

อุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าไร้สายในรถยนต์โดยโครงสร้างแมกนีโต

ทรานซิสเตอร์ The Wireless Current Sensors for Automobile by Magnetotransistor Structure

อาคม ศรีหาเพท, ชนะ ลีภัทรพงศ์พันธ์, นริชพันธ์ เป็นผลดี,
พุทธพล เพ็งพัด, ชาญเดช หรูนันต์, อัมพรโพธิ์ไย¹ และเติมพงษ์ เพ็
ชรกุล²

¹ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

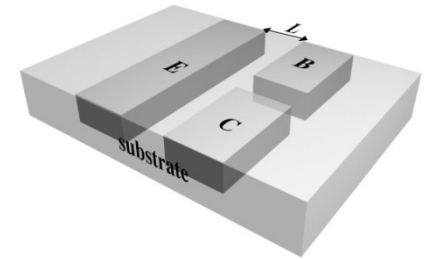
²ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Thai Microelectronics Center

National Electronics and Computer Technology Center

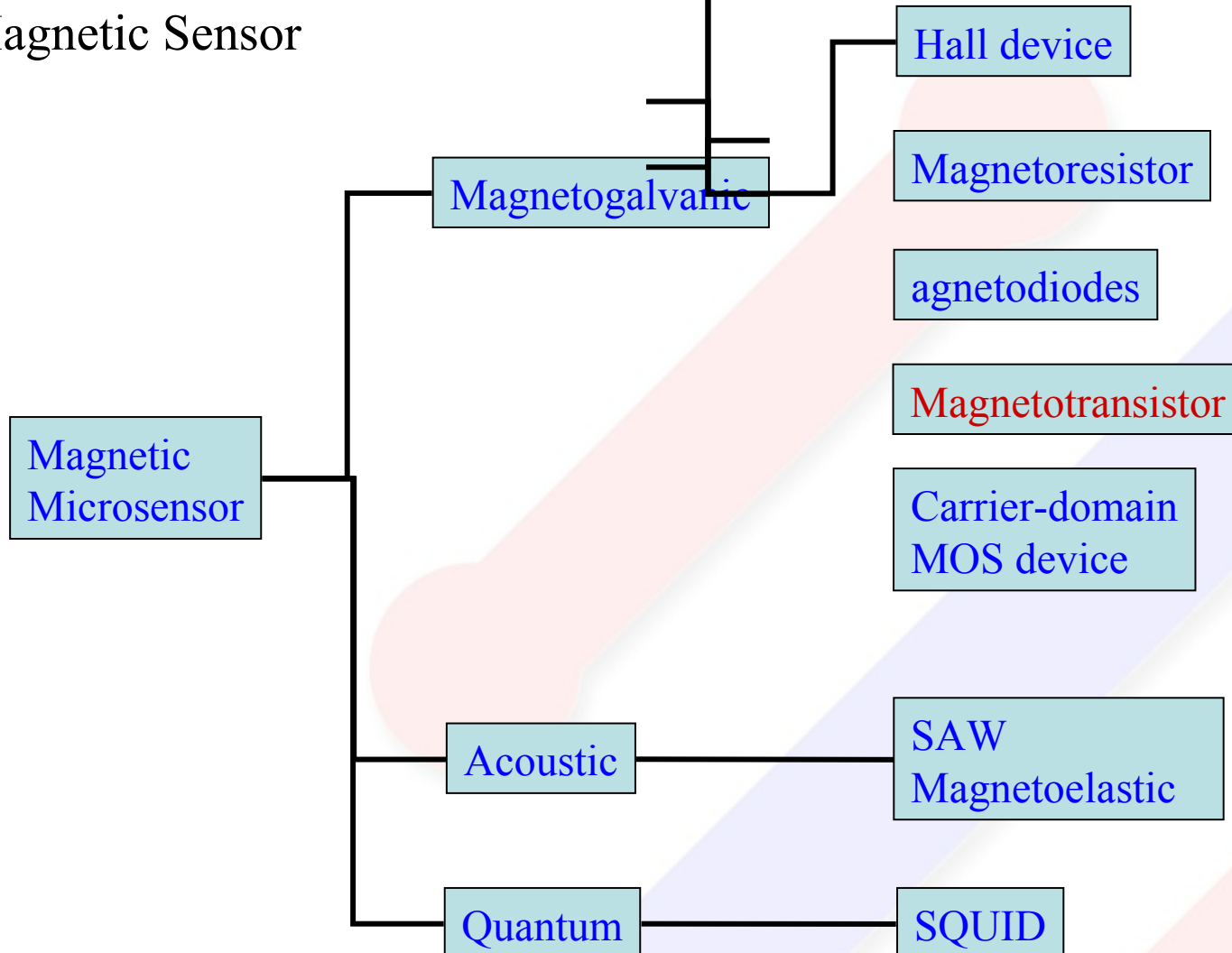
National Science and Technology Development Agency

1. บทนำ
2. ทฤษฎีและหลักการ
3. การประยุกต์ใช้งานและผลการทดสอบ
4. สรุปผลการทดสอบ



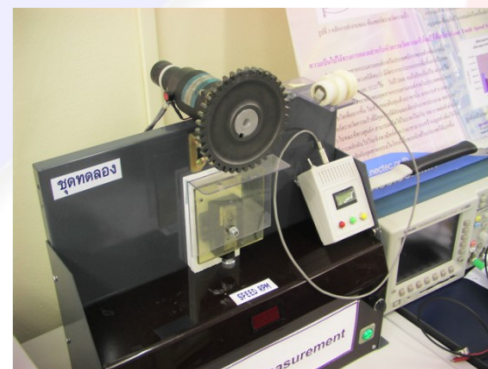
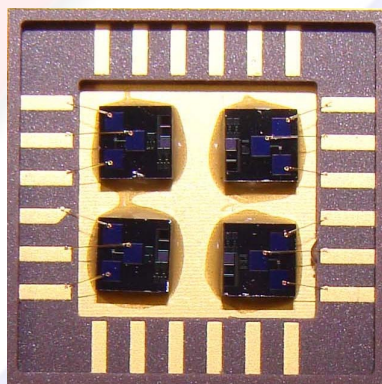
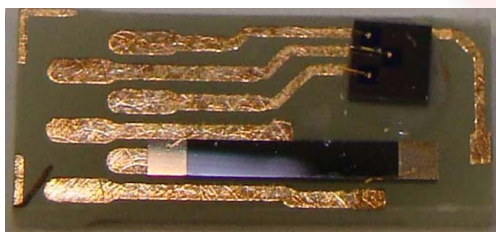
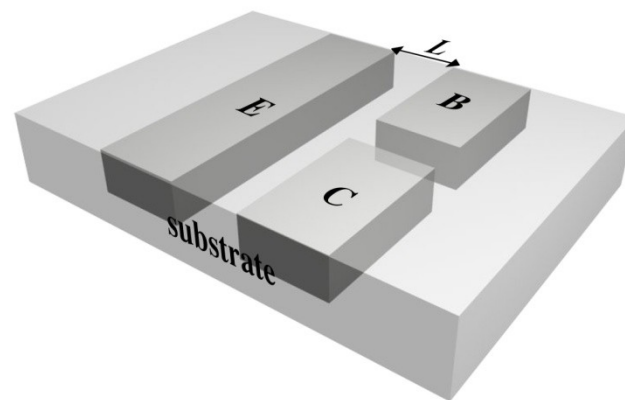
1. บทนำ

