

# การวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยกฎของฟาราเดย์ และแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์

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

Key word : Magnetic field measurement

ธงชัย พันธุ์เมธาสุทธิ\* และ ศิริรัตน์ รักเวช\*\*

Thongchai Panmatarith\* and Sirirat Rugwech\*\*

\* วท.ม. (ฟิสิกส์) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

\*\* นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

\* M.Sc. (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.

### 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.

### บทคัดย่อ

บทความนี้เกี่ยวกับการวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยหลักการของกฎของฟาราเดย์และแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาใช้งานในห้องปฏิบัติการทดสอบแม่เหล็กเซรามิกส์ ระบบที่สร้างขึ้นประกอบด้วยมอเตอร์พัดลมขนาดเล็ก แท่งแม่เหล็กเซรามิกส์ ขดลวดรีเลย์ วงจรขยายแรงดันไฟฟ้า วงจรเรียงกระแส วงจรเชื่อมต่อ และเครื่องคอมพิวเตอร์ วิธีการดังกล่าวสามารถวัดสนามแม่เหล็กได้ค่าโดยประมาณและใช้ได้ในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น

## บทนำ

### 1. ที่มาของโครงการ

สนามแม่เหล็กเป็นปริมาณที่พบในสารแม่เหล็ก สารแม่เหล็กมีประโยชน์มากในวงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม ภาควิชาฟิสิกส์ได้เปิดสอนวิชาฟิสิกส์วัสดุ มานานแล้ว จำเป็นต้องมีการวัดสนามแม่เหล็กสำหรับ ศึกษาวัสดุในแง่ต่างๆ เครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่สั่งซื้อ จากต่างประเทศมีราคาแพงมากตั้งแต่ 8 หมื่นบาท จนถึง 2 แสนกว่าบาท ซึ่งยากที่จะหาซื้อมาใช้ จึงได้คิดหา วิธีการวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยกฎของฟาราเดย์ที่ แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยอนุโลมถึงกรณีที่สนามแม่เหล็กที่วัดได้ไม่มีความ แม่นยำมากนัก

### 2. ความสำคัญของโครงการ

ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์วัสดุ สามารถเตรียมแท่ง แม่เหล็กเซรามิกส์ที่มีสูตรต่างๆ เช่น  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  และ  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  แต่ยังคงขาดเครื่อง วัดสนามแม่เหล็ก วิธีการวัดสนามแม่เหล็กจะพยายามนำ ไปใช้วัดสนามแม่เหล็ก เปรียบเทียบความแรงของสนาม แม่เหล็ก และวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับอุณหภูมิ

### 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1 รายละเอียดของแมกเนติกเซรามิกส์

มีผู้ศึกษาแม่เหล็กเซรามิกส์ (ceramic magnet) มานานแล้ว ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเรื่องเกี่ยวกับสมบัติเชิง แม่เหล็ก (magnetic property) ในเฟอร์ไรต์ (ferrite) อำนาจแม่เหล็กเกิดจากสปินของอิเล็กตรอน การหมุน รอบตัวเองของอิเล็กตรอน (electron spin) ทำให้เกิด โมเมนต์แม่เหล็ก (magnetic moment) มีแมกเนไทเซชัน (magnetization) เกิดขึ้น สมการสำคัญ คือ

$$B = \mu H = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 (H + M) ; M = \chi_m H ; H = nI \text{ (Moulson and Herbert, 1990)}$$

เมื่อ B เป็นความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก H เป็นความ เข้มสนามแม่เหล็ก  $\mu$  เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้ทาง แม่เหล็กของสารแม่เหล็ก  $\mu_0$  เป็นสภาพซาบซึมผ่านได้

