11. วัสดุเฟอร์โรแมกเนติก (ferromagnetic material)

11.1 การวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่

บทความ การวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยกฎของฟาราเดย์และแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์

(Magnetic Field Measurement using Faraday's law and Displaying with Computer)

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ และ ศิริรัตน์ รักเวช

Thongchai Panmatarith* and Sirirat Rugwech**

Abstract

This article involves magnetic field measurement by using the principle of Faraday's law and displaying with computer for using in magnetic ceramic test laboratory room. This constructed system compose of small fan motor, ceramic magnet bar, relay coil, amplifier, rectifier circuit, interfacing circuit and computer. This method can measure the magnetic field getting the approximate value and can use in laboratory scale only.

Key word : Magnetic field measurement

* MSc. (Solid state physics), Assoc. Prof. Department of physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai 90112, Thailand.

** MSc. Student, Department of physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai 90112, Thailand.

บทคัดย่อ

บทความนี้เกี่ยวกับการวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยหลักการของกฎของฟาราเดย์และแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาใช้งานในห้องปฏิบัติการทดสอบแมกเนติกเซรามิกส์ ระบบที่สร้างขึ้นประกอบด้วยมอเตอร์พัดลมขนาดเล็ก แท่งแม่เหล็กเซรามิกส์ ขดลวดของรีเลย์ วงจรขยายแรงดันไฟฟ้า วงจรเรียงกระแส วงจรเชื่อมต่อ และเครื่องคอมพิวเตอร์ วิธีการดังกล่าวสามารถวัดสนามแม่เหล็กได้ค่าโดยประมาณและใช้ได้ในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น

* วทม. (โซลิดสเตทฟิสิกส์) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

** นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

คำนำ

สนามแม่เหล็กเป็นปริมาณที่พบในสารแม่เหล็ก สารแม่เหล็กมีประโยชน์มากในวงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม ภาควิชาฟิสิกส์ได้เปิดสอนวิชาฟิสิกส์วัสดุมานานแล้ว จำเป็นต้องมีการวัดสนามแม่เหล็กสำหรับศึกษาวัสดุในแง่ต่างๆ เครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่สั่งซื้อจากต่างประเทศมีราคาแพงมากตั้งแต่ 8 หมื่นบาท จนถึง 2 แสนกว่าบาท ซึ่งยากที่จะหาซื้อมาใช้ จึงได้คิดหาวิธีการวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยกฎของฟาราเดย์ที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยอนุโลมถึงกรณีที่สนามแม่เหล็กที่วัดได้ไม่มีความแม่นยำมากนัก

ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์วัสดุ สามารถเตรียมแท่งแม่เหล็กเซรามิกส์ที่มีสูตรต่างๆ เช่น $BaO.6Fe_2O_3$, $SrO.6Fe_2O_3$ $CoFe_2O_4$ และ $CuFe_2O_4$ แต่ยังขาดเครื่องวัดสนามแม่เหล็ก วิธีการวัดสนามแม่เหล็กจะพยายามนำไปใช้วัดสนามแม่เหล็ก เปรียบเทียบความแรงของสนามแม่เหล็ก และ วัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับอุณหภูมิ

มีผู้ศึกษาแม่เหล็กเซรามิกส์ (ceramic magnet) มานานแล้ว ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเรื่องเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็ก (magnetic property)ในเฟอร์ไรต์ (ferrite) อำนาจแม่เหล็กเกิดจากสปินของอิเล็กตรอน การหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน (electron spin) ทำให้เกิดโมเมนต์แม่เหล็ก (magnetic moment) มีแมกนีไตเซชัน (magnetization) เกิดขึ้น สมการสำคัญ คือ

$B = \mu H = \mu_o \mu_r H = \mu_o(H+M)$; $M = \chi_m H$; $H = nI$ (Moulson and Herbert, 1990)

เมื่อ B เป็นความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก H เป็นความเข้มสนามแม่เหล็ก μ เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสารแม่เหล็ก μ_o เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสุญญากาศ μ_r เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้สัมพัทธ์ M เป็นแมกนีไตเซชัน χ_m เป็นสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก n เป็นจำนวนรอบของขดลวดต่อหนึ่งหน่วยความยาว และ I เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด สารที่ใช้ทำแท่งแม่เหล็กถาวรของหูฟังและลำโพง ได้แก่ $BaO.6Fe_2O_3$ และ $SrO.6Fe_2O_3$ สารทั้งสองเตรียมขึ้นโดยวิธีเทคนิคปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (Solid-state reaction technique) สารจะต้องผ่านการแมกนีไตเซชันจึงจะมีแมกนีไตเซชันคงค้าง (remanent magnetization) แท่งแม่เหล็กถาวรเป็นเฟอร์ไรต์แข็ง(hard ferrite)แสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์โร (ferromagnetism) (Buchanan, 1991)

การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น เครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กที่ทำงานโดยอาศัยหลักการของการป้อนแรงดันไฟตรงต่ำ (54 V) กระแสไฟฟ้าสูง (4 A) ให้แก่ขดลวด และ แท่งแม่เหล็กที่ทำมาจากโลหะ หรือ เซรามิกส์ เป็นต้น

การวัดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฟาราเดย์ (Faraday effect) วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall effect) และ วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์แมกนีโตรีซิสแตนซ์ (magnetoresistance effect) เป็นต้น

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's law) ที่เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า มีใจความว่า " ถ้านำขดลวดตัวนำไฟฟ้ามาวางในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จะพบว่า เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในเส้นลวด " ซึ่งเขียนได้ดังสมการ

$$V_E = -\frac{d\Phi_B}{dt} \qquad (1)$$

เมื่อ V_E เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และ $d\Phi_B/dt$ เป็นฟลักซ์แม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_E) มีความสัมพันธ์กับสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (E) ดังสมการ

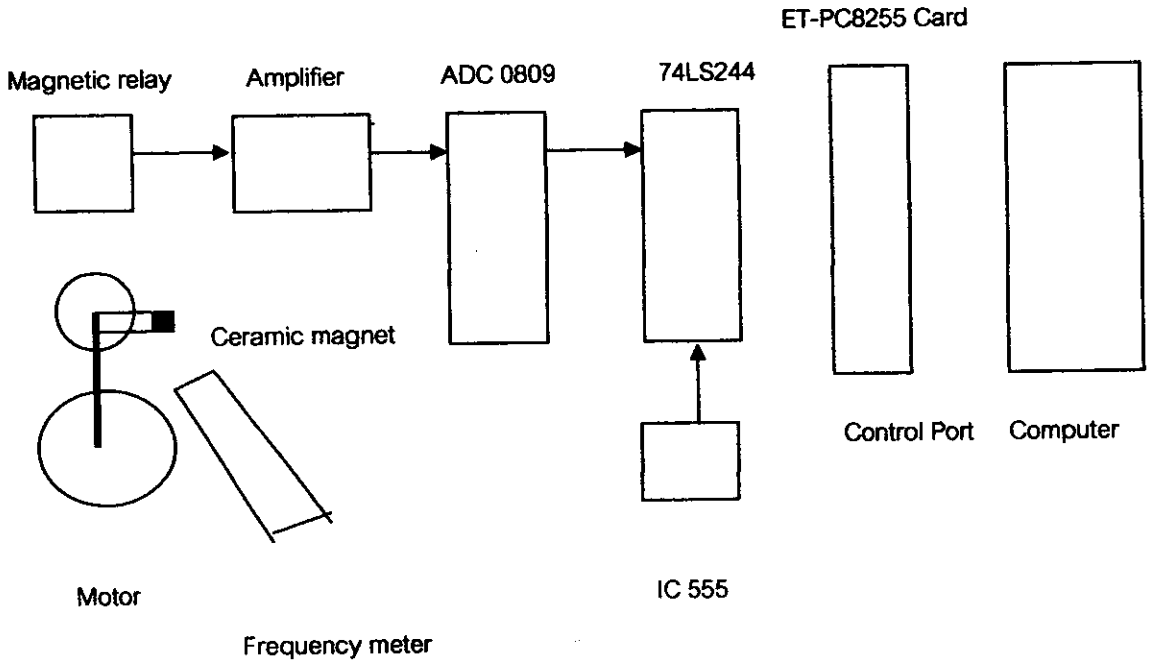
$$V_E = \oint \vec{E} d\vec{L} = \oint E dl \qquad (2)$$

นักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ ได้แก่ รศ. ยืน ภู่วรวรรณ (2534) ได้แสดงแนวคิดที่เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิของเตาไฟฟ้า และ จิติ หนูแก้ว (2534) ได้แนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้คอมพิวเตอร์วัดอุณหภูมิ นักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องวัดสนามแม่เหล็กในต่างประเทศ ได้แก่ Beckley (2000) ได้ศึกษาการวัดสนามเหล็กสำหรับงานอุตสาหกรรมที่มีความแม่นยำและราคาปานกลาง Popovic (2001) ได้ศึกษาหัววัดสนามแม่เหล็ก (magnetic field sensor) ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการของปรากฏการณ์ฮอลล์ และ Nossov (2001) ได้ศึกษาหัววัดสนามแม่เหล็ก โดยอาศัยหลักการของปรากฏการณ์แมกนีโตรีซิสแตนซ์ และใช้แลนทานัมแมงกาไนต์ (lanthanum manganite) เป็นหัววัด

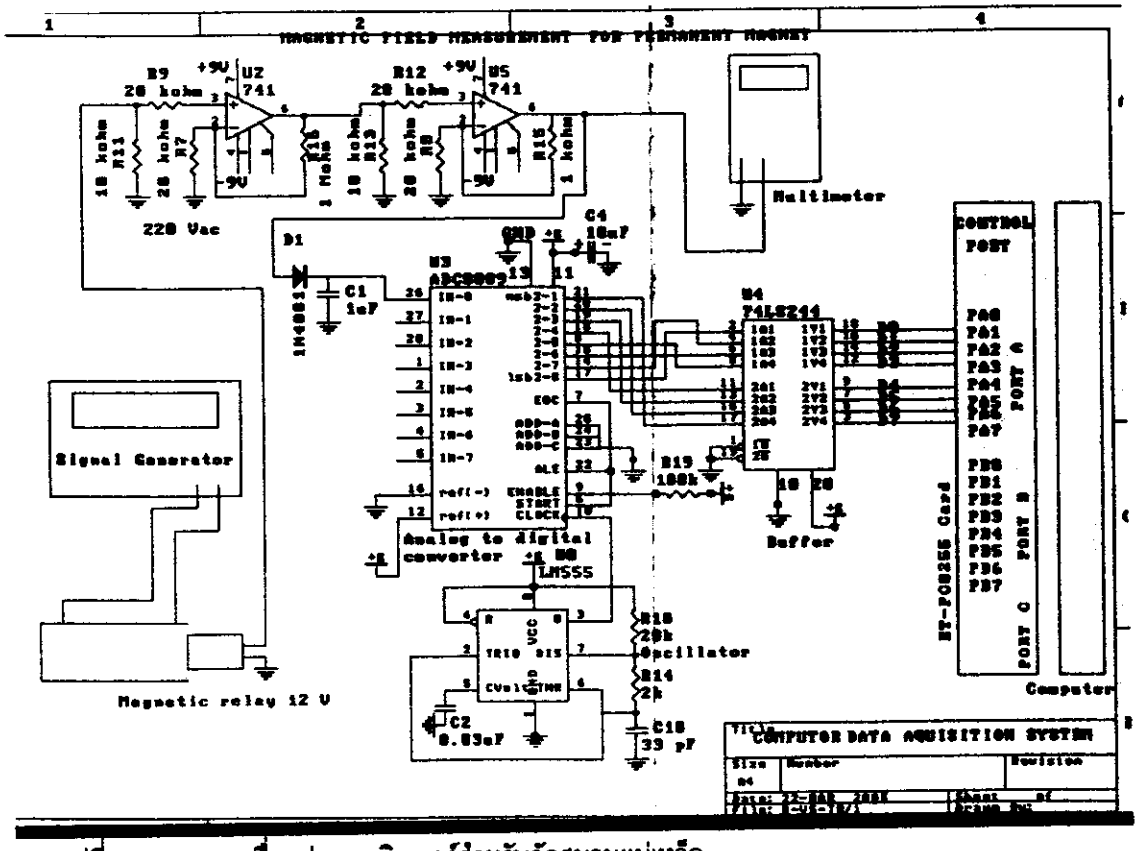
วิธีการทดลอง

ก) การประกอบวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับวัดสนามแม่เหล็ก

ทำการออกแบบระบบดังแสดงในรูปที่ 1 แล้วประกอบวงจรนี้ตามรูปที่ 11.1.1 ลงบนโปรโตบอร์ด แล้วทดสอบจนใช้งานได้