Magnetic Sensor

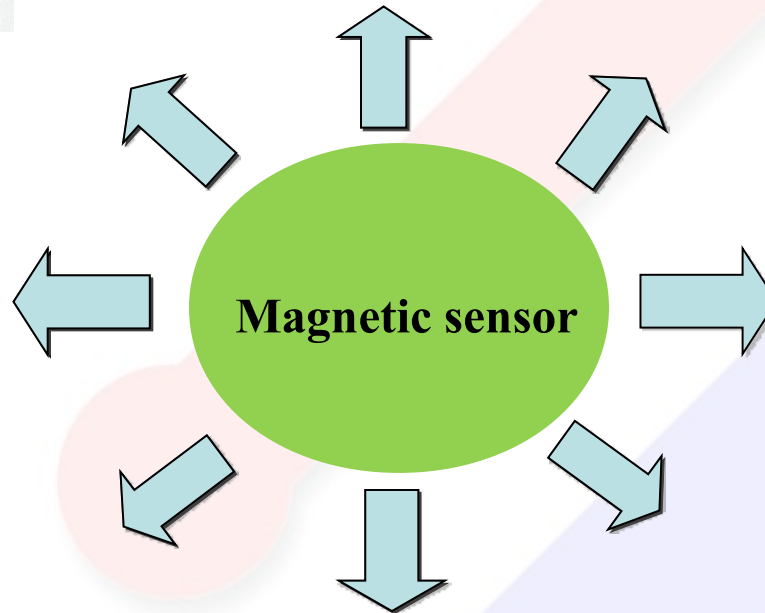


จุดเด่นของแมกนีโตทรานซิสเตอร์

- มีโครงสร้างขนาดเล็กและสร้างได้ง่าย
- สามารถทำงานในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง
- ค่าแรงดันออฟเซตมีค่าน้อยและมีค่าคงที่
- สัญญาณเอาต์พุตมีค่าสูง
- สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย

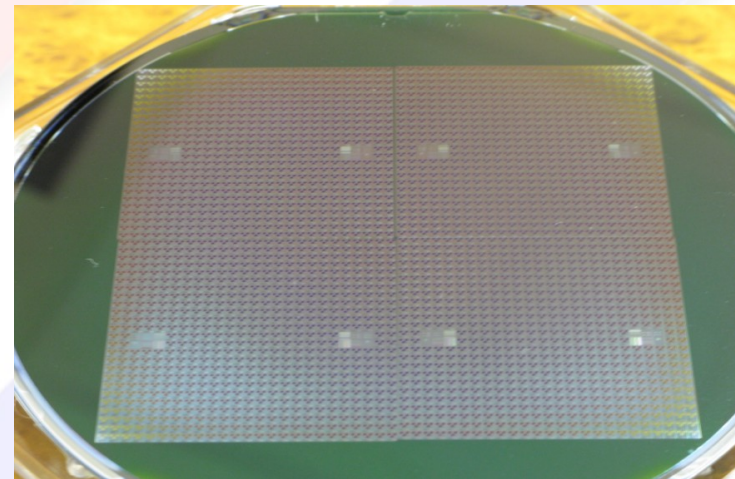
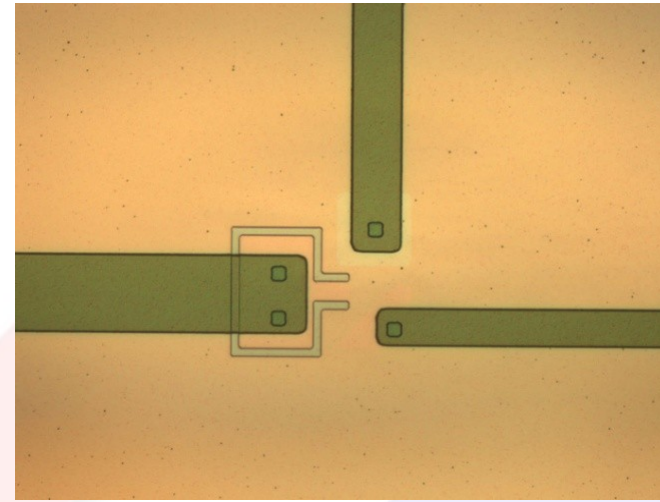
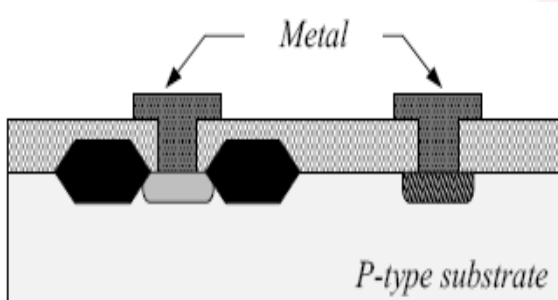
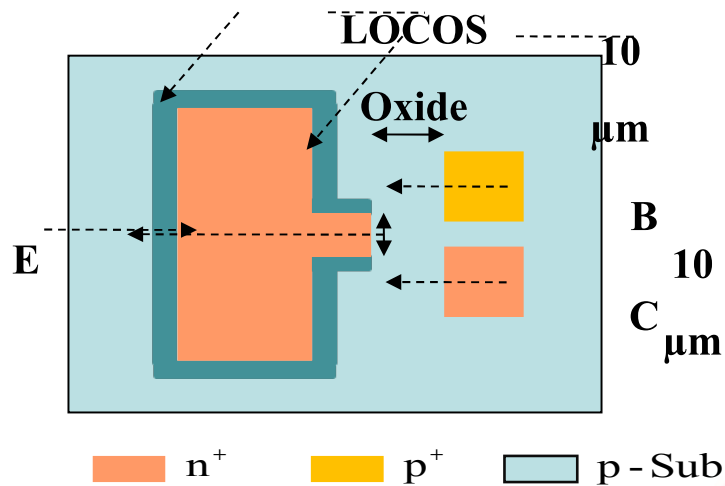