ทางแม่เหล็กของสุญญากาศ  $\mu_r$  เป็นสภาพซาบซึมผ่าน ได้สัมพัทธ์ M เป็นแมกเนไทเซชัน  $\chi_m$  เป็นสภาพ อ่อนไหวทางแม่เหล็ก n เป็นจำนวนรอบของขดลวดต่อ หนึ่งหน่วยความยาว และ I เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน ขดลวด สารที่ใช้ทำแท่งแม่เหล็กถาวรของหูฟังและลำโพง ได้แก่  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  และ  $\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  สารทั้งสอง เตรียมขึ้นโดยวิธีเทคนิคปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (Solid-state reaction technique) สารจะต้องผ่านการแมกเน- ไตเซชันจึงจะมีแมกเนไทเซชันคงค้าง (remanent magnetization) แท่งแม่เหล็กถาวรเป็นเฟอร์ไรต์แข็ง (hard ferrite) แสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์โร (ferro-magnetism) (Buchanan, 1991)

#### 3.2 แหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก

การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น เครื่อง กำเนิดสนามแม่เหล็กที่ทำงานโดยอาศัยหลักการของการ ป้อนแรงดันไฟตรงต่ำ (54 V) กระแสไฟฟ้าสูง (4 A) ให้ แก่ขดลวด และ แท่งแม่เหล็กที่ทำมาจากโลหะ หรือ เซรามิกส์ เป็นต้น

#### 3.3 วิธีการวัดสนามแม่เหล็ก

การวัดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น วิธีที่ใช้ หลักการของปรากฏการณ์ฟาราเดย์ (Faraday effect) วิธี ที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall effect) และ วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์แมกเนโตรีซิสแตนซ์ (magnetoresistance effect) เป็นต้น

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's law) ที่เกี่ยวกับ การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า มีความว่า “ถ้ามีขดลวด ตัวนำไฟฟ้ามาวางในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จะพบว่า เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ขึ้นในเส้นลวด” ซึ่งเขียนได้ดังสมการ

$$V_E = - \frac{d\phi_B}{dt} \quad (1)$$

เมื่อ  $V_E$  เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และ  $d\phi_B/dt$  เป็นฟลักซ์แม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาแรงเคลื่อน ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ( $V_E$ ) มีความสัมพันธ์กับสนามไฟฟ้า

เหนี่ยวนำ (E) ดังสมการ

$$V_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{L} = \oint E dL \quad (2)$$

#### 4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ ได้แก่ รศ.ชิน ภูววรรณ (2534) ได้แสดงแนวคิดที่เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิของเตาไฟฟ้า และ จิตติ หนูแก้ว (2534) ได้แนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้คอมพิวเตอร์วัดอุณหภูมิ

นักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องวัดสนามแม่เหล็กในต่างประเทศ ได้แก่ Beckley (2000) ได้ศึกษาการวัดสนามแม่เหล็กสำหรับงานอุตสาหกรรมที่มีความแม่นยำและราคาปานกลาง Popovic (2001) ได้ศึกษาหัววัดสนามแม่เหล็ก (magnetic field sensor) ที่ทำงานโดยอาศัย

หลักการของปรากฏการณ์ฮอลล์ และ Nossov (2001) ได้ศึกษาหัววัดสนามแม่เหล็ก โดยอาศัยหลักการของปรากฏการณ์แมกนีโตรีซิสแตนซ์ และใช้แลนทานัมแมงกาไนต์ (lanthanum manganite) เป็นหัววัด