รูปที่ 11.1.1 โครงสร้างของเครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่ได้ออกแบบขึ้น



รูปที่ 11.1.2 วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับวัดสนามแม่เหล็ก

ข) การเขียนโฟลว์ชาร์ท การเขียนโปรแกรม การปรับเทียบค่าและใส่สูตรต่าง ๆลงในโปรแกรมเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่วัดสนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็ก

1) เขียนโฟลว์ชาร์ท (flow chart) ที่แสดงหลักการทำงานของเครื่องวัดสนามแม่เหล็กดังแสดงในรูปที่ 11.1.3

2) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้าโปรแกรมเทอร์โบปาสคาล นำแท่งแม่เหล็ก ($BaO.6Fe_2O_3$) ติดตั้งที่ใบพัดของมอเตอร์พัดลมที่ใช้ระบายความร้อนในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป นำขดลวดรีเลย์วางใกล้มอเตอร์พัดลมที่มีแท่งแม่เหล็กติดอยู่ จ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้ามอเตอร์พัดลมนี้เพื่อให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวดรีเลย์ ขดลวดรีเลย์ได้รับสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V_E) เกิดขึ้น

3) เขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเทอร์โบปาสคาลให้ทำงานในรูปแบบต่างๆดังแสดงในโปรแกรมที่ 11.1.4

4) วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของขดลวด (d)แล้วคำนวณพื้นที่หน้าตัด (A) คำนวณหาความยาวของขดลวด (L) โดยอาศัยสูตรดัง

สมการ (3) แล้วใส่ในโปรแกรมที่ 1 โดยอาศัยคำสั่ง L := σA/L := 370 (ความยาวของขดลวดคำนวณได้ 370 เมตร) ส่วนค่าสภาพนำไฟฟ้าได้มาจากตารางในหนังสือฟิสิกส์ทั่วไป

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

$$A = \frac{\pi d^{2}}{4}$$

$$R = \frac{L}{\sigma A}$$

$$L = R\,\sigma A \qquad (3)$$

5) วัดรัศมีของขดลวดรีเลย์ (r) แล้วใส่ลงในโปรแกรมที่ 1 ด้วยคำสั่ง r := 0.01 (รัศมีของขดลวดที่วัดได้ 0.01 m)

6) กำหนดความถี่การหมุนของขดลวดที่ตัดสนามแม่เหล็ก (f) เท่ากับ 50 Hz

7) วัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_E) โดยให้คอมพิวเตอร์อ่านค่าโดยอาศัยคำสั่ง DV := port[PA] ;
AV := (5/255)*DV ; V_E := (0.000972)*AV เมื่อ 1/0.000972 เป็นอัตราขยายของ Op amp 741

8) หาสูตรที่ใช้คำนวณค่าสนามแม่เหล็กที่ต้องการวัด (B) ดังแสดงในสมการที่ (4) ข้างล่าง ที่มาของสมการสำหรับใช้หาสนามแม่เหล็ก มีดังนี้

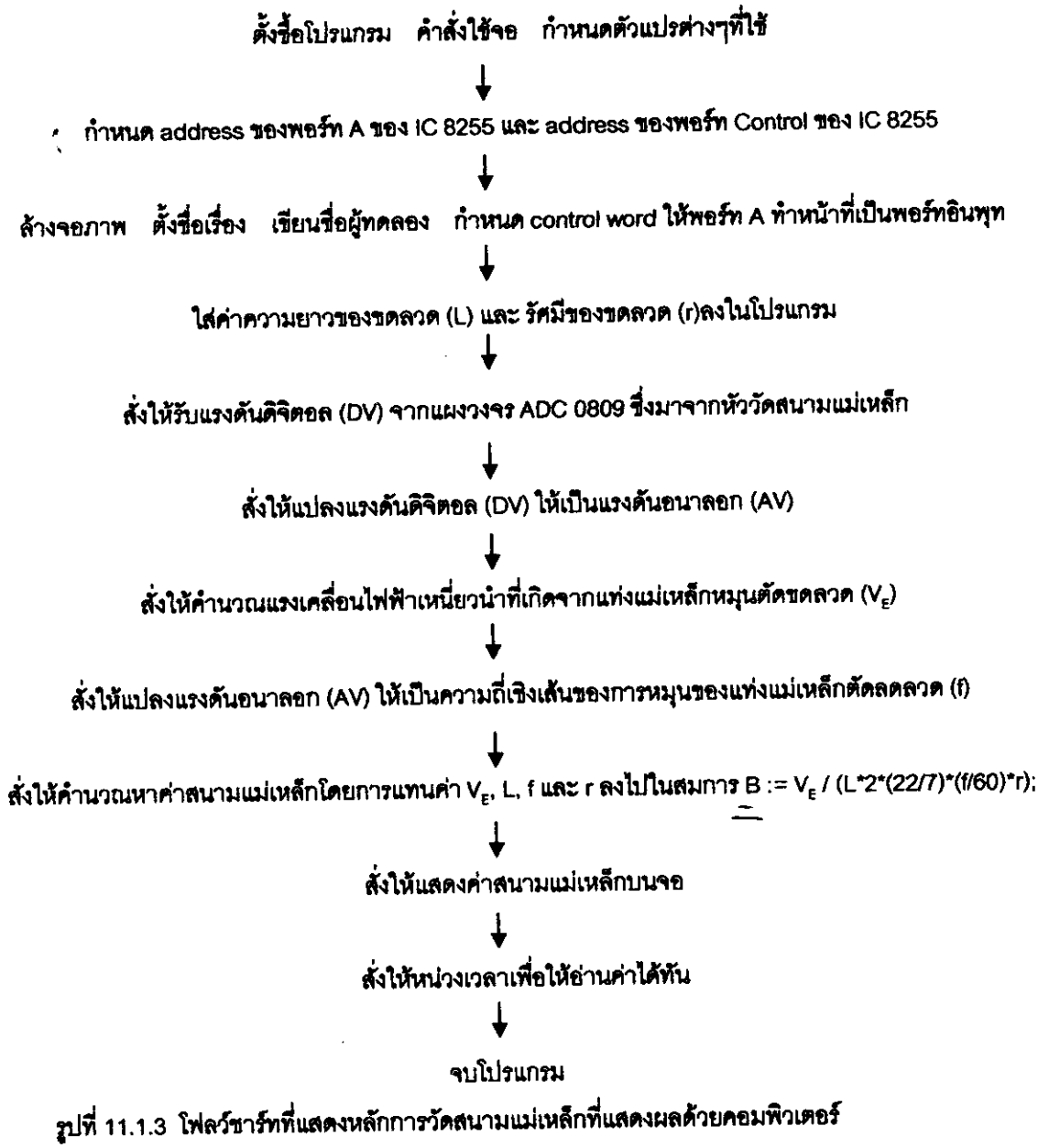
$$V_E = \oint \vec{E}\cdot d\vec{L} = \oint (\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{L} = vBL$$

$$B := V_E/(L\times 2\times(22/7)\times(f/60)\times r) \qquad (5)$$

$$B = \frac{V_E}{Lv}$$

$$B = \frac{V_E}{L(2\pi fr)}$$

แทนค่า V_E, L, f และ r ลงในสมการ (4) จะได้สมการ (5) ใส่สมการนี้ลงในโปรแกรมที่ 1
สมการ (5) นี้ก็คือ คำสั่งที่ให้คอมพิวเตอร์คำนวณค่าคำนวณค่าสนามแม่เหล็ก (B) ได้ตามต้องการ



รูปที่ 11.1.3 โฟลว์ชาร์ทที่แสดงหลักการวัดสนามแม่เหล็กที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์

```
Program  Magnetic_Field_Measurement;
uses  crt;                          คำสั่งขอใช้จอ
var                                 กำหนดตัวแปรต่างๆที่ใช้
   i, DV              : integer;
   AV, f, r, L, V_E, B    : real;
const                               กำหนดค่าคงที่ต่างๆ
   PA       = $0304;                กำหนด address ของพอร์ท A ของ IC 8255
   Pcontrol = $0307;                กำหนด address ของพอร์ท Control ของ IC 8255
begin
   clrscr;                          ล้างจอภาพ
   gotoxy(29,2); writeln('MAGNETIC FIELD MEASUREMENT');  ตั้งชื่อเรื่อง
```

```
gotoxy(29,3); writeln('----------');
gotoxy(21,6); writeln('Assoc. Prof. Thongchai Panmatarith')
port[Pcontrol] := $90;          กำหนด control word ให้พอร์ท A ทำหน้าที่เป็นพอร์ทอินพุท
L := 370; r := 0.01;            L เป็นความยาวของขดลวด (m) และ r เป็นรัศมีของขดลวด (m)
for i := 1 to 5500 do           สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานเป็นวนรอบ
begin
   DV := port[PA];              สั่งให้รับแรงดันดิจิตอลจากแผงวงจร ADC 0809 ซึ่งมาจาก
                                หัววัดสนามแม่เหล็ก
   AV := (5/255)*DV;            สั่งให้แปลงแรงดันดิจิตอลให้เป็นแรงดันอนาลอก
   V_E := (0.000972)*AV;        สั่งให้คำนวณแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากแท่งแม่เหล็ก
                                หมุนตัดขดลวด  V_E มีหน่วยเป็น V
   f := 50;  {Hz}               กำหนดความถี่เชิงเส้นของการหมุนของแท่งแม่เหล็กที่ตัดลดลวด
                                เมื่อ f มีหน่วยเป็นนาที
   B := V_E / (L*2*(22/7)*(f)*r);  สั่งให้คำนวณหาค่าสนามแม่เหล็กโดยการแทนค่า V_E, L, f และ r ลงไป
                                เมื่อ f มีหน่วยเป็นวินาที
   gotoxy(24,22); writeln('Magnetic Field = ',B:3:9,' Wb/m^2');   สั่งให้แสดงค่าสนามแม่เหล็กบนจอ
   delay(100);                  สั่งให้หน่วงเวลาเพื่อให้อ่านค่าได้ทัน
end;
end.
```

ค) การทำงานของคอมพิวเตอร์หลังจากสั่งรัน (RUN)ในขณะวัดสนามแม่เหล็ก

เมื่อสั่งรัน (RUN) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวดรีเลย์จะมาเข้า Op amp 741 ออพแอมพ์จะขยายแรงดันไฟฟ้า ส่งผ่านไดโอดเพื่อแปลงเป็นไฟตรง ใช้ ADC0809 แปลงเป็นแรงดันดิจิตอล โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะทำงานตามคำสั่ง DV := port[PA] โดยการไปรับแรงดันดิจิตอลไฟฟ้าจากแผงวงจร ADC 0809 แรงดันดิจิตอลถูกส่งต่อผ่านพอร์ท A ของ ET-PC8255 Card แล้วเข้าไปใน RAM ของคอมพิวเตอร์ เก็บแรงดันดิจิตอลนี้ในตัวแปร DV แปลงแรงดันดิจิตอลกลับไปเป็นแรงดันอนาลอก (AV หรือ V_E) คอมพิวเตอร์จะอ่านความถี่การหมุน (f) คอมพิวเตอร์จะคำนวณค่าสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กที่ต้องการวัดโดยการแทนค่า V_E, L, f และ r ลงไปในสมการ B := V_E / (L*2*(22/7)*(f/60)*r) แล้วใช้คำสั่ง writeln แสดงค่าสนามแม่เหล็กที่คำนวณได้บนจอ

ง) การนำวิธีการวัดสนามแม่เหล็กไปใช้งาน

เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้าโปรแกรม เปิดสวิทช์ไฟเลี้ยงที่เข้ามอเตอร์เพื่อให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวดรีเลย์ สั่ง RUN อ่านสนามแม่เหล็ก (B) บนจอคอมพิวเตอร์

ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ความยาวของขดลวดรีเลย์ (L) ที่วัดได้มีค่า 370 เมตร รัศมีของขดลวดรีเลย์ (r) มีค่า 0.01 เมตร คำสั่งที่ใช้รับแรงดันดิจิตอล (DV) ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านแผงวงจรเชื่อมต่อ ADC 0809 ที่มาจากหัววัดสนามแม่เหล็ก คือ DV := port[PA] คำสั่งที่ใช้แปลงแรงดันดิจิตอล (DV) เป็นแรงดันอนาลอก (AV) คือ AV := (5/255)*DV คำสั่งที่ใช้แปลงแรงดันอนาลอก (AV) ให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_E) คือ V_E := (0.000972)*AV f := 50 ; 291.43*AV+136.21 คำสั่งที่ใช้คำนวณหาค่าสนามแม่เหล็ก (B) ของแท่งแม่เหล็กซึ่งเป็นค่าที่ต้องการวัด คือ