1. บทนำ



1. บทนำ

การออกแบบและกระบวนการสร้าง

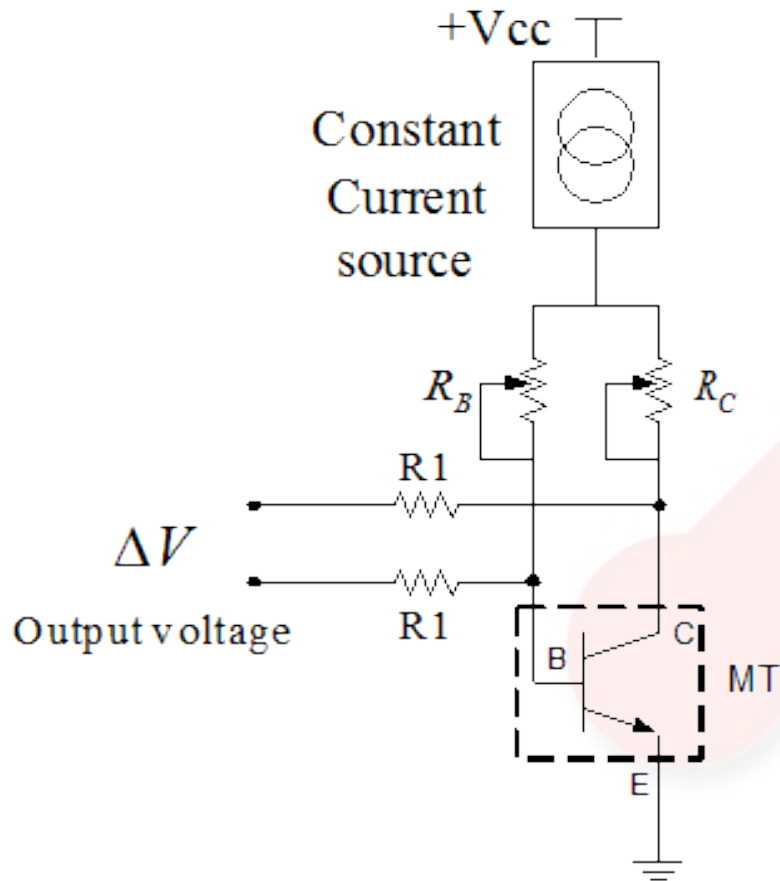


โครงสร้างเมกนีโอทรานซิสเตอร์

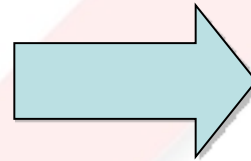
เมกนีโอทรานซิสเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์

1. บทนำ

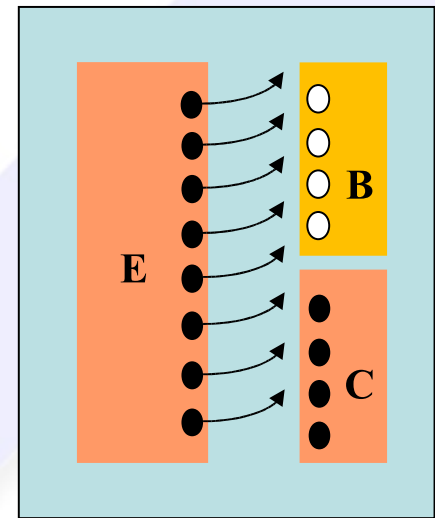
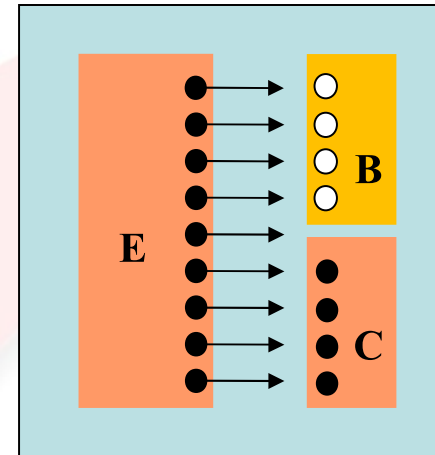
วงจรพื้นฐานการวัดทดลอง



$$\Delta I_{CB} = 0$$



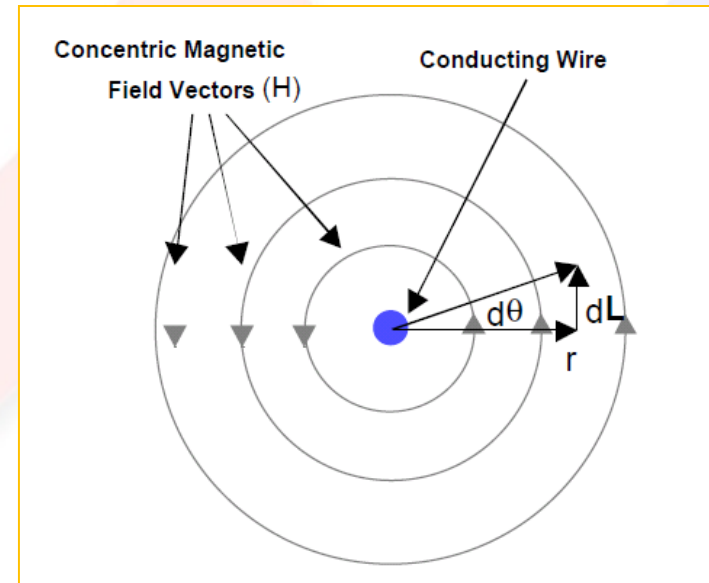
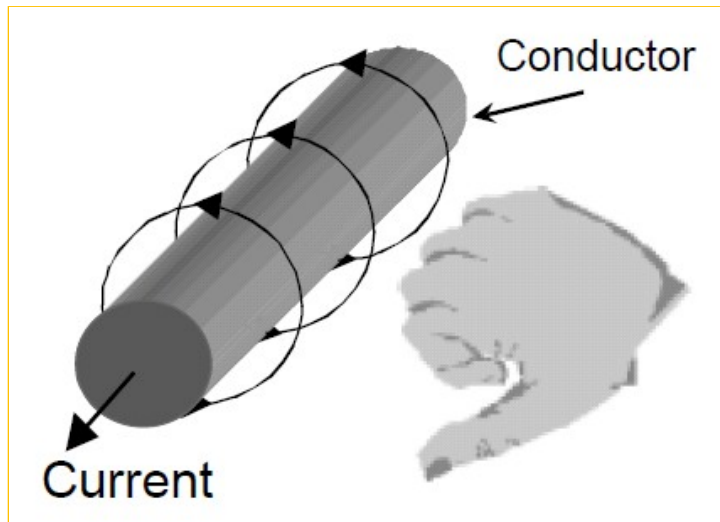
$$\Delta I_{CB} \neq 0$$