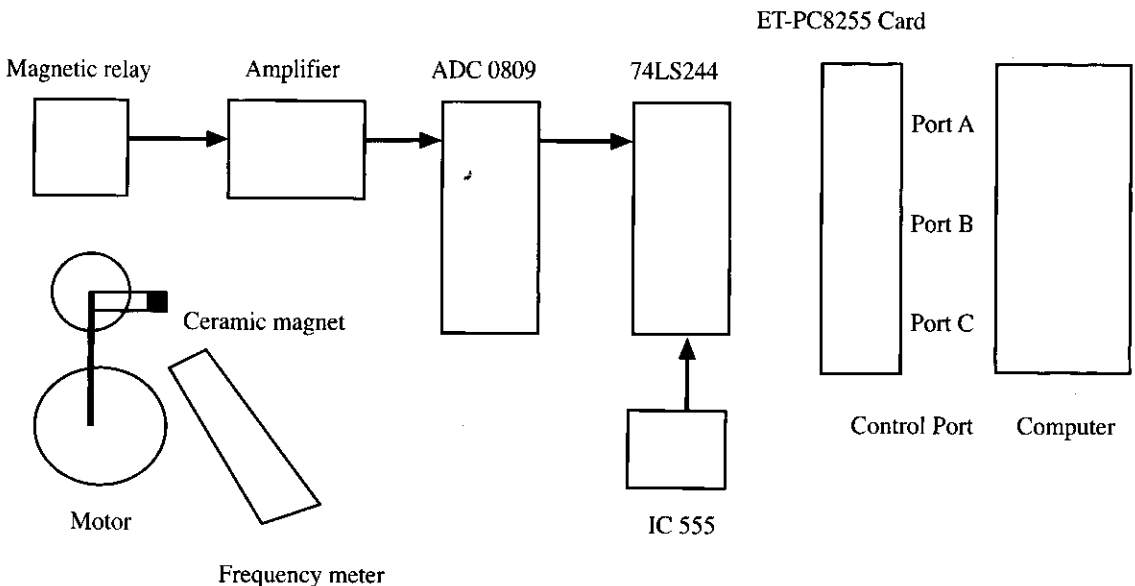
#### 5. วัตถุประสงค์

ต้องการศึกษาวิธีการวัดสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กเซรามิกส์โดยอาศัยหลักการของกฎของฟาราเดย์ที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์

#### วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการสร้าง

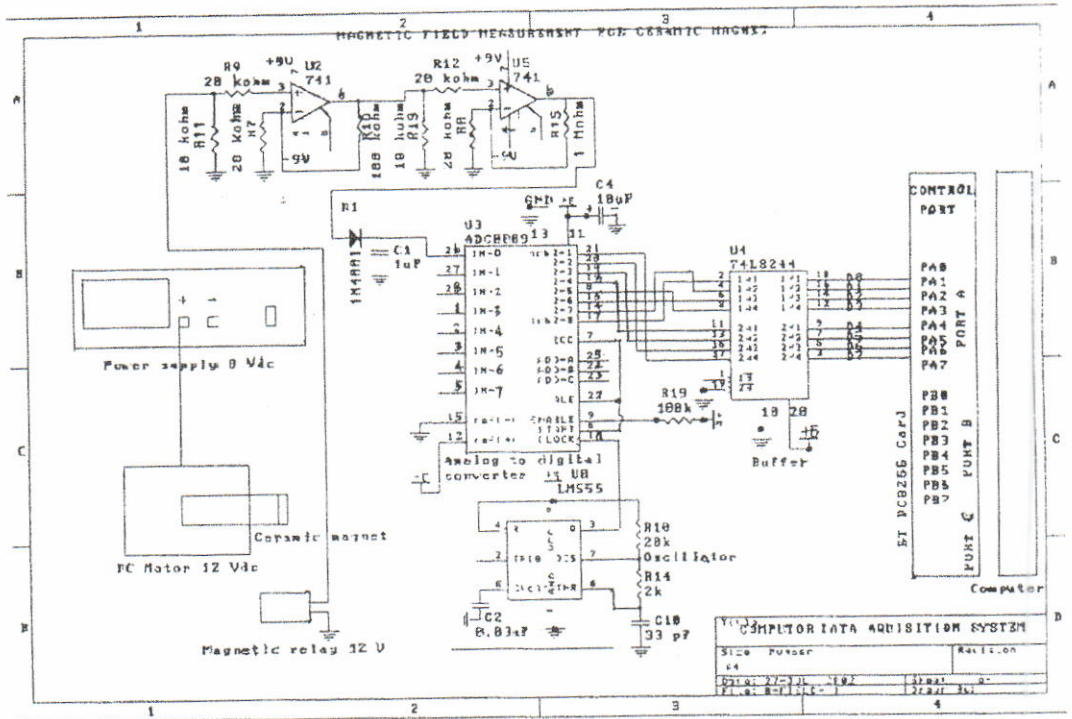
##### 1. การประกอบวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับวัดสนามแม่เหล็ก