B := V_E / (L*2*(22/7)*(f/60)*r)

ภาพบนจอคอมพิวเตอร์ที่แสดงรายละเอียดต่างๆในขณะทำงาน เช่น ชื่อโปรแกรม ชื่อผู้ทดลอง และ ค่าสนามแม่เหล็กที่วัดได้ แสดงดังรูปที่ 11.1.4

MAGNETIC FIELD MEASUREMENT

Asso. Prof. Thongchai Panmatarith

$B = 0.00000142\ Wb/m^2$

รูปที่ 11.1.4 ภาพบนจอคอมพิวเตอร์ในขณะใช้งาน

สรุปผลการทดลอง

ได้เครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่มีลักษณะ (spectification) ดังนี้

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ : 80386 หรือรุ่นอื่นๆ
แผงวงจรเชื่อมต่อ : วงจรขยายที่ใช้ OP amp 741, ADC 0809, 74LS244 และ ET-PC8255 Card
ขดลวดที่ใช้ : ขดลวดรีเลย์ 12 V
แท่งแม่เหล็กที่ใช้วัด : $BaO.6Fe_2O_3$, $SrO.6Fe_2O_3$, $CoFe_2O_4$ หรือ $CuFe_2O_4$
มอเตอร์ที่ใช้ : มอเตอร์พัดลมที่ใช้ระบายความร้อนของคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้กับแรงดันไฟตรง 12 V
โปรแกรมที่ใช้ : ภาษาเทอร์โบปาสคาล

แต่อย่างไรก็ตามเครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่ถูกสร้างใช้วัดสนามแม่เหล็กได้ค่าโดยประมาณเท่านั้น เครื่องมือสำคัญที่ใช้ปรับเทียบค่า คือ มิเตอร์วัดความถี่ อุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้หาซื้อได้ในประเทศ (ร้านจำหน่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บ้านหม้อ) ส่วนเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับทดสอบก็มีอยู่ทั่วไปในห้องปฏิบัติการ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ก็มีอยู่ทั่วไป ใช้ได้ตั้งแต่รุ่น 80286 จนถึง 80586 การเขียนโปรแกรมก็สามารถดัดแปลงได้ขึ้นอยู่กับเทคนิคการเขียนแต่ละคน การศึกษาเรื่องนี้ยังอยู่ในระยะเริ่มต้น ดังนั้นเครื่องนี้สามารถนำไปใช้ศึกษาสมบัติเชิงแม่เล็กของวัสดุได้ในกรณีที่ไม่มีเครื่องวัดสนามแม่เหล็กเชิงพาณิชย์ และใช้ได้ในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

จิติ หนูแก้ว. 2534. เทคนิคการเชื่อมต่อ IBM PC กับ อุปกรณ์ภายนอกต่างๆ. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพ.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2534. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพ.

Moulson, A.J. and Herbert, J.M., 1990. Electroceramics. Chapman & Hall, London.

Beckley, Philip. 2000. Industrial magnetic field measurements.
Journal of Magnetism and Magnetic Materials. Vol. 215 : 664-668.

Popovic, R. S. 2001. Integrated Hall-effect magnetic sensors. Sensors and Actuators A: Physical.
Vol. 91, Issue 1-2 : 46-50.

บทความ *การวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ด้วยโปรแกรมแลปวิว*

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์
Thongchai Panmatarith
วทม. (ไซลิดสเตทฟิสิกส์) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

บทคัดย่อ

ได้วัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ด้วยโปรแกรมแลปวิว

Abstract

The constant was measured with LabVIEW program.

Key word : Magnetic field measurement

คำนำ

มีผู้ศึกษาแม่เหล็กเซรามิกส์ (ceramic magnet) มานานแล้ว ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเรื่องเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็ก (magnetic property) ในเฟอร์ไรต์ (ferrite) อำนาจแม่เหล็กเกิดจากสปินของอิเล็กตรอน การหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน (electron spin) ทำให้เกิดโมเมนต์แม่เหล็ก (magnetic moment) มีแมกนีไตเซชัน (magnetization) เกิดขึ้น สมการสำคัญ คือ

$B = \mu H = \mu_o \mu_r H = \mu_o(H+M)$; $M = \chi_m H$; $H = nI$ (Moulson and Herbert, 1990)

เมื่อ B เป็นความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก H เป็นความเข้มสนามแม่เหล็ก μ เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสารแม่เหล็ก μ_o เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสุญญากาศ μ_r เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้สัมพัทธ์ M เป็นแมกนีไตเซชัน χ_m เป็นสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก n เป็นจำนวนรอบของขดลวดต่อหนึ่งหน่วยความยาว และ I เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด สารที่ใช้ทำแท่งแม่เหล็กถาวรของหูฟังและลำโพง ได้แก่ $BaO.6Fe_2O_3$ และ $SrO.6Fe_2O_3$ สารทั้งสองเตรียมขึ้นโดยวิธีเทคนิคปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (Solid-state reaction technique) สารจะต้องผ่านการแมกนีไตเซชันจึงจะมีแมกนีไตเซชันคงค้าง (remanent magnetization) แท่งแม่เหล็กถาวรเป็นเฟอร์ไรต์แข็ง(hard ferrite)แสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์โร (ferromagnetism) (Buchanan, 1991)

การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น เครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กที่ทำงานโดยอาศัยหลักการของการป้อนแรงดันไฟตรงต่ำ (54 V) กระแสไฟฟ้าสูง (4 A) ให้แก่ขดลวด และ แท่งแม่เหล็กที่ทำมาจากโลหะ หรือ เซรามิกส์ เป็นต้น

การวัดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฟาราเดย์ (Faraday effect) วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall effect) และ วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์แมกนีโตรีซิสแตนซ์ (magnetoresistance effect) เป็นต้น

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's law) ที่เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า มีใจความว่า " ถ้านำขดลวดตัวนำไฟฟ้ามาวางในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จะพบว่า เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในเส้นลวด " ซึ่งเขียนได้ดังสมการ

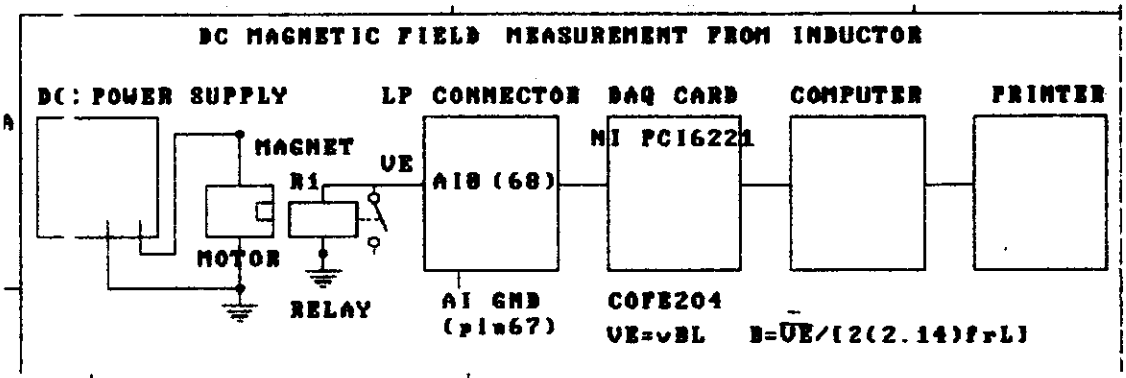
$$V_E = -\frac{d\Phi_B}{dt} \qquad (1)$$

เมื่อ V_E เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และ $d\Phi_B/dt$ เป็นฟลักซ์แม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

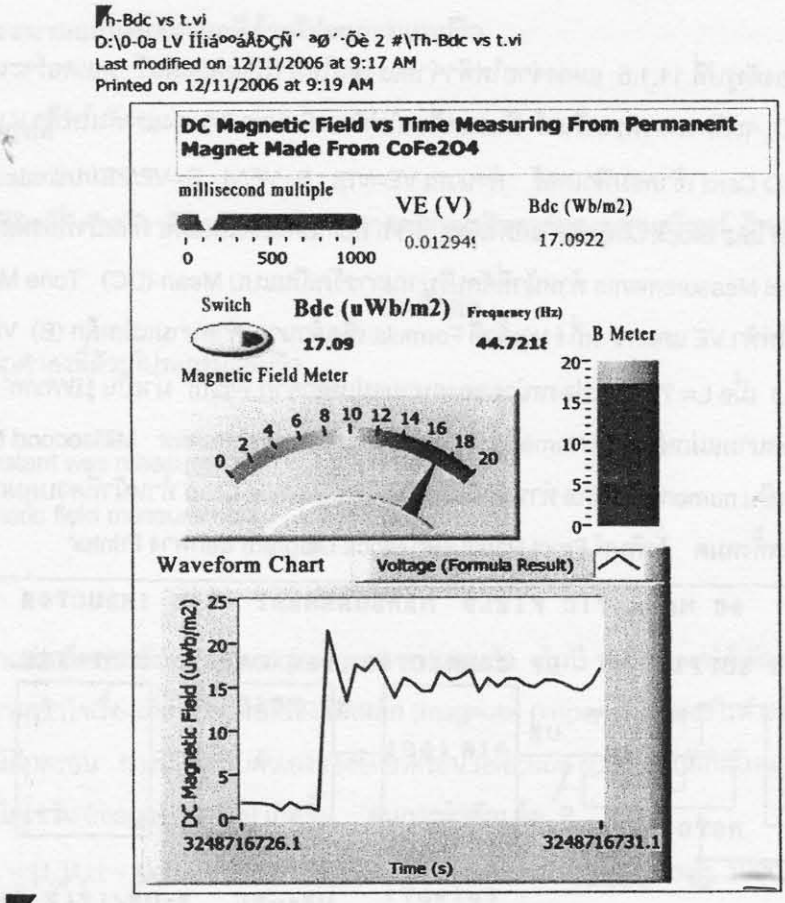
วิธีการทดลอง

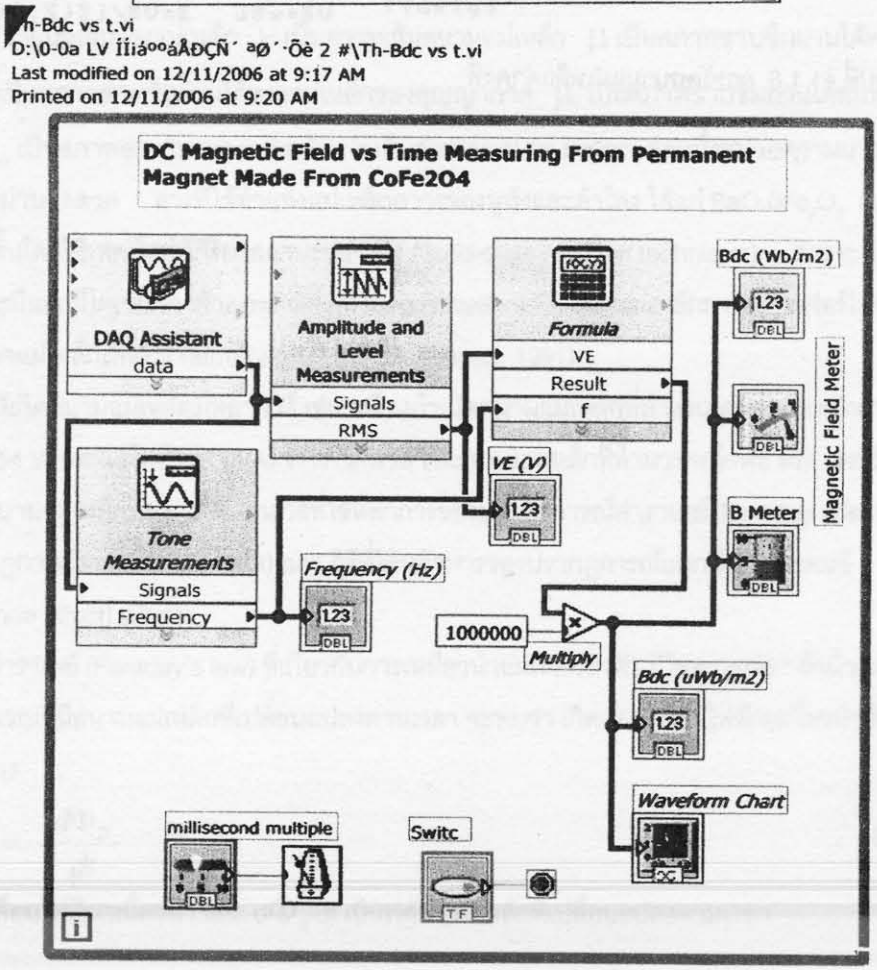
จัดชุดทดลองดังรูปที่ 11.1.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์ มอเตอร์จะหมุน สนามแม่เหล็กแท่งแม่เหล็ก $CoFe_2O_4$ จะตัดขดลวดของรีเลย์ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยนนำ (V) ส่งแรงดันไฟฟ้า V เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ คำนวณ VE=VBL; B=VE/vL; B=VE/2πfrL

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 11.1.6 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า VE Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) Tone Measurements วัดความถี่ f ส่งแรงดันไฟฟ้า VE และความถี่ f มาเข้าที่ Formula เพื่อคำนวณค่าสนามแม่เหล็ก (B) VE=vBL; B=VE/vL=VE/2(πfL) เมื่อ L= ? m แปลงหน่วยของสนามแม่เหล็กจาก Wb/m^2 มาเป็น $\mu Wb/m^2$ ด้วย Multiply x1000000 แสดงค่าสนามแม่เหล็กด้วย Numeric Indicator และ Graph Indicator Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



รูปที่ 11.1.5 การวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่





รูปที่ 11.1.6 Front Panel และ Block diagram สำหรับการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่

ผลการทดลอง

ผลการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่แสดงดังรูปที่ 11.1.6

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่จะเป็นข้อมูลสำหรับใช้ทดลองในเรื่องอื่นๆ

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงผลการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่

เอกสารอ้างอิง

จิติ หนูแก้ว. 2534. เทคนิคการเชื่อมต่อ IBM PC กับ อุปกรณ์ภายนอกต่างๆ. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพ.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2534. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพ.