$$V_0 = \Delta I_B \cdot R_B - \Delta I_C \cdot R_C$$

2. ทฤษฎีและหลักการ

ทฤษฎีการตรวจวัดกระแสไฟฟ้า (Current Sensors)



ทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

ทิศทางสนามแม่เหล็กรอบตัวนำไฟฟ้า

$$\int H \cdot dL = I$$

$$B = \frac{I \cdot \mu}{2\pi r} \text{ at}$$

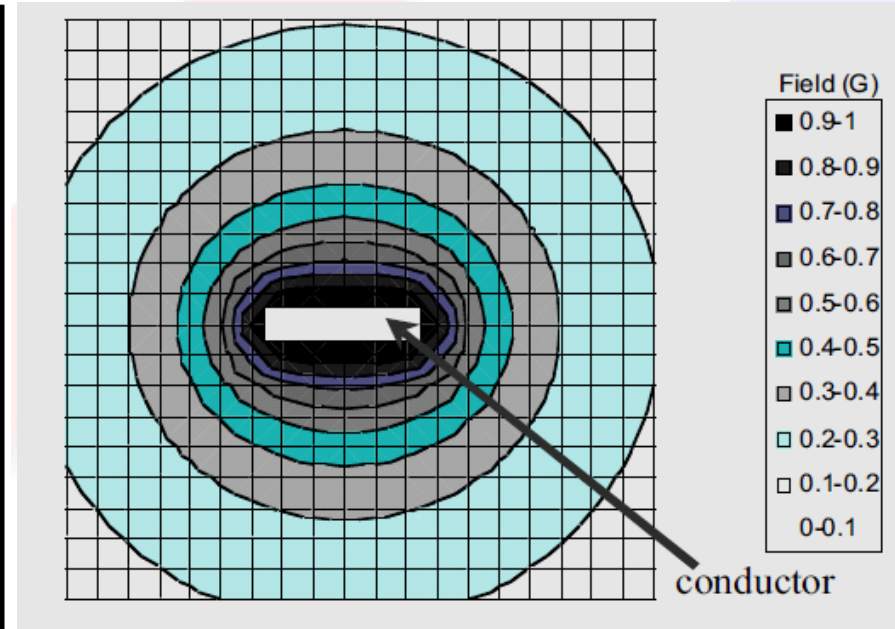
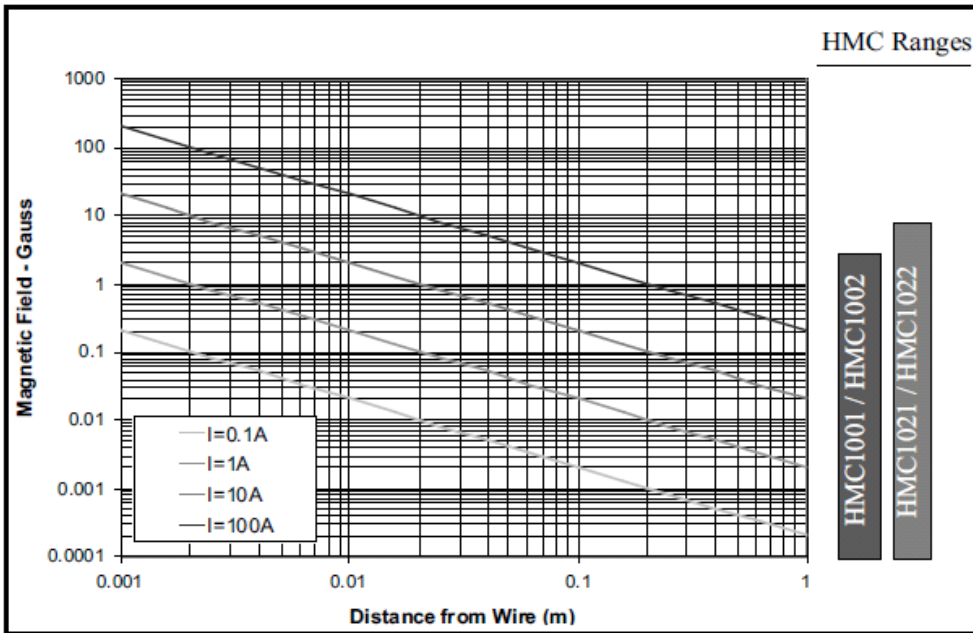
$$B = \frac{2e - 7 \cdot I}{r} \cdot \text{at}$$

H= ความหนาแน่นสนามแม่เหล็ก

I= กระแสไฟฟ้า

2. ทฤษฎีและหลักการ

ทฤษฎีการตรวจวัดกระแสไฟฟ้า (Current Sensors)



ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและเส้นผ่านศูนย์กลางที่กระแสไฟฟ้าค่าต่างๆ