ทำการออกแบบระบบดังแสดงในรูปที่ 1 แล้วประกอบวงจรนี้ตามรูปที่ 2 ลงบนโปรโตบอร์ด แล้วทดสอบจนใช้งานได้



รูปที่ 1 โครงสร้างของเครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่ได้ออกแบบขึ้น





รูปที่ 2 วงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอรืสำหรับวัดสนามแม่เหล็ก

2. การเขียนโปรแกรม การเขียนโปรแกรม การปรับเทียบค่าและใส่สูตรต่าง ๆ ลงในโปรแกรมเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่วัดสนามแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็ก

1) เขียนโปรแกรม (flow chart) ที่แสดงหลักการทำงานของเครื่องวัดสนามแม่เหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 3

2) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้าโปรแกรมเทอร์โมปาสคาล นำแท่งแม่เหล็ก ( $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ติดตั้งที่ใบพัดของมอเตอร์พัดลมที่ใช้ระบายความร้อนในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป นำขดลวดรีเลย์วางใกล้มอเตอร์พัดลมที่มีแท่งแม่เหล็กติดอยู่ จ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้ามอเตอร์พัดลมนี้เพื่อให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวดรีเลย์ ขดลวดรีเลย์ได้รับสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า ( $V_E$ ) เกิดขึ้น

3) เขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเทอร์โมปาสคาลให้ทำงานในรูปแบบต่าง ๆ ดังแสดงในโปรแกรมที่ 1

4) จัดเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด (d) แล้วคำนวณพื้นที่หน้าตัด (A) คำนวณหาความยาวของขดลวด (L) โดยอาศัยสูตรดังสมการ (3) แล้วใส่ในโปรแกรมที่ 1 โดยอาศัยค่า  $L := \sigma A / L := 370$  (ความยาวของขดลวดคำนวณได้ 370 เมตร) ส่วนค่าสภาพนำไฟฟ้าได้มาจากตารางในหนังสือฟิสิกส์ทั่วไป

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

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

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

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

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

(3)



5) วัดรัศมีของขดลวดรีเลย์ ( $r$ ) แล้วใส่ลงในโปรแกรมที่ 1 โดยอาศัยคำสั่ง  $r := 0.01$  (รัศมีของขดลวดที่วัดได้ 0.01 เมตร)

6) หาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การหมุนของขดลวดที่ตัดสนามแม่เหล็ก ( $f$ ) กับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กตัดขดลวด ( $V_E$ ) การวัดความถี่การหมุนจะใช้มิเตอร์วัดความถี่เชิงพาณิชย์ (DIGICON DIGITAL TACHO รุ่น DT-240P) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กตัดขดลวดถูกขยายด้วย Op amp 741 แรงดันที่ผ่านการขยาย เรียกว่า แรงดันอนาล็อก (AV) ใช้ไดโอด 1N 4001 แปลงแรงดันอนาล็อกนี้เป็นแรงดันไฟตรง (AV) แล้วใช้ ADC 0809 แปลงแรงดันอนาล็อก (AV) ให้เป็นแรงดันดิจิทัล (DV) แรงดันดิจิทัลจะถูกส่งผ่านบัฟเฟอร์ 74LS244 และ ET-PC8255 Card คอมพิวเตอร์จะรับแรงดันดิจิทัลจากคาร์ดินัลโดยอาศัยคำสั่ง  $DV := \text{port}[PA]$  คำสั่งในโปรแกรมจะแปลงแรงดันดิจิทัลกลับไปเป็นแรงดันอนาล็อก แรงดันอนาล็อก (AV) นี้คือแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ  $V_E$  เปิดมอเตอร์ให้แท่งแม่เหล็กหมุนตัดขดลวดรีเลย์ รับความถี่การหมุนโดยการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามอเตอร์แล้วอ่านแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ การเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะใช้เครื่องมือวัด (Fluke 87 True RMS Multimeter) บันทึกค่า  $f$  กับ  $V_E$  นี้ นำไปพลอตกราฟและแสดงสมการด้วย