Moulson, A.J. and Herbert, J.M., 1990. Electroceramics. Chapman & Hall, London.

Beckley, Philip. 2000. Industrial magnetic field measurements.
Journal of Magnetism and Magnetic Materials. Vol. 215 : 664-668.

Popovic, R. S. 2001. Integrated Hall-effect magnetic sensors. Sensors and Actuators A: Physical.
Vol. 91, Issue 1-2 : 46-50.

Nossov, A. 2001. Combined lanthanum manganite magnetoresistive-fluxgate magnetic field sensor.
Sensors and Actuators A: Physical. Vol. 94, Issue 3 : 157-160.

บทความ การวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ที่ขึ้นกับความถี่การหมุนด้วยโปรแกรมแลปวิว

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith

วทม. (โซลิดสเตทฟิสิกส์) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

บทคัดย่อ

ได้วัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ที่ขึ้นกับความถี่การหมุนด้วยโปรแกรมแลปวิว

Abstract

Constant magnetic field versus rotation frequency was measured with LabVIEW Program

Key word : Magnetic field measurement

MSc. (Solid state physics), Assoc. Prof. Department of physics, Faculty of Science,
Prince of Songkla University, Hat Yai 90112, Thailand.

คำนำ

มีผู้ศึกษาแม่เหล็กเซรามิกส์ (ceramic magnet) มานานแล้ว ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเรื่องเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็ก (magnetic property)ในเฟอร์ไรต์ (ferrite) อำนาจแม่เหล็ก

เกิดจากสปินของอิเล็กตรอน การหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน (electron spin) ทำให้เกิดโมเมนต์แม่เหล็ก (magnetic moment) มีแมกนีไตเซชัน (magnetization) เกิดขึ้น สมการสำคัญ คือ

$B = \mu H = \mu_o \mu_r H = \mu_o (H+M)$; $M = \chi_m H$; $H = nI$ (Moulson and Herbert, 1990)

เมื่อ B เป็นความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก H เป็นความเข้มสนามแม่เหล็ก μ เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสารแม่เหล็ก μ_o เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสุญญากาศ μ_r เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้สัมพัทธ์ M เป็นแมกนีไตเซชัน χ_m เป็นสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก n เป็นจำนวนรอบของขดลวดต่อหนึ่งหน่วยความยาว และ I เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด สารที่ใช้ทำแท่งแม่เหล็กถาวรของหูฟังและลำโพง ได้แก่ $BaO.6Fe_2O_3$ และ $SrO.6Fe_2O_3$ สารทั้งสองเตรียมขึ้นโดยวิธีเทคนิคปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (Solid-state reaction technique) สารจะต้องผ่านการแมกนีไตเซชันจึงจะมีแมกนีไตเซชันคงค้าง (remanent magnetization) แท่งแม่เหล็กถาวรเป็นเฟอร์ไรต์แข็ง(hard ferrite)แสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์โร (ferromagnetism) (Buchanan, 1991)

การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น เครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กที่ทำงานโดยอาศัยหลักการของการป้อนแรงดันไฟตรงต่ำ (54 V) กระแสไฟฟ้าสูง (4 A) ให้แก่ขดลวด และ แท่งแม่เหล็กที่ทำมาจากโลหะ หรือ เซรามิกส์ เป็นต้น

การวัดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฟาราเดย์ (Faraday effect) วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall effect) และ วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์แมกนีโตรีซิสแตนซ์ (magnetoresistance effect) เป็นต้น

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's law) ที่เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า มีใจความว่า " ถ้านำขดลวดตัวนำไฟฟ้ามาวางในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จะพบว่า เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในเส้นลวด " ซึ่งเขียนได้ดังสมการ

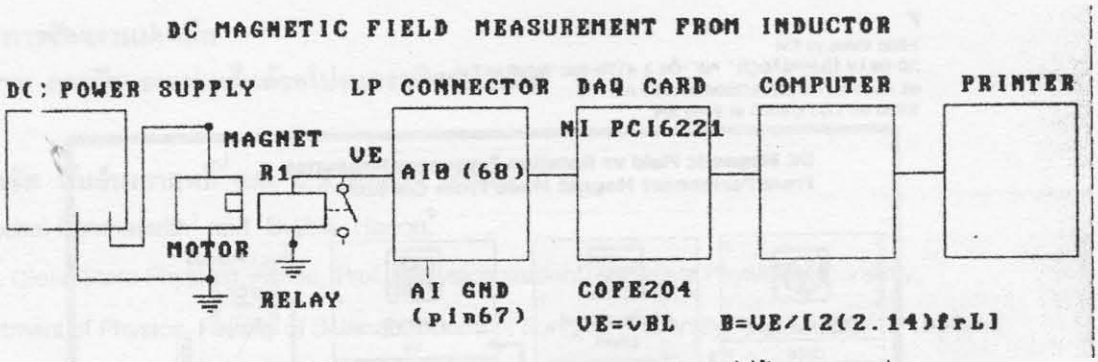
$$V_E = -\frac{d\Phi_B}{dt} \qquad (1)$$

เมื่อ V_E เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และ $d\Phi_B/dt$ เป็นฟลักซ์แม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

วิธีการทดลอง

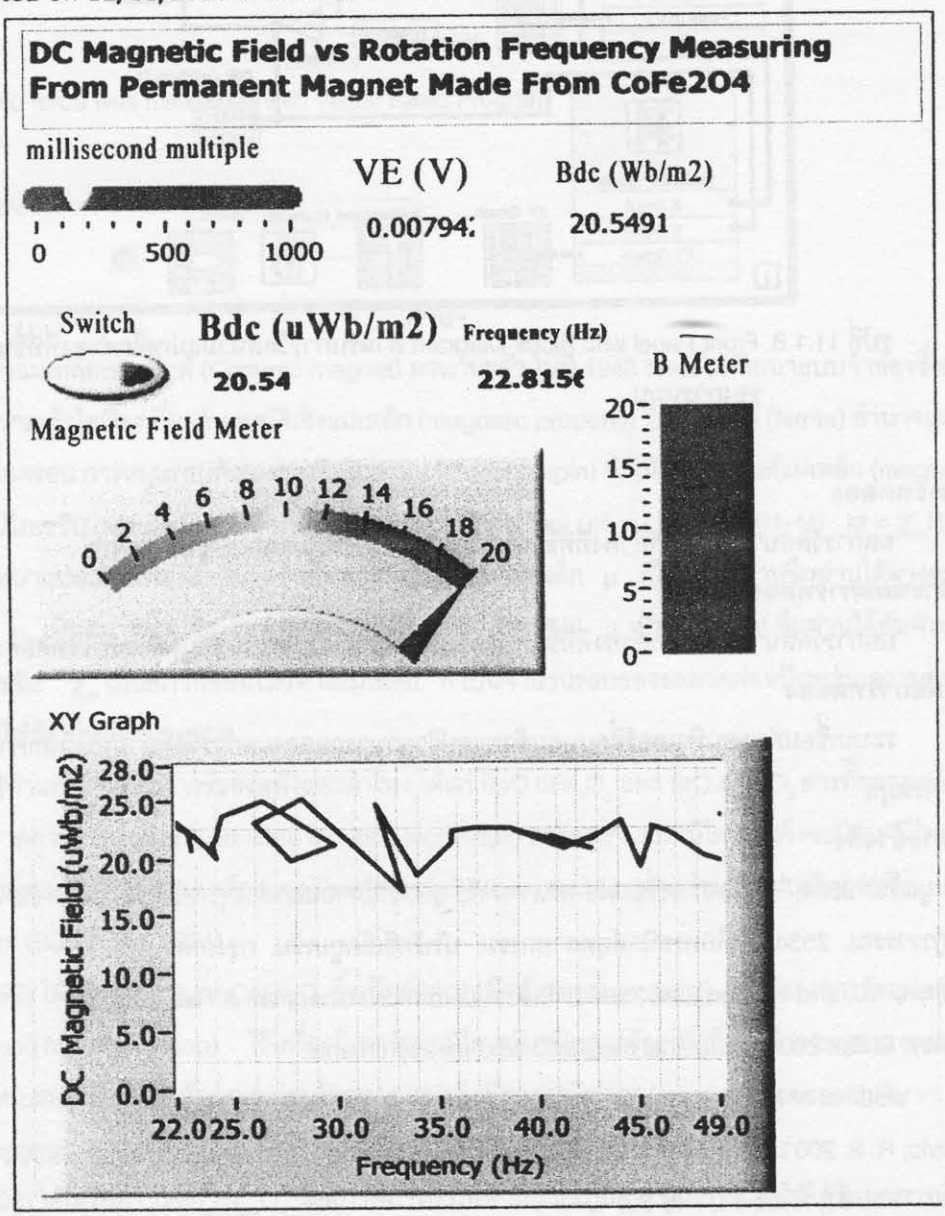
จัดชุดทดลองดังรูปที่ 11.1.7 แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์ มอเตอร์จะหมุน สนามแม่เหล็กแท่งแม่เหล็ก $CoFe_2O_4$ จะตัดขดลวดของรีเลย์ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยนนำ (V) ส่งแรงดันไฟฟ้า V เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ คำนวณ VE=VBL; B=VE/vL; B=VE/2πfrL

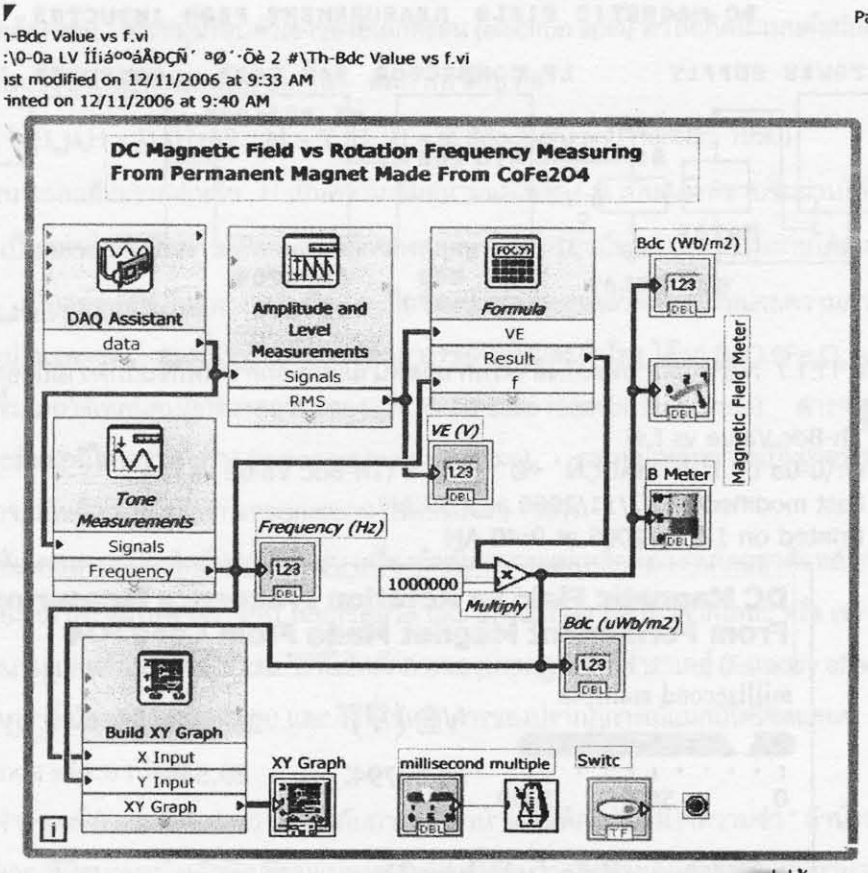
Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 11.1.8 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า VE Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) Tone Measurements วัดความถี่ f ส่งแรงดันไฟฟ้า VE และความถี่ f มาเข้าที่ Formula เพื่อคำนวณค่าสนามแม่เหล็ก (B) VE=vBL; B=VE/vL=VE/2(πfL) เมื่อ L= ? m แปลงหน่วยของสนามแม่เหล็กจาก Wb/m^2 มาเป็น $\mu Wb/m^2$ ด้วย Multiply x1000000 แสดงค่าสนามแม่เหล็กด้วย Numeric Indicator นำค่าสนามแม่เหล็ก B และความถี่ f ส่งมาที่ Build XY Graph แสดงผลด้วย XY Graph Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Switch Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