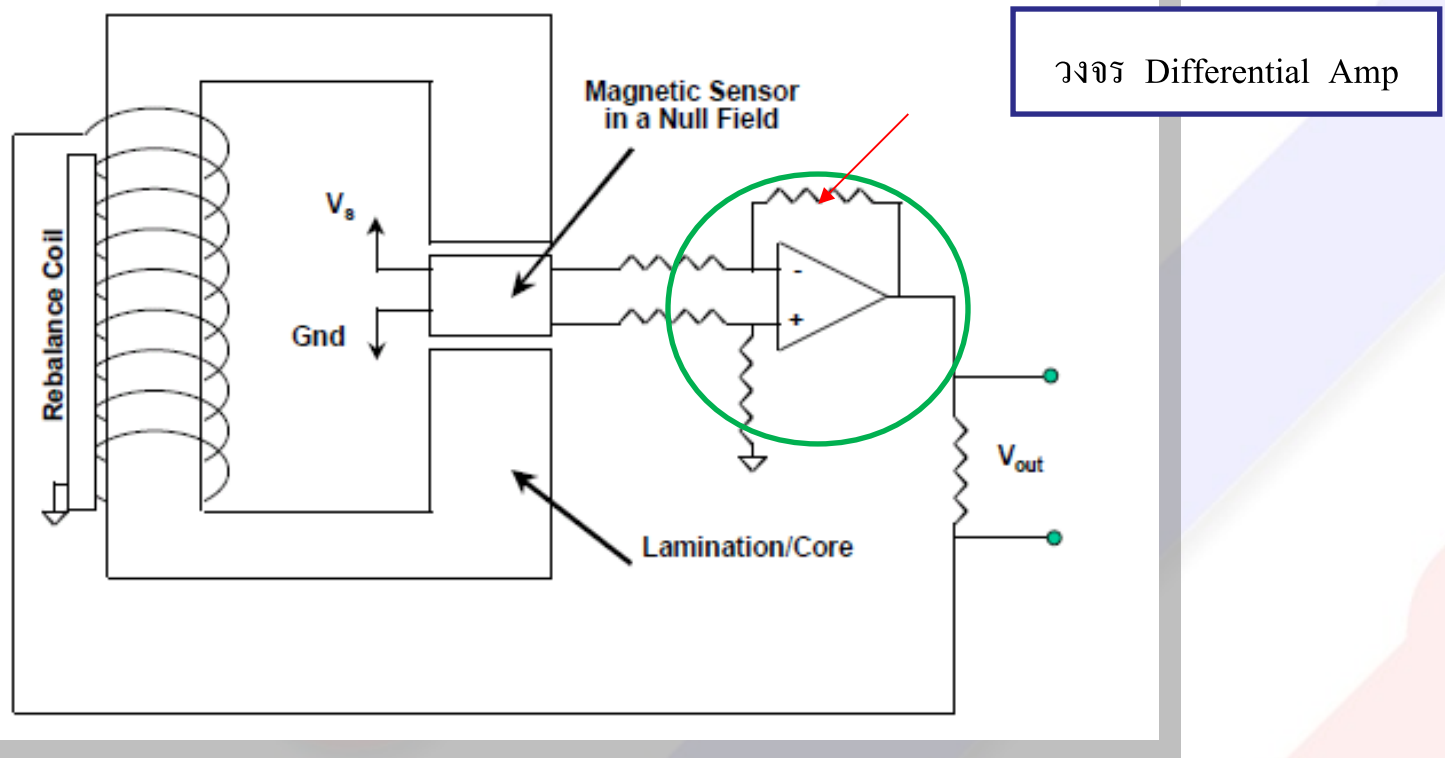
การจำลองสนามแม่เหล็กบริเวณรอบตัวนำไฟฟ้า

อ้างอิง:honeywell “Magnetic Products”, MAGNETIC CURRENT SENSING,<http://www.ssec.honeywell.com>

Hayt, W. H., *Engineering Electromagnetics* (McGraw-Hill Book Company, New York, 1989) p. 224.

2. ทฤษฎีและหลักการ

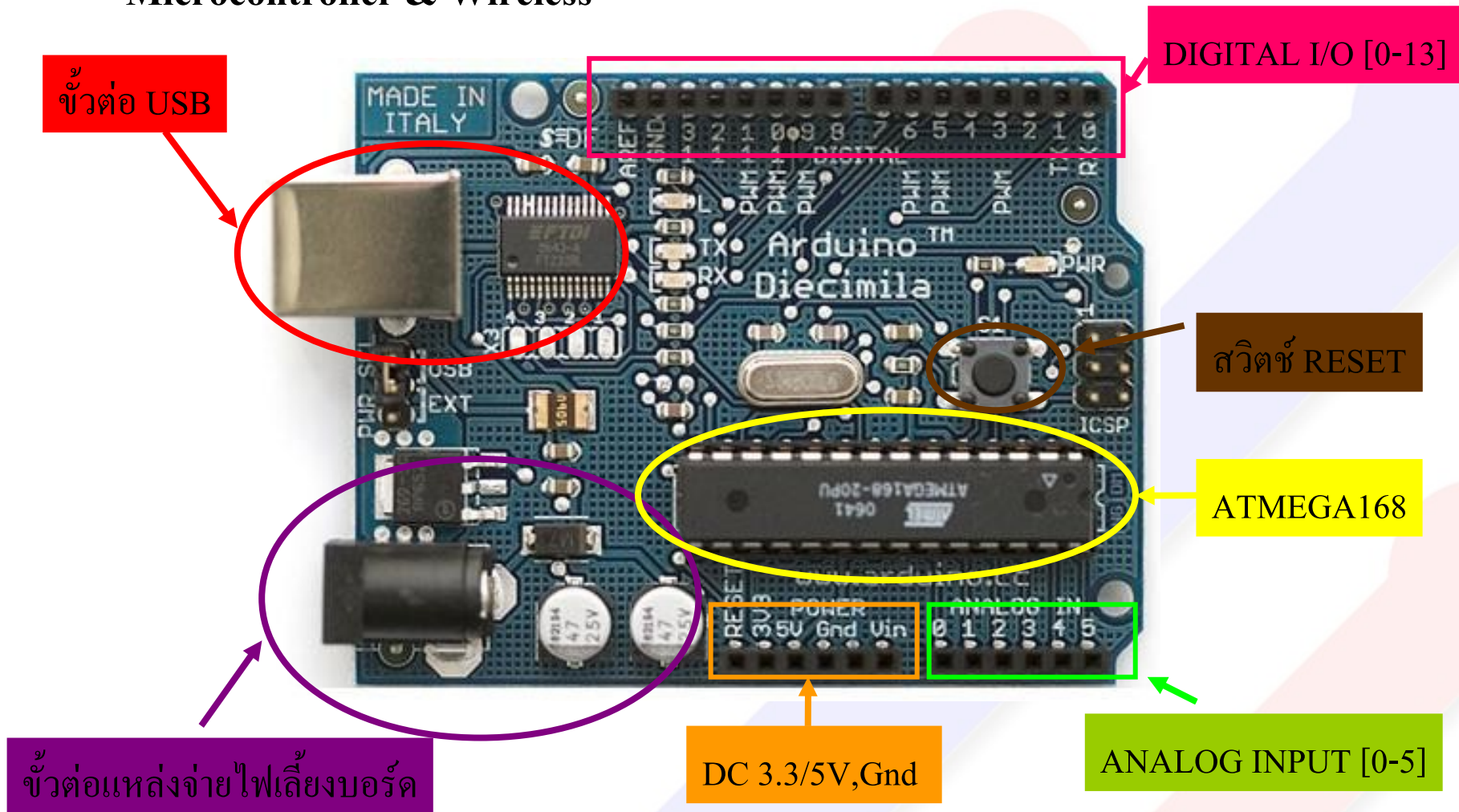
ทฤษฎีการตรวจวัดกระแสไฟฟ้า (Current Sensors)



การวัดกระแสไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ตรวจจับสนามแม่เหล็ก

2. ทฤษฎีและหลักการ

Microcontroller & Wireless



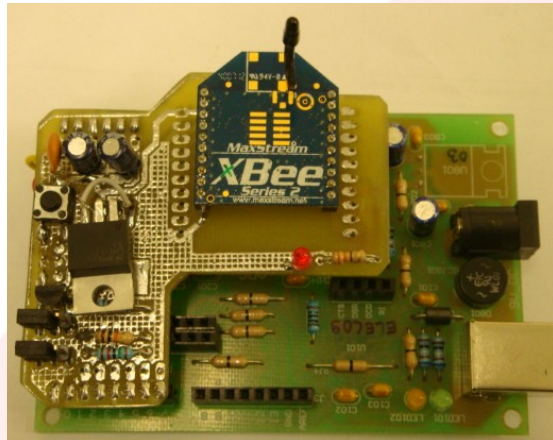
3. การประยุกต์ใช้งานและผลการทดสอบ

อุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้า (current sensor)

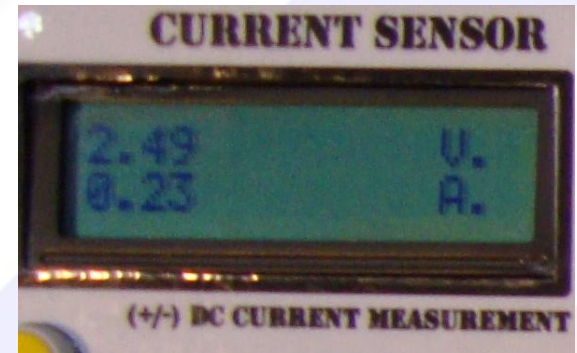
**Sensor and
Circuit designs**



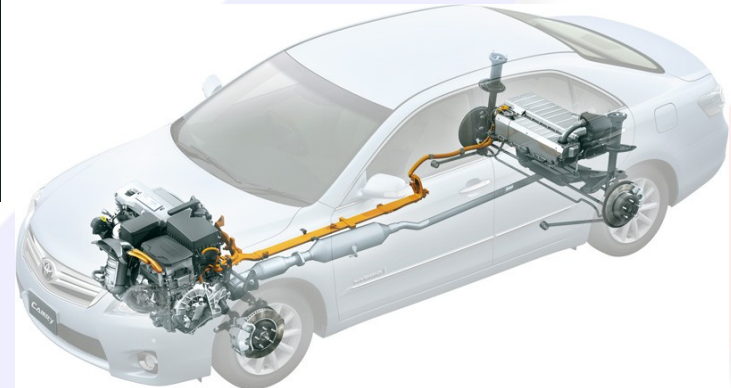
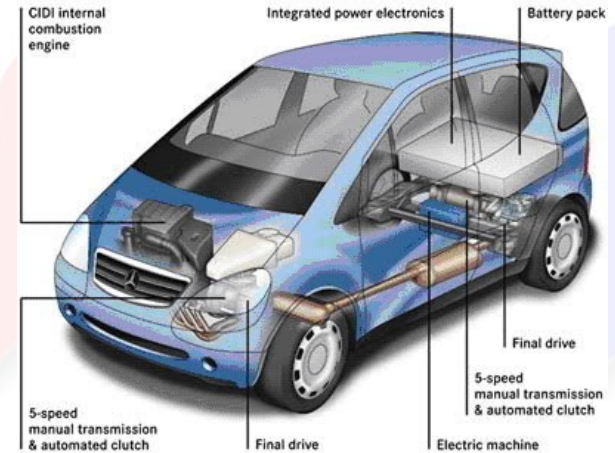
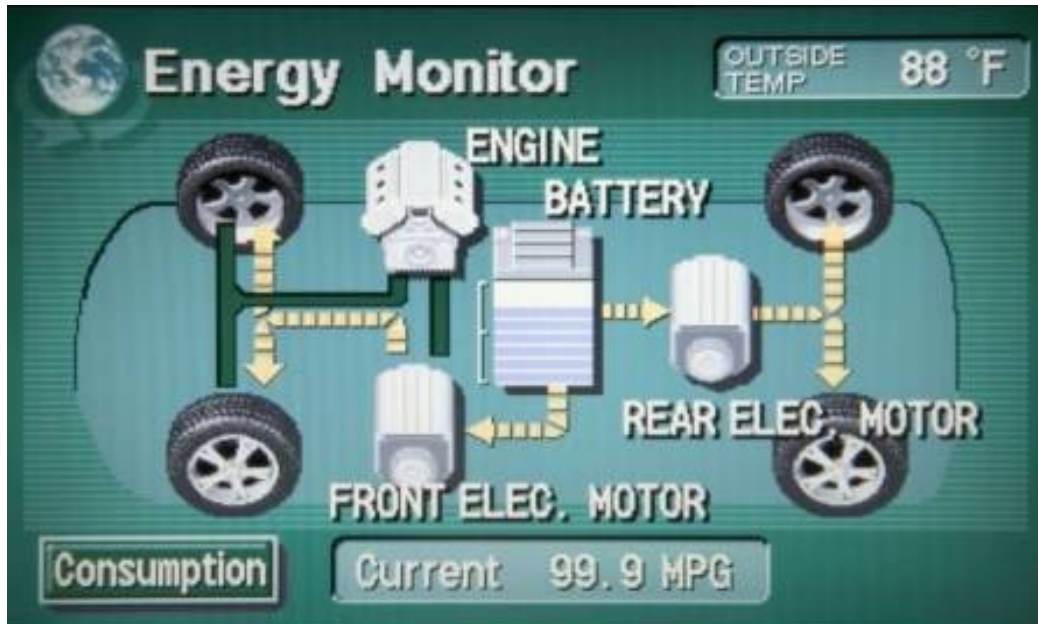
**Microcontroller &
X-bee Wireless**