โปรแกรม EXCEL ความสัมพันธ์นี้ คือ  $f = \text{fn}(V_E)$  ใส่ความสัมพันธ์นี้ลงในโปรแกรมที่ 1 หัวข้อนี้ได้ค่าความถี่ ( $f$ )

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

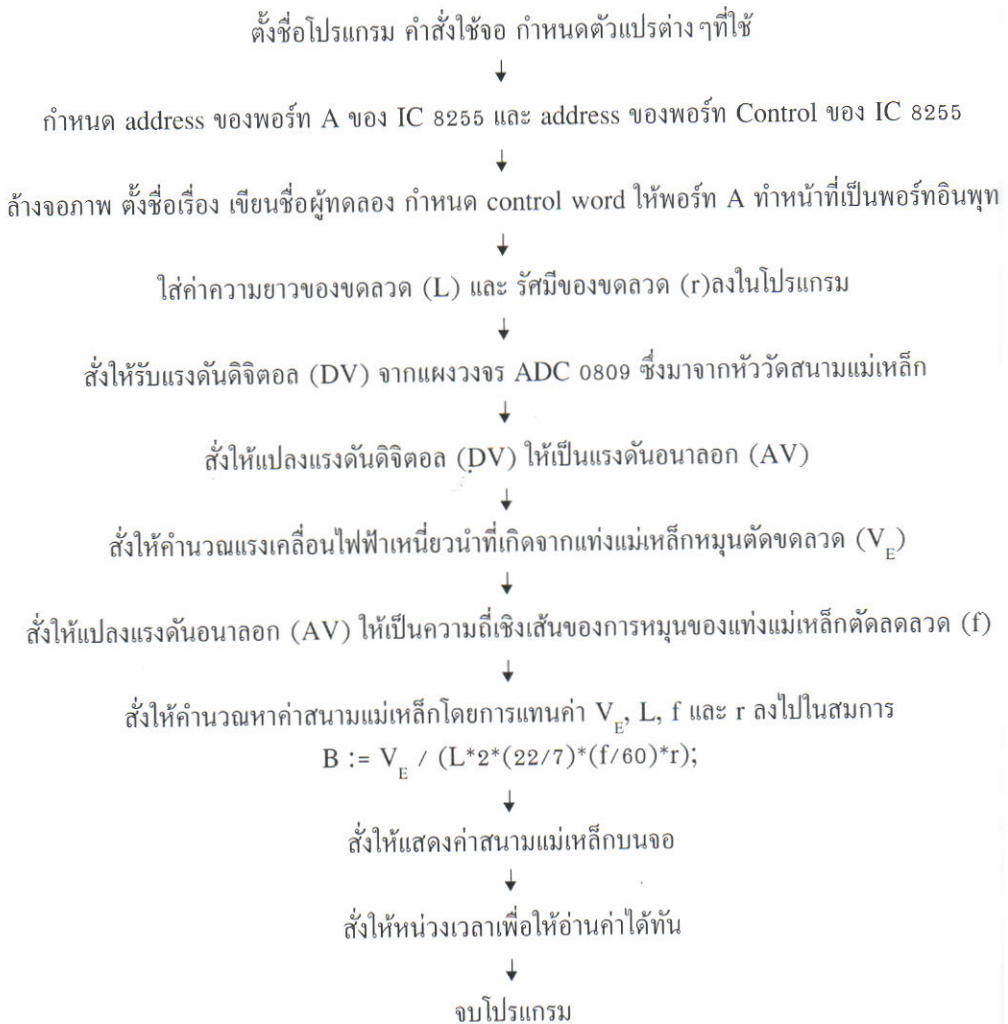
8) หาสูตรที่ใช้คำนวณค่าสนามแม่เหล็กที่ต้องการวัด (B) ดังแสดงในสมการที่ (4) ข้างล่าง ที่มาของสมการสำหรับใช้หาสนามแม่เหล็ก มีดังนี้