รูปที่ 11.1.7 การจัดชุดการทดลองสำหรับการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ที่ขึ้นกับความถี่ของการหมุน

Th-Bdc Value vs f.vi
D:\0-0a LV ÍÍiá°°áÅÐÇÑ´ ªØ´·Õè 2 #\Th-Bdc Value vs f.vi
Last modified on 12/11/2006 at 9:33 AM
Printed on 12/11/2006 at 9:40 AM





รูปที่ 11.1.8 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ที่ขึ้นกับความถี่ของการหมุน

ผลการทดลอง

ผลการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ที่ขึ้นกับความถี่ของการหมุนแสดงดังรูปที่ 11.1.9

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ที่ขึ้นกับความถี่ของการหมุนจะเป็นข้อมูลสำหรับใช้ทดลองในเรื่องอื่นๆ

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วยแลปวิวสามารถแสดงผลการวัดสนามแม่เหล็กค่าคงที่ที่ขึ้นกับความถี่ของการหมุน

เอกสารอ้างอิง

จิติ หนูแก้ว. 2534. เทคนิคการเชื่อมต่อ IBM PC กับ อุปกรณ์ภายนอกต่างๆ. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพ.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2534. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพ.

Moulson, A.J. and Herbert, J.M., 1990. Electroceramics. Chapman & Hall, London.

Beckley, Philip. 2000. Industrial magnetic field measurements.
Journal of Magnetism and Magnetic Materials. Vol. 215 : 664-668.

Popovic, R. S. 2001. Integrated Hall-effect magnetic sensors. Sensors and Actuators A: Physical.
Vol. 91, Issue 1-2 : 46-50.

Nossov, A. 2001. Combined lanthanum manganite magnetoresistive-fluxgate magnetic field sensor.
Sensors and Actuators A: Physical. Vol. 94, Issue 3 : 157-160.

11.2 การวัดแรงแม่เหล็ก

บทความ การวัดแรงแม่เหล็กด้วยโปรแกรมวิชวลเบสิก

รศ. ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์[1] และ น.ส. สุจิตรา หนนท์[2]

Thongchai Panmatarith[1] and Sujitra Hanon[2]

[1]M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., [2]Physics student, Materials Physics Laboratory,

Department of Physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, 90112 Thailand.

Corresponding e-mail : tongchai.p@psu.ac.th

บทคัดย่อ

ได้ทำการวัดแรงแม่เหล็กด้วยโปรแกรมวิชวลเบสิก

Abstract

Magnetic force was measured with Visual Basic Program

Key word : Magnetic force measurement

คำนำ

มีผู้ศึกษาแม่เหล็กเซรามิกส์ (Ceramic magnet) มานานแล้ว ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเรื่องเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็ก (magnetic property) ในเฟอร์ไรต์ (ferrite) อำนาจแม่เหล็กเกิดจาก สปินของอิเล็กตรอน การหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน (Electron spin) ทำให้เกิดโมเมนต์แม่เหล็ก (magnetic moment) มีแมกนีไตเซชัน (Magnetization) เกิดขึ้น สมการสำคัญคือ $B = \mu H = \mu_0\mu_r H = \mu_0 (H+M)$; $M = \chi_m H$; $H = nI$ เมื่อ B เป็นความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก H เป็นความเข้มสนามแม่เหล็ก μ เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสารแม่เหล็ก μ_0 เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสุญญากาศ μ_r เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้สัมพัทธ์ M เป็นแมกนีไตเซชัน χ_m เป็นสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก n เป็นจำนวนรอบของขดลวดต่อหนึ่งหน่วยความยาว และ I เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด

สารที่ใช้ทำแท่งแม่เหล็กถาวรของหูฟังและลำโพง ได้แก่ $BaO.6Fe_2O_3$ และ $SrO.6Fe_2O_3$ สารทั้งสองเตรียมขึ้นโดยวิธีเทคนิคปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (Solid-state reaction technique) สารจะผ่านแมกนีไตเซชันจึงจะมีแมกนีไตคั่งค้าง (Remanent magnetization) แท่งแม่เหล็กถาวรเป็นเฟอร์ไรต์แข็ง (hard ferrite) แสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์โร (ferromagnetism) (Buchanan, 1991)

T. Tsuchiya (1992) ได้เตรียมฟิล์มบาง $CoFe_2O_4$ ซึ่งเป็นวัสดุเฟอร์ไรต์ (ferrite material) ได้วัดวงการล้าแม่เหล็ก (magnetic hysteresis loop) ใช้เครื่องมิเตอร์แมกนีไตเซชันชนิดสารตัวอย่างที่สั่นได้ (vibrating sample type magnetization meter) วัดสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็กที่อุณหภูมิต่างๆ (magnetic susceptibility vs temperature)

M.K. Fayek (1992) ได้เตรียม $CoMn_xFe_{2-x}O_4$ วัดสภาพการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่างๆและวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลการเลี้ยวเบนของนิวตรอน (neutron diffraction data) ด้วยเครื่องนิวตรอนดิฟแฟรคชันสเปกโตรมิเตอร์ (neutron diffraction spectrometer)

Akimitsu Morisako (1996) ได้เตรียมฟิล์มแบเรียมเฟอร์ไรต์ (Ba-ferrite film) สำหรับทำอุปกรณ์บันทึกแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นสูง (high-density magnetic recording media) และได้วัดวงการล้าแมกนีไตเซชัน-ความเข้มสนามแม่เหล็ก (M-H hysteresis loop)

S. Yamamoto (1996) ได้เตรียมฟิล์ม Co-γFe_2O_3 สำหรับทำอุปกรณ์บันทึกแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นสูงพิเศษ

R.C. Pullar (1997) ได้เตรียมเส้นใยแบเรียมเฟอร์ไรต์ ($BaFe_{12}O_{19}$ fibres) และเส้นในแบเรียมโคบอลต์เฟอร์ไรต์ ($Ba_2Co_2Fe_{12}O_{22}$ fibres) สำหรับทำแท่งแม่เหล็กและชี้บ่งลักษณะของสารด้วยเครื่อง XRD และ SEM

G. Elwin (1997) ได้เตรียม $SrFe_{12}O_{19}$ สำหรับทำแท่งแม่เหล็กถาวร และได้วัด M vs H loop

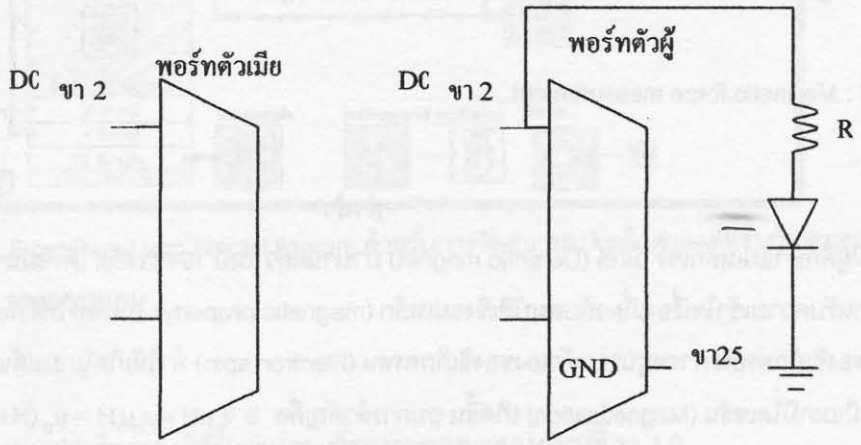
J. G. Na (1997) ได้เตรียมฟิล์มบาง $CoFe_2O_4$ สำหรับทำอุปกรณ์บันทึกข้อมูลด้วยแม่เหล็ก (magnetic recording media) และได้วัดสภาพการนำไฟฟ้ากับสัมประสิทธิ์ซีเบค

วิธีการทดลดลอง

ก. ส่งข้อมูลออกทางพอร์ทเครื่องพิมพ์ด้วย Visual Basic 6.0

วิธีการทดลอง

-จัดเตรียมบอร์ดการทดลองดังรูปที่ 11.2.1



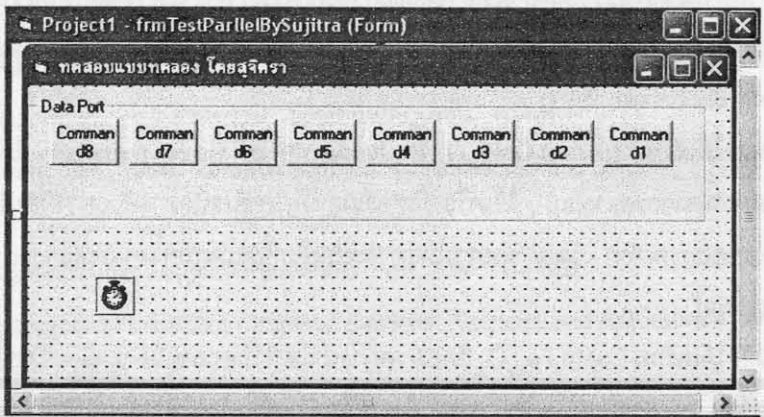
พอร์ทเครื่องพิมพ์หลังคอมพิวเตอร์ พอร์ทเครื่องพิมพ์บนบอร์ดทดลอง

รูปที่ 11.2.1 แสดงการส่งข้อมูลออก

เขียนโปรแกรมสำหรับการ ส่งแรงดันไฟฟ้าออกนอกคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Visual Basic

เปิด Visual Basic 6.0 แล้วเลือกสร้างแอพพลิเคชันแบบ Standard Exe

เมื่อปรากฏฟอร์มขึ้นให้ใส่คอนโทรลลงบนฟอร์มดังรูปที่ 11.2.2



รูปที่ 11.2.2 แสดงการวางคอนโทรลลงบนฟอร์มเพื่อแสดงการควบคุมการส่งข้อมูลออก

```
Properties Window
VERSION 5.00
Begin  VB.Form frmTestParllelBySujitra
   Caption            =  "ทดสอบแบบทดลอง โดยสุจิตรา"
   ClientHeight       =  4635
   ClientLeft         =  60
   ClientTop          =   450
   ClientWidth        =  9135
   LinkTopic          =  "Form1"
   ScaleHeight        =  4635
   ScaleMode          =   0 'User
   ScaleWidth         =   9135
   StartUpPosition    =   3  'Windows Default
   Begin  VB.CommandButton Command 1
         Caption          =   "Command 1"
          Height          =   495
          Left            =  6120
          TabIndex        =   1
          Top             =   360
          Width           =   735
   End
   Begin  VB. Timer  Timer 1
          Interval        =   1
          Left            =  720
          Top             =  2040
    End
   Begin  VB.CommandButton Command 2
         Caption          =   "Command 2"
          Height          =   495
          Left            =  5280
          TabIndex        =   2
          Top             =   360
          Width           =   735
    End
   Begin  VB.CommandButton Command 8
```

```
    Caption         =  "Command 8"
    Height          =  495
    Left            =  240
    TabIndex        =  8
    Top             =  360
    Width           =  735
End
Begin VB.CommandButton Command 7
    Caption         =  "Command 7"
    Height          =  495
    Left            =  1080
    TabIndex        =  7
    Top             =  360
    Width           =  735
End
Begin VB.CommandButton Command 6
    Caption         =  "Command 6"
    Height          =  495
    Left            =  1920
    TabIndex        =  6
    Top             =  360
    Width           =  735
End
Begin VB.CommandButton Command 5
    Caption         =  "Command 5"
    Height          =  495
    Left            =  2760
    TabIndex        =  5
    Top             =  360
    Width           =  735
End
Begin VB.CommandButton Command 4
    Caption         =  "Command 4"
    Height          =  495
    Left            =  3600
    TabIndex        =  4
```

```
        Top             =   360
        Width           =   735
    End
    Begin VB.CommandButton Command 3
        Caption         =   "Command 3"
        Height          =   495
        Left            =   4440
        TabIndex        =   3
        Top             =   360
        Width           =   735
    End
    Begin VB.Frame Frame 1
        Caption         =   "Data Port"
        Height          =   1335
        Left            =   0
        TabIndex        =   0
        Top             =   120
        Width           =   7215
    End
End
```