**Display
(Terminal,LCD)**



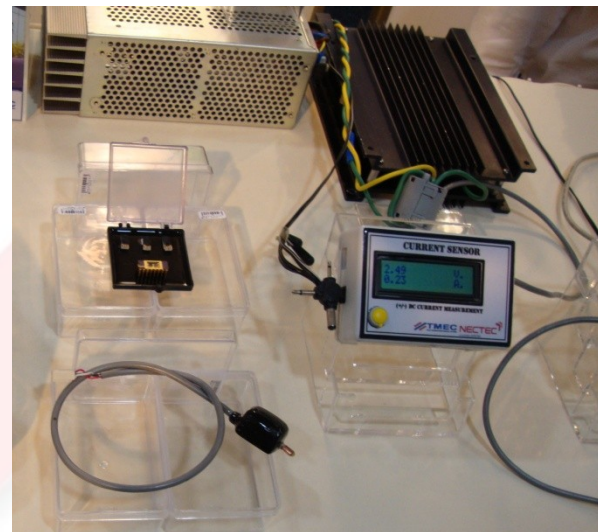
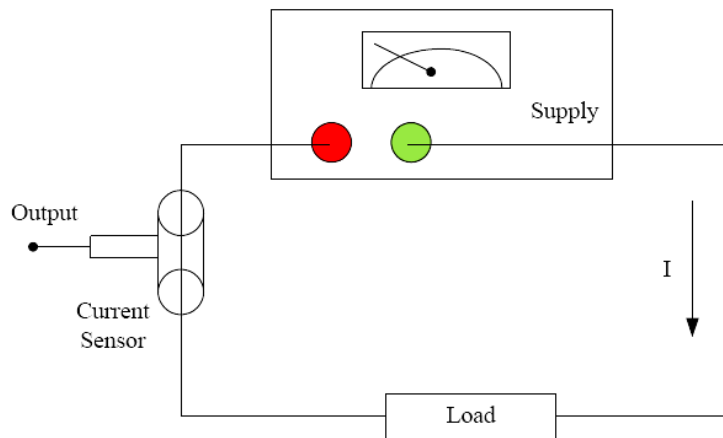
3. การประยุกต์ใช้งานและผลการทดสอบ



โครงสร้างของอุปกรณ์ที่ใช้ทำการวัดทดสอบ

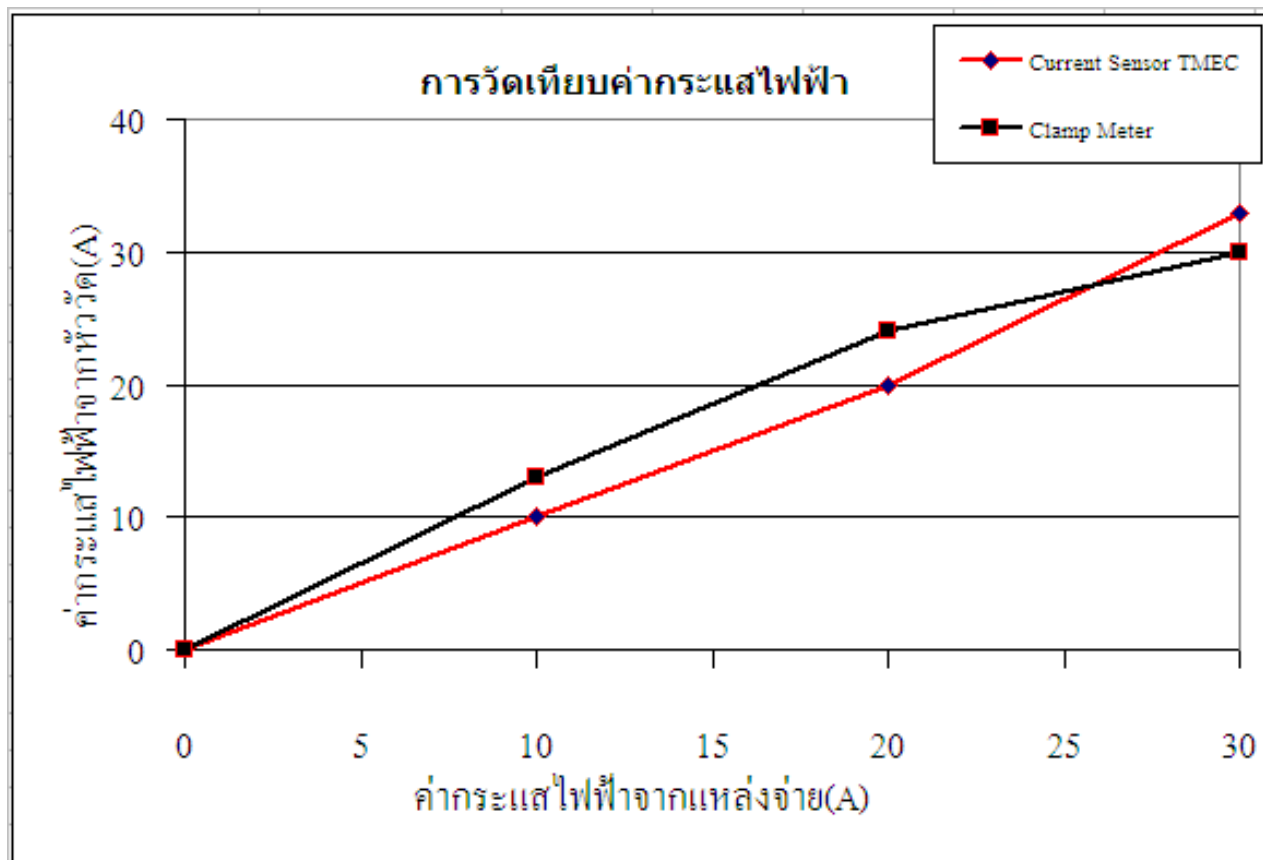
3. การประยุกต์ใช้งานและผลการทดสอบ

วงจรทดสอบหัววัดกระแสไฟฟ้า



ค่ากระแสไฟฟ้า Supply (A)	Current Sensor TMEC	Clamp Meter (A)
0	0 mv	0
1	1 mv	1.3
2	2 mv	2.4
3	3.3 mv	3

