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ



รูปที่ 4.14 โปรแกรม Micro Code Studio คอมไพล์ด้วย PIC Basic Pro



รูปที่ 4.15 แสดงการคอมไพล์โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ



รูปที่ 4.16 แสดงการอัดโปรแกรมหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ

โปรแกรมควบคุมระบบของหุ่นยนต์สมดุลสองล้อ

เป็นการตั้งค่าการใช้งาน

```
DEFINE OSC 10
DEFINE ADC_BITS 8
DEFINE LOADER_USED 1
DEFINE ONINT_USED 1
DEFINE CCP1_REG PORTC 'Hpwm 1 pin port pin 17 rc2 ccp1
DEFINE CCP1_BIT 2 'Hpwm 1 pin bit
DEFINE ADC_CLOCK 3 ' Set clock source (rc = 3)
DEFINE ADC_SAMPLEUS 500 ' Set sampling time in microsecond

DEFINE LCD_DREG PORTB 'lcd data port
DEFINE LCD_DBIT 4 'lcd data starting bit 0 or 4
DEFINE LCD_RSREG PORTD 'lcd register select port
DEFINE LCD_RSBIT 0 'lcd register select bit
```

```
DEFINE LCD_EREG PORTD 'lcd enable port
DEFINE LCD_EBIT 1 'lcd enable bit
DEFINE LCD_BITS 4 'lcd bus size 4 or 8
DEFINE LCD_LINES 1 'number line on lcd
ADCON1 = 2


K1 var word                     ; ประกาศตัวแปร K2 เป็น word
K2 var word                     ; ประกาศตัวแปร K2 เป็น word
gyro var word                   ; ประกาศตัวแปร k เป็น word
Sensor var portc.0              ; เก็บค่าที่พอร์ต c ช่องที่ 0 ที่ sensor
sen var word                    ; ประกาศตัวแปร sen เป็น word
ADCIN 1,gyro                    ; อ่านค่าอนาล็อก a ช่องที่ 1 เก็บไว้ที่ gyro
gyro2 var word                  ; ประกาศตัวแปร gyro2 เป็น word
gyro2=gyro                      ; เก็บค่า gyro ไว้ที่ gryo2
run:                            ; โปรแกรมย่อยชื่อ run
ADCIN 1, gyro                   ; อ่านค่าอนาล็อก a ช่องที่ 1  เก็บไว้ที่ gyro
ADCIN 2,k                       ; อ่านค่าอนาล็อกพอร์ต a ช่องที่ 2 เก็บไว้ที่ k
pulsin sensor,1,sen             ; อ่านค่าพัลส์วิดมอดูเลตขาขึ้น เก็บไว้ที่ sen
if gyro<gyro2 then              ; ถ้าค่า gyro น้อยกว่า gyro2 ให้ทำ
gyro=gyro2-gyro                 ; gyro2-gyro เก็บไว้ที่ gyro
else                            ;แต่ถ้าไม่ใช่ ให้ทำ
gyro=gyro-gyro2                 ; gyro-gyro2 เก็บไว้ที่ gyro
End if                          ; ปิดคำสั่ง if-else
if sen>1250 then                ;ถ้าค่า sen มากกว่า 1250 ให้ทำ
sen=sen-1250                    ; sen-1250 เก็บไว้ที่ sen
hpwm 1,(sen*k1+gyro*k2),600     ; สร้างสัญญาณพัลส์วิดมอดูเลต ที่พอร์ต 1 ด้วยค่า
                                Duty cycle
                                เท่า (sen*k1+gyro*k2) ที่ความถี่เท่ากับ 600
high portc.3                    ; ให้พอร์ต c ช่องที่ 3 เป็น 1
low portc.4                     ; ให้พอร์ต c ช่องที่ 4 เป็น 0
else                            ; แต่ถ้าไม่ใช่ ให้ทำ
sen=1250-sen                    ; 1250-sen เก็บไว้ที่ sen
```

```
hpwm 1,(sen*k1+gyro*k2),600   ; สร้างสัญญาณพัลส์วิดมอดูเลต ที่พอร์ต 1 ด้วยค่า
                              Duty cycle g เท่า (sen*k1+gyro*k2) ที่ความถี่
                              เท่ากับ 600
low portc.3                   ; ให้พอร์ต c ช่องที่ 3 เป็น 0
high portc.4                  ; ให้พอร์ต c ช่องที่ 4 เป็น 1
endif                         ; ปิดคำสั่ง endif
goto run                      ; ไปที่โปรแกรม ย่อยชื่อ run
```