-เขียนโค้ดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของการส่งข้อมูลออก

```
Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As
Integer)
Public pwrite As Integer
Public pread As Integer
Private Sub Form_Load()
        Command1.Caption = "D0"
        Command2.Caption = "D1"
        Command3.Caption = "D2"
        Command4.Caption = "D3"
        Command5.Caption = "D4"
        Command6.Caption = "D5"
        Command7.Caption = "D6"
        Command8.Caption = "D7"
        pwrite = &H378
```

```
        pread = &H379
End Sub
Private Sub Command1_Click()
        Out pwrite, &H1
End Sub
Private Sub Command2_Click()
        Out pwrite, &H2
End Sub
Private Sub Command3_Click()
        Out pwrite, &H4
End Sub
Private Sub Command4_Click()
        Out pwrite, &H8
End Sub
Private Sub Command5_Click()
        Out pwrite, &H10
End Sub
Private Sub Command6_Click()
        Out pwrite, &H20
End Sub
Private Sub Command7_Click()
        Out pwrite, &H40
End Sub
Private Sub Command8_Click()
        Out pwrite, &H80
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
        Beep
End Sub
```

3) สั่ง Run บันทึกผล

เมื่อเสร็จเรียบร้อย ให้ทดลองการทำงานของโปรแกรมร่วมกับบอร์ดทดลองโดยกดปุ่ม <F5>

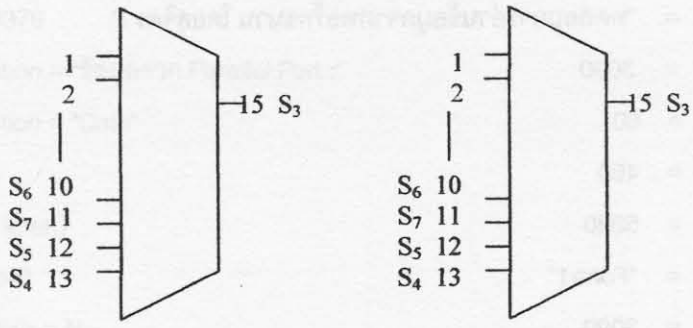
หรือ → ให้ผู้ทดลองคลิกปุ่มต่างๆบนโปรแกรม จะเห็นว่าเมื่อคลิกปุ่มใดๆก็ตามบนฟอร์ม LED ที่อยู่บนบอร์ดทดลอง ณ ตำแหน่งเดียวกันกับปุ่มที่ถูกคลิกก็จะติดสว่างตามจังหวะการคลิก

ต่อไปให้ทดลองกดปุ่มต่างๆบนบอร์ดทดลอง จะเห็นว่าข้อมูลที่แสดงบนฟอร์มในส่วนของ Status Port ก็จะเปลี่ยนไปตามจังหวะการกดปุ่มที่ตัวบอร์ดทดลอง สรุปแล้วเมื่อพิจารณาจากโค้ดควบคุมการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการควบคุมการส่งข้อมูลออกจาก Data Port เราจะส่งผ่านข้อมูลออกไปยังแอดเดรส &H378

ข. รับข้อมูลเข้าทางพอร์ทเครื่องพิมพ์ด้วย Visual Basic 6.0

วิธีการทดลอง

-จัดเตรียมบอร์ดการทดลองดังรูปที่ 11.2.3



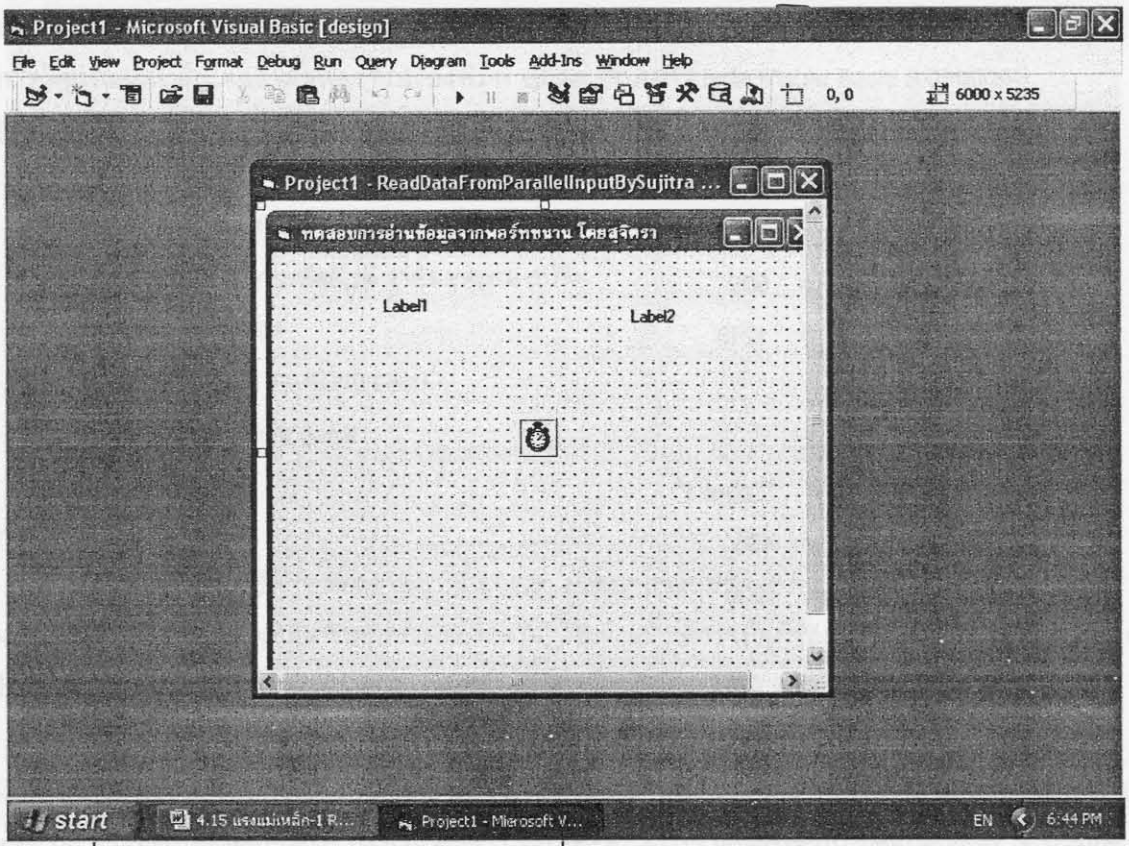
พอร์ทเครื่องพิมพ์หลังคอมพิวเตอร์ พอร์ทเครื่องพิมพ์บนบอร์ดทดลอง

รูปที่ 11.2.3 แสดงการรับข้อมูลเข้า

ง. 2) **เขียนโปรแกรมสำหรับการ ส่งแรงดันไฟฟ้าเข้าคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม** Visual Basic

เปิด Visual Basic 6.0 แล้วเลือกสร้างแอพพลิเคชันแบบ Standard Exe

เมื่อปรากฏฟอร์มขึ้นให้ใส่คอนโทรลลงบนฟอร์มดังรูปที่ 11.2.4



รูปที่ 11.2.4 แสดงการวางคอนโทรลลงบนฟอร์มเพื่อแสดงการควบคุมการรับข้อมูลเข้า

Properties Window

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form ReadDataFromParallelInputBySujitra
   Caption         =  "ทดสอบการอ่านข้อมูลจากพอร์ทขนาน โดยสุจิตรา"
   ClientHeight    =  3090
   ClientLeft      =  60
   ClientTop       =  450
   ClientWidth     =  5880
   LinkTopic       =  "Form1"
   ScaleHeight     =  3090
   ScaleWidth      =  5880
   StartUpPosition =  3  'Windows Default
   Begin VB. Timer  Timer 1
         Interval      =  1
         Left          =  2640
         Top           =  1800
    End
    Begin VB.Label  Label 2
        Caption        =  "Label 2"
         Height        =  495
         Left          =  3840
         TabIndex      =  1
         Top           =  600
         Width         =  1215
    End
    Begin VB. Label Label 1
        Caption        =  "Label 1"
         Height        =  495
         Left          =  1200
         TabIndex      =  0
         Top           =  480
         Width         =  1215
    End
End
```

-เขียนโค้ดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของการรับข้อมูลเข้า