3. การประยุกต์ใช้งานและผลการทดสอบ



```
graph TD; A[sensor] --> B[Microcontroller]; B --> C[X-Bee];
```

The diagram illustrates the data flow in the system. It starts with a green box labeled "sensor" on the left. A pink arrow points from the "sensor" box to a green box labeled "Microcontroller" on the right. From the "Microcontroller" box, another pink arrow points down to a green box labeled "X-Bee" at the bottom right.



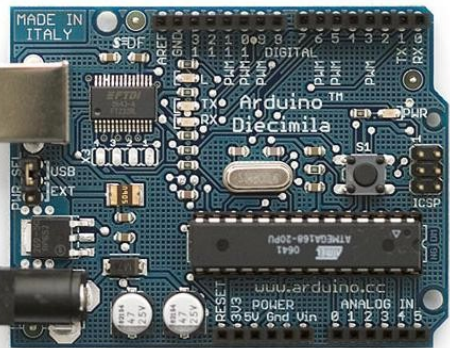
Microcontroller

วงจรฝังส่ง

Clamp meter

3. การประยุกต์ใช้งานและผลการทดสอบ

Microcontroller
(ATMEGA168)



```
cc1_3 | Arduino 0017
File Edit Sketch Tools Help

cc1_3$

int Volume = 0;
int pin = 8;
int sw = 0;
double ref;
double vv= 0;
void setup()
{ Serial.begin(9600);
  pinMode(pin,INPUT); }
void loop()
{ sw = digitalRead(pin);
  if(sw==0){
    ref = analogRead(Volume);
    ref = map(ref,0,1023,0,756);
    double val = analogRead(Volume);
    val = map(val,0,1023,0,756);
    double cc=(val-ref)*0.0061428;
    if(val<ref)
    {vv=cc*1000;
      Serial.print(vv);
      Serial.println("A.");};
    else if(val>ref){
      vv=cc*1000;
      Serial.print(vv);
      Serial.println("A.");};
    else{
      vv=cc*1000;
      Serial.print(vv);
      Serial.println("A.");};
    delay(500); }
```

สมการที่ใช้

$$I_{DC} = (V - V_{ref}) \times k$$

คือ ระดับแรงดันที่เปลี่ยนแปลง,

V คือ ระดับแรงดันที่ใช้ในการอ้างอิง

คือ ค่าคงที่ที่ได้จากการสอบเทียบจากเครื่องมือ

โปรแกรมสำหรับ PLC16F84

3. การประยุกต์ใช้งานและผลการทดสอบ

การทดสอบระบบสื่อสารไร้สาย

1. การทดสอบการสื่อสารด้วย Hyper terminal
2. การทดสอบระยะการสื่อสาร

ระยะส่ง	ส่งข้อมูล	รับ ข้อมูล	ได้	ไม่ได้
ห้องวัด-ออฟฟิต 5 เมตร	0001	0001	/	
ห้องวัด-ระบบน้ำสะอาด 10 เมตร	0010	0010	/	
ห้องวัด-ห้องอุปกรณ์ 40 เมตร	0011	0011	/	

3. การประยุกต์ใช้งานและผลการทดสอบ

การทดสอบวัดกระแสไฟฟ้าในรถยนต์

การทำงาน	กระแสไฟฟ้า แคลมป์มิเตอร์(A.)	กระแสไฟฟ้า แมกนีโตทรานซิสเตอร์(A.)
สถานะปกติ	0	0
เปิดไฟหน้า	23	18
สตาร์ทรถยนต์	120	86
ติดเครื่องยนต์	-18	-12
ดับเครื่องยนต์	0	0

4. รูปแบบการทดสอบ

1. สามารถออกแบบและสร้างได้ที่ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์
2. แมกนีโตทรานซิสเตอร์สามารถใช้งานแบบเป็นเชิงเส้น ประยุกต์สำหรับเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าได้
3. สามารถทำงานในรูปแบบของเครือข่ายไร้สาย (Wireless Sensor Network) ได้
4. การสร้างโมดูลไร้สายเพื่อเชื่อมต่อข้อมูลสามารถทำได้ในระยะส่ง 40 เมตร
5. การทดสอบในรถยนต์แสดงถึงประสิทธิภาพของหัววัดและระบบส่งสัญญาณไร้สายที่สามารถวัดกระแสไฟฟ้าเทียบเคียงกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าที่ขายตามท้องตลาด

- [1] Lj. Ristic, M.T. Doan, M. Paranjape, “2-D integrated magnetic Field sensor in CMOS technology”, *Circuit Syst* (1989) 701- 704.
- [2] R.S. Popovic, “The Vertical Hall-Effect Device”, *IEEE Electron Devices Lett*, vol. EDL-5, pp.357-358, 1984
- [3] C. Leepattarapongpan, T. Phetchakul, N. Penpondee, P. Peng pad, E. Chaowicharat, C. Hruanun and A. Poyai, “Magnetotransistor Based on the Carrier Recombination – Deflection Effect”, *IEEE Sensor -Journal*, Vol.10, no.2, pp. 294-299, 2010.
- [4] P. Sottip, T. Phetchakul, C. Leepattarapongpan, N. Penpondee, P. Pengpad, A. Srihapat, C. Hruanun and A. Poyai, “The Low Power Magnetotransistor Based on the CMOS Technology”, *ECTI-CON Association*, pp.219, 2010.

Q&A