```
Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
```

```
Public pread As Integer
Public N As Integer
Private Sub Form_Load()
        pread = &H379
        Label1.Caption = "ข้อมูลจาก Parallel Port :"
        Label2.Caption = "Data"
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
        N = Inp(pread)
        Label2.Caption = N
End Sub
```

3) สั่ง Run บันทึกผล

เมื่อเสร็จเรียบร้อย ให้ทดลองการทำงานของโปรแกรมร่วมกับบอร์ดทดลองโดยกดปุ่ม <F5> หรือ → ให้ผู้ทดลองคลิกปุ่มต่างๆบนโปรแกรม จะเห็นว่าเมื่อคลิกปุ่มใดๆก็ตามบนฟอร์ม LED ที่อยู่บนบอร์ดทดลอง ณ ตำแหน่งเดียวกันกับปุ่มที่ถูกคลิกก็จะติดสว่างตามจังหวะการคลิก ต่อไปให้ทดลองกดปุ่มต่างๆบนบอร์ดทดลอง จะเห็นว่าข้อมูลที่แสดงบนฟอร์มในส่วนของ Status Port ก็จะเปลี่ยนไปตามจังหวะการกดปุ่มที่ตัวบอร์ดทดลองสรุปแล้ว เมื่อพิจารณาจากโค๊ดควบคุมการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการควบคุมการส่งข้อมูลเข้าจาก Status Port เราจะส่งผ่านข้อมูลเข้ามายังแอดเดรส &H379

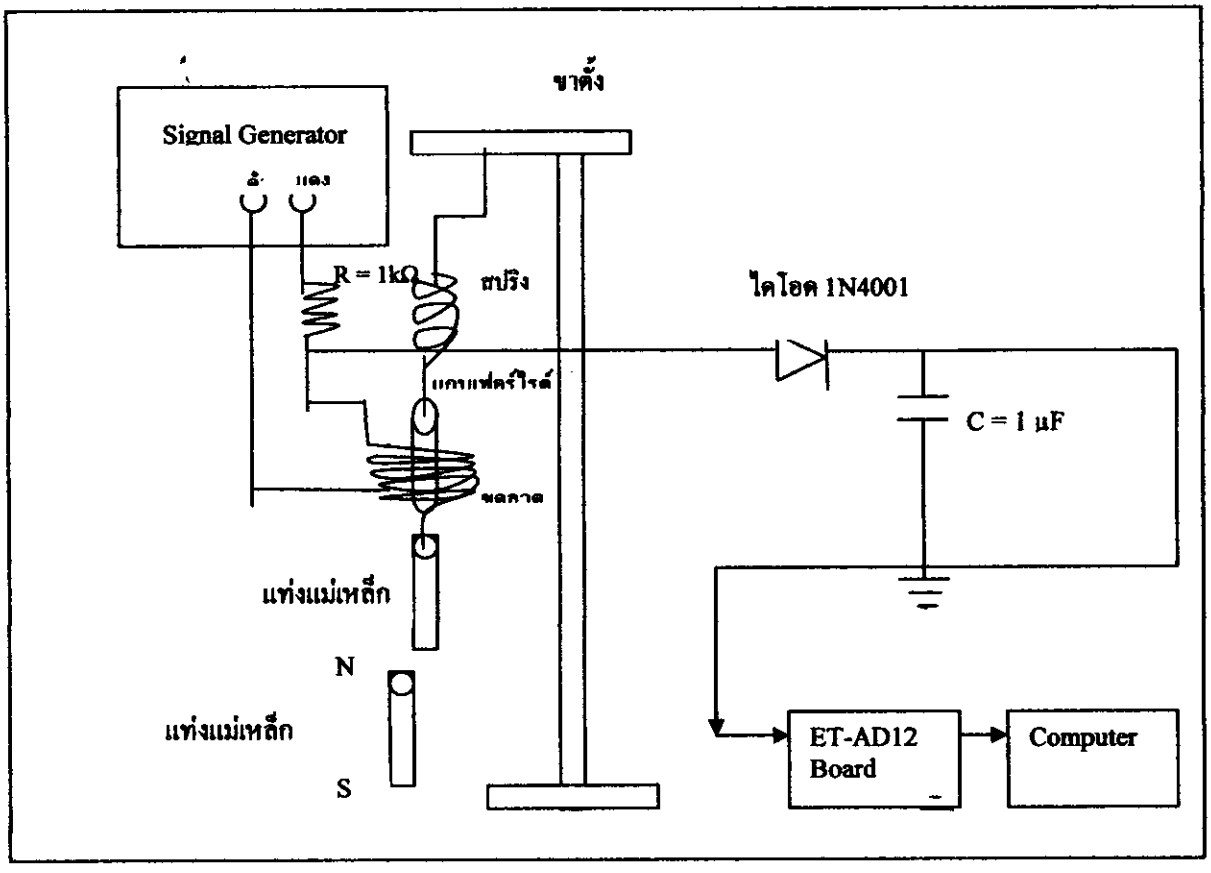
ค. การวัดแรงแม่เหล็กโดยอาศัยพอร์ทเครื่องพิมพ์ บอร์ด ET-AD12 และ Visual Basic 6.0

วัสดุอุปกรณ์

1) แท่งแม่เหล็ก
2) ตัวต้านทาน 1 kΩ และตัวเก็บประจุ 1 μF
3) โฟโตบอร์ด แกนเฟอร์ไรต์ ขาตั้ง ขดลวด สปริง
4) ไดโอด 1N4001
5) วงจรเชื่อมต่อ ET-AD12 Card
6) โปรแกรม Visual Basic
7) คอมพิวเตอร์

วิธีการทดลอง

1) จัดเตรียมบอร์ดการทดลองดังรูปที่ 11.2.5 ปล่อยกระแสไฟฟ้า (I) จากแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Signal Generator) ผ่านขดลวด มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวด (V) ใช้แท่งแม่เหล็กวางใกล้แท่งเหล็ก ดึงจนหลุด สปริงจะยืด แกนเฟอร์ไรต์เลื่อนลง ค่าความเหนี่ยวนำตัวเอง (L) ของขดลวดจะเปลี่ยน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวด ($V = V_L = IX_L$) ; $X_L = wL = 2\pi fL$ จะเปลี่ยนแปลง X_L เป็นค่าความต้านทานเหนี่ยวนำ f เป็นความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า นำแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมขดลวด (V_{AC}) ผ่านไดโอด 1N4001 เพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันอนาลอก (V_{DC}) (แรงดันต้องอยู่ในช่วง1 ถึง 5 V) ส่งเข้า CH0 ของ ET-AD12 Board เข้าไปในคอมพิวเตอร์ ใช้โปรมแกรม Visual Basic V6.0



รูปที่ 11.2.5 แสดงการวัดแรงแม่เหล็ก

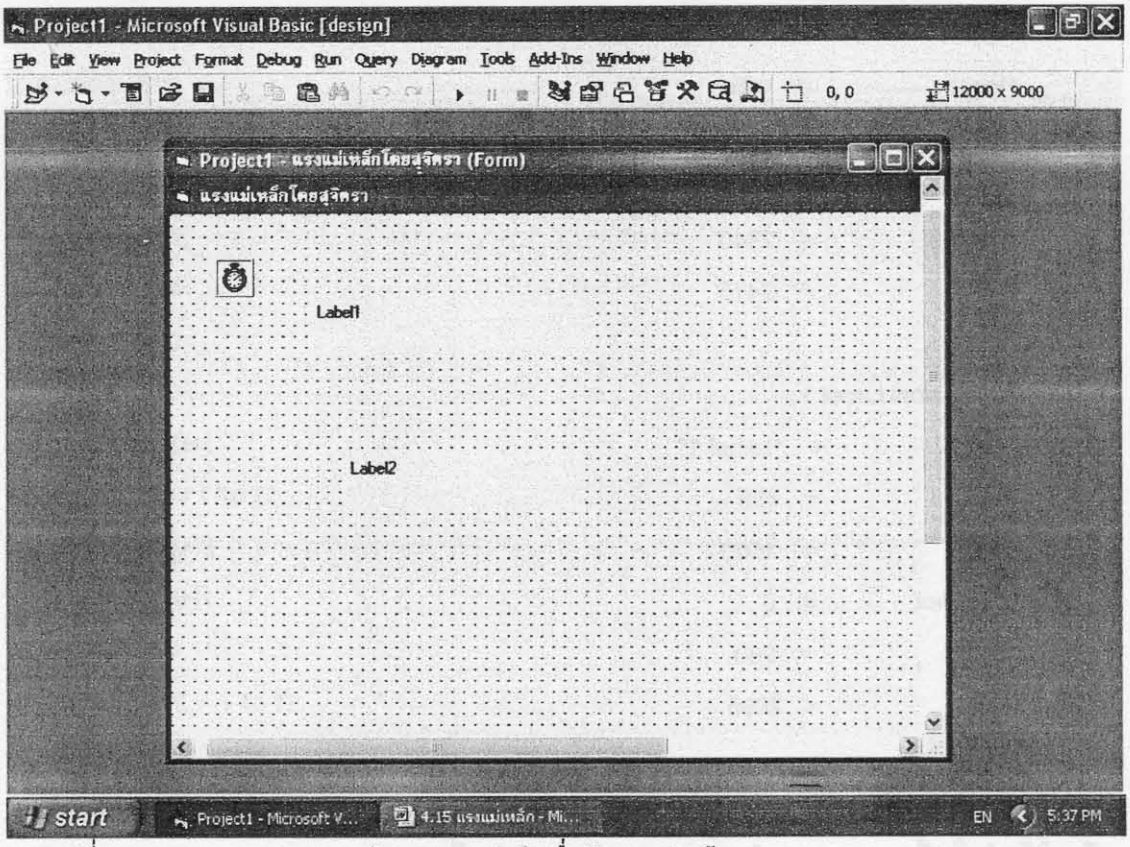
ควบคุมการวัดโดยแสดงออกมา เป็นค่าแรงดันไฟฟ้า (AV หรือ V) จะแสดงบนจอ Analog Input Channel 0 = 1.52 V ทำการปรับเทียบค่าเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่วัดแรง (แรงแม่เหล็ก) ให้ Excel พล็อตกราฟพร้อมทั้งแสดงสมการ นำสมการ F = f (V) ใส่ในโปรแกรม สั่ง run คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่วัดแรง นำไปทดลองวัดแรงแม่เหล็ก

ใช้แรงแม่เหล็กไปดึงออกจากแท่งแม่เหล็กให้ออกจากกัน จะใช้แรงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขณะที่แรงแม่เหล็กออกจากแท่งแม่เหล็กแรงบนจอจะแสดงค่าสูงสุด แรงแม่เหล็กที่จะบันทึกคือแรงสูงสุด= 0.56 และตัวแท่งแม่เหล็กที่ใช้วัด

2) เขียนโปรแกรมสำหรับการวัดแรงแม่เหล็กโดยใช้โปรแกรม Visual Basic

เปิด Visual Basic 6.0 แล้วเลือกสร้างแอพพลิเคชันแบบ Standard Exe

เมื่อปรากฏฟอร์มขึ้นให้ใส่คอนโทรลลงบนฟอร์มดังรูปที่ 60.6



รูปที่ 11.2.6 แสดงการวางคอนโทรลลงบนฟอร์มเพื่อวัดแรงแม่เหล็ก

Properties Window

VERSION 5.00

Begin VB.Form แรงแม่เหล็กโดยสุจิตรา

Caption = "แรงแม่เหล็กโดยสุจิตรา"

ClientHeight = 4485

ClientLeft = 60

ClientTop = 450

ClientWidth = 6450

LinkTopic = "Form1"

ScaleHeight = 8490

ScaleWidth = 11880

StartUpPosition = 3 'Windows Default

Begin VB. Timer Timer 1

Interval = 1

Left = 480

Top = 480

```
End
Begin VB.Label Label2
    Caption     =   "Label2"
    Height      =   495
    Left        =   1920
    TabIndex    =   1
    Top         =   2640
    Width       =   2415
End
Begin VB. Label Label1
    Caption     =   "Label1"
    Height      =   495
    Left        =   1560
    TabIndex    =   0
    Top         =   960
    Width       =   2895
  End
End
```

-เขียนโค้ดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของการวัดแรงแม่เหล็ก

```
'Magnetic Force
Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As
Integer)
Public pwrite As Integer
Public pread As Integer

Private Sub Form_Load()
  pwrite = &H378
  pread = &H379
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()

  '*************** Channel 0 ***************
  For i = 1 To 250
    Out pwrite, &HB
```

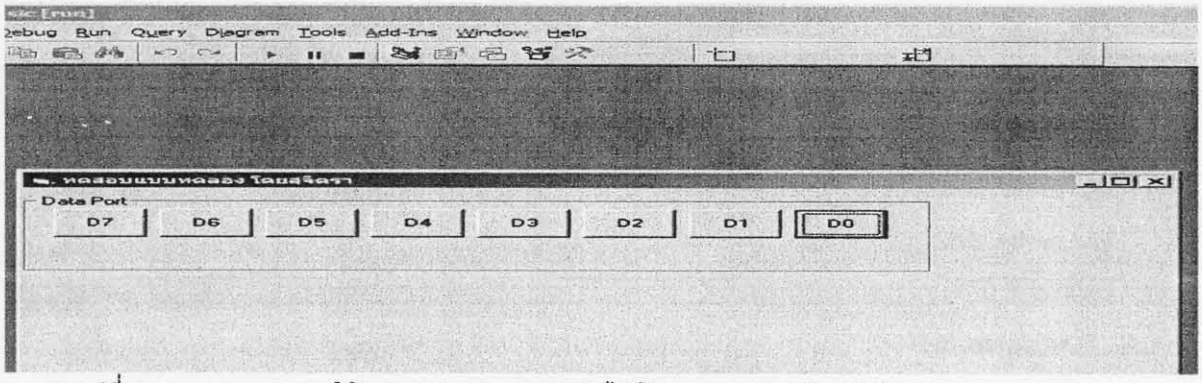
```
    Out pwrite, &H3
    Out pwrite, &H1
    Out pwrite, &H3
    Out pwrite, &H1
    Out pwrite, &H3
    Out pwrite, &H0
    Out pwrite, &H2
    Out pwrite, &H0
    Out pwrite, &H2
    ch0buff = 0
       Out pwrite, &H1
    For readcount = 1 To 12
       Out pwrite, &H3
       Out pwrite, &H1
    Next readcount
      For readcount = 1 To 12
       ad0buff = (Inp(pread) And &H80) / (2 ^ 7)
       ch0buff = ch0buff Or (ad0buff * (2 ^ (readcount - 1)))
       Out pwrite, &H3
       Out pwrite, &H1
    Next readcount
    adc0 = adc0 + ch0buff
  Next i
  adc0 = adc0 / 250
  Out pwrite, &HB
  analog0 = (adc0 - 4096) * -1
  result0 = (analog0 / 4096) * 5
  result1 = (0.633 * result0) - 0.9168
  num1$ = Format (result0, "0.00")
  num2$ = Format (result1, "0.00")
  Label1.Caption = "Analog Input channel 0 = " & num1$ & " Volt"
  Label2.Caption = "Magnetic force = " & num2$ & " N"
End Sub
```

3) สั่ง Run บันทึกผล

ผลการทดลอง

ก. ผลการให้ Visual Basic ส่งแรงดันไฟฟ้าออกนอกคอมพิวเตอร์

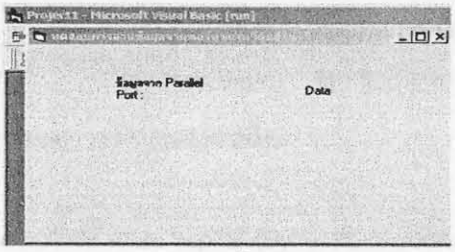
จากการเขียนโปรแกรมสำหรับการให้ Visual Basic ส่งแรงดันไฟฟ้าออกนอกคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Visual Basic ปรากฏว่าค่าที่วัดได้จะแสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ แสดงดังที่ 11.2.7



รูปที่ 11.2.7 แสดงผลการให้ Visual Basic ส่งแรงดันไฟฟ้าออกนอกคอมพิวเตอร์

ข. ผลการให้ Visual Basic ส่งแรงดันไฟฟ้าเข้าคอมพิวเตอร์

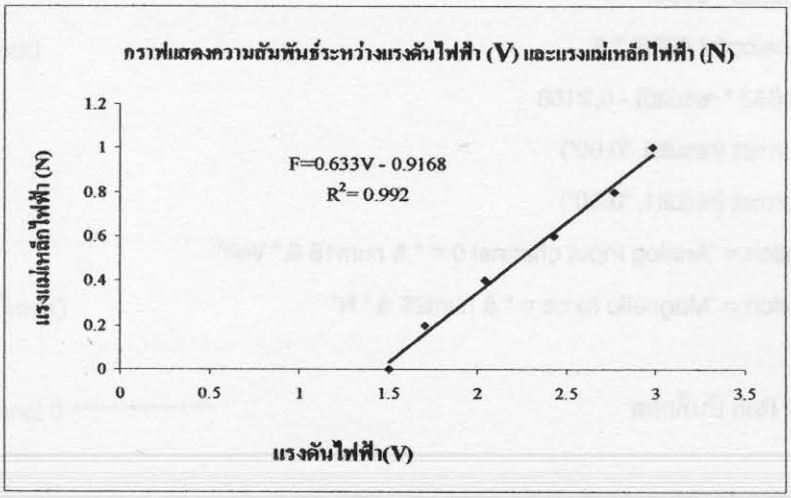
จากการเขียนโปรแกรมสำหรับการให้ Visual Basic ส่งแรงดันไฟฟ้าเข้าคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Visual Basic ปรากฏว่าค่าที่วัดได้จะแสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 11.2.8



รูปที่ 11.2.8 แสดงผลการให้ Visual Basic ส่งแรงดันไฟฟ้าเข้าคอมพิวเตอร์

ค. ผลการวัดแรงแม่เหล็ก

จากการเขียนโปรแกรมสำหรับการวัดแรงแม่เหล็กโดยใช้โปรแกรม Visual Basic จะได้ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า (V) และแรงแม่เหล็กไฟฟ้า (N) ดังรูปที่ 11.2.9 พบว่า เมื่อแรงดันเพิ่มขึ้น แรงแม่เหล็กก็มีค่าเพิ่มขึ้น



รูปที่ 11.2.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า (V) และแรงแม่เหล็กไฟฟ้า (N)

5.2.6 วิเคราะห์ผลการวัดแรงแม่เหล็ก

ปล่อยกระแสไฟฟ้า (I) จากแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Signal Generator) ผ่านขดลวด มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวด (V) ใช้แท่งแม่เหล็กวางใกล้แท่งเหล็ก ดึงจนหลุด สปริงจะยืด แกนเฟอร์ไรต์เลื่อนลง ค่าความเหนี่ยวนำตัวเอง (L) ของขดลวดจะเปลี่ยน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดจะเปลี่ยนแปลง ใช้แรงแม่เหล็กไปดึงออกจากแท่งแม่เหล็กให้ออกจากกัน จะใช้แรงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขณะที่แรงแม่เหล็กออกจากแท่งแม่เหล็กแรงบนจอจะแสดงค่าสูงสุด

สรุปผลการทดลอง

แผงวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมและโปรแกรมที่เขียนขึ้น สามารถวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้หลายอย่าง เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า นอกจากนี้ก็ยังสามารถใช้ในการทดสอบสมบัติเชิงฟิสิกส์ได้อีกด้วย เช่น แรงแม่เหล็ก

แผงวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมและโปรแกรมที่เขียนขึ้นสามารถนำไปใช้ทดลองสำหรับวิชาฟิสิกส์วัสดุได้ นอกจากนี้ก็ยังสามารถนำไปใช้ทดลองปรากฏการณ์ในวิชาอื่นๆ เช่น กลศาสตร์ แม่เหล็กไฟฟ้า ความร้อน แสง เสียง ได้ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรมได้ ข้อดีของงานที่ทำ คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้ใช้ต้นทุนที่ต่ำเพียง 5000-10000 บาท เท่านั้นเป็นการประหยัดงบประมาณของประเทศ

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ ฟิสิกส์วัสดุอิเล็กโตรเซรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

List, F. A., 1996, An automated system for current-voltage characterization of ceramic superconductors, The Review of Scientific Instruments, 67(9) : 3187-3192.

11.3 การทดสอบสวิทช์แม่เหล็ก

บทความ การทดสอบสวิทช์แม่เหล็กด้วยโปรแกรมแลปวิว

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith

บทคัดย่อ

ได้ทดสอบสวิทช์แม่เหล็กด้วยโปรแกรมแลปวิว

Abstract

Magnetic switch was tested with LabVIEW Program

Key word : Magnetic switch test

MSc. (Solid state physics), Assoc. Prof. Department of physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai 90112, Thailand.

คำนำ

ในปี 1948 นีล (Neel) ได้พัฒนาแบบจำลอง (model) ซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็ก (magnetic property) ของเฟอร์ไรต์ (ferrite) อำนาจแม่เหล็กเกิดจากสปินของอิเล็กตรอน (electron spin) การหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอนทำให้เกิดโมเมนต์แม่เหล็ก (magnetic moment, m) มีแมกนีไตเซชัน (magnetization) เกิดขึ้น

สมการสำคัญ คือ

$B = \mu H = \mu_o \mu_r H = \mu_o (H+M)$; $M = \chi_m H$; $H = nI$

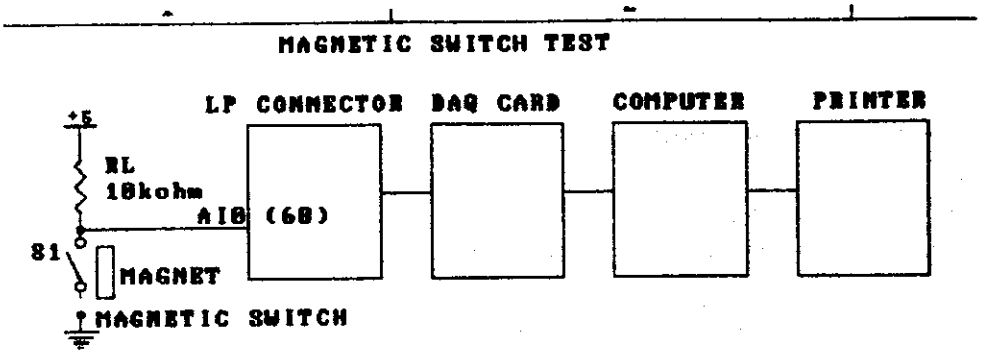
$B = \mu H = \mu_o \mu_r H = \mu_o (H+M)$; $M = \chi_m H$; $H = nI$ (Moulson และ Herbert, 1990)

เมื่อ B เป็นความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก (magnetic flux density) H เป็นความเข้มสนามแม่เหล็ก (magnetic field intensity) μ เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสารแม่เหล็ก (magnetic permeability of the magnetic material) μ_o เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทางแม่เหล็กของสุญญากาศ (magnetic permeability of the vacuum) μ_r เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้สัมพัทธ์ (relative permeability) M เป็นแมกนีไตเซชัน χ_m เป็นสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก (magnetic susceptibility) n เป็นจำนวนรอบของขดลวดต่อหนึ่งหน่วยความยาว และ I เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด อำนาจแม่เหล็กเฟอร์โรในของแข็งเกิดจากการคู่ควบทางแม่เหล็กอย่างแรง (strong magnetic coupling) หรือการดึงดูดร่วมของโมเมนต์แม่เหล็กบนอะตอมในของแข็ง การดึงดูดร่วมของโมเมนต์แม่เหล็กจะทำให้เกิดการเรียงตัวร่วมใหม่ที่ขนานกัน (parallel mutual reorientation) ของโมเมนต์แม่เหล็กไปในทิศทางหนึ่งจนกระทั่งเกิดเป็นแมกนีไตเซชันที่เกิดขึ้นเอง (spontaneous magnetization) บริเวณที่โมเมนต์แม่เหล็กเรียงตัว เรียกว่า โดเมน (domain) บริเวณรอยต่อระหว่างโดเมน เรียกว่า ผนังโดเมน (domain wall)

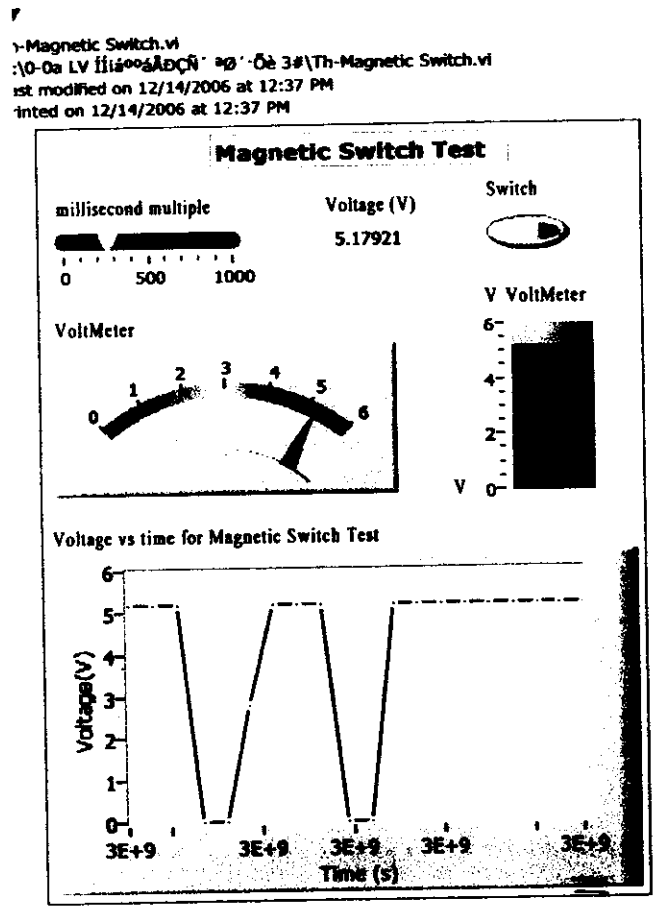
วิธีการทดลอง

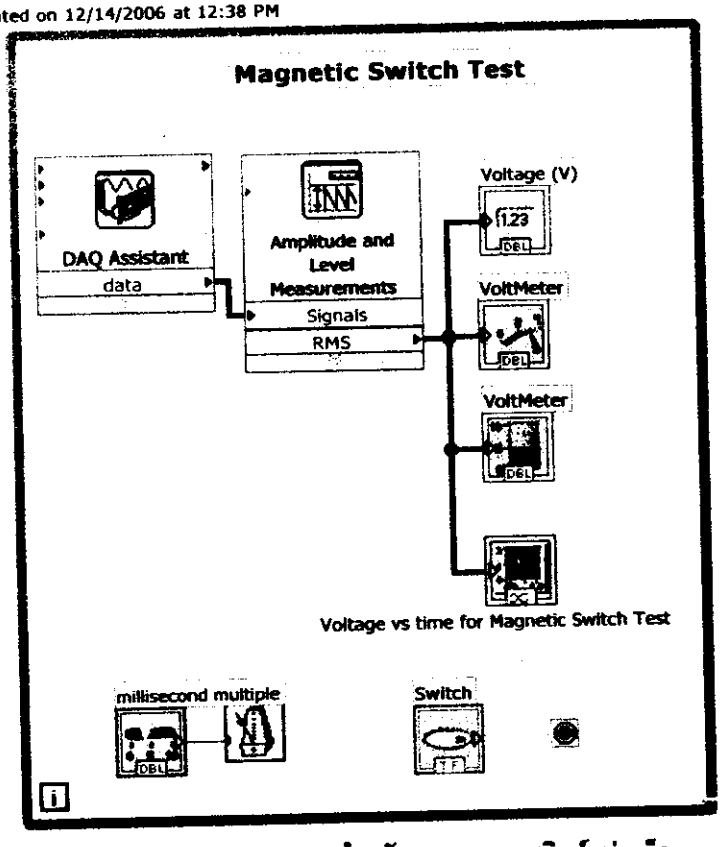
จัดวงจรดังรูปที่ 11.3.1 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 V จ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน 10 kΩ และสวิทช์ ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสวิทช์เท่ากับ V ให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม V เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 11.3.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Rms แสดงแรงดันไฟฟ้าด้วย Numeric Indicator และ Graph Indicator Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



รูปที่ 11.3.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการทดสอบสวิทช์แม่เหล็ก





รูปที่ 11.3.2 Front Panel และ Block diagram สำหรับการทดสอบสวิทช์แม่เหล็ก

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบสวิทช์แม่เหล็กแสดงรูปที่ 11.3.2

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบสวิทช์แม่เหล็กจะนำไปใช้ในการออกแบบ

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงผลการทดสอบสวิทช์แม่เหล็ก

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ ฟิสิกส์วัสดุอิเล็กโตรเซรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

Http:// www.ni.com, LabVIEW ™ Basic I. Introduction Course Manual,

National Instruments Corporation, 1993-2001.