$$\begin{aligned} V_E &= \oint E \cdot dL = \oint (v \times B) \cdot dL = vBL \\ B &= \frac{V_E}{Lv} \\ B &= \frac{V_E}{L(2\pi fr)} \end{aligned} \quad (4)$$

แทนค่า  $V_E$ ,  $L$ ,  $f$  และ  $r$  ลงในสมการ (4) จะได้สมการ (5) ใส่สมการนี้ลงในโปรแกรมที่ 1

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

สมการ (5) นี้ก็คือ คำสั่งที่ให้คอมพิวเตอร์คำนวณค่าสนามแม่เหล็ก (B) ได้ตามต้องการ



รูปที่ 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 ซึ่งมาจากหัววัดสนามแม่เหล็ก

AV := (5/255)\*DV; สั่งให้แปลงแรงดันดิจิตอลให้เป็นแรงดันอนาล็อก

$V_E := (0.000972)*AV$ ; สั่งให้คำนวณแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากแท่งแม่เหล็กหมุนตัดขดลวด  
 $V_E$  มีหน่วยเป็น V

f := 291.43\*AV+136.21; สั่งให้แปลงแรงดันอนาล็อกให้เป็นความถี่เชิงเส้นของการหมุนของแท่งแม่เหล็ก  
ตัดลวด เมื่อ f มีหน่วยเป็นนาฬิกา

$B := V_E / (L*2*(22/7)*(f/60)*r)$ ; สั่งให้คำนวณหาค่าสนามแม่เหล็กโดยการแทนค่า  $V_E$ , L, f และ  
r ลงไป เมื่อ f/60 มีหน่วยเป็นวินาที

gotoxy(24,22); writeln('Magnetic Field = ',B:3:9, ' Wb/m<sup>2</sup>'); สั่งให้แสดงค่าสนามแม่เหล็กบนจอ

delay(100); สั่งให้หน่วงเวลาเพื่อให้อ่านค่าได้ทัน

end;

end.

โปรแกรมที่ 1 โปรแกรมให้คอมพิวเตอร์วัดสนามแม่เหล็ก



### 3. การทำงานของคอมพิวเตอร์หลังจากสั่งรัน (RUN) ในขณะวัดสนามแม่เหล็ก

เมื่อสั่งรัน (RUN) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวดรีเลย์จะเข้ามา Op amp 741 ออปแอมป์จะขยายแรงดันไฟฟ้า ส่งผ่านไดโอดเพื่อแปลงเป็นไฟตรง ใช้ ADC 0809 แปลงเป็นแรงดันดิจิทัล โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะทำงานตามคำสั่ง  $DV := \text{port}[PA]$  โดยการไปรับแรงดันดิจิทัลไฟฟ้าจากแผงวงจร ADC 0809 แรงดันดิจิทัลถูกส่งต่อผ่านพอร์ต A ของ ET-PC8255 Card แล้วเข้าไปใน RAM ของคอมพิวเตอร์ เก็บแรงดันดิจิทัลนี้ในตัวแปร DV แปลงแรงดันดิจิทัลกลับไปเป็นแรงดันอนาล็อก (AV หรือ  $V_E$ ) คอมพิวเตอร์จะอ่านค่าการหมุน (f) คอมพิวเตอร์จะคำนวณค่าสนามแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กที่ต้องการวัดโดยการแทนค่า  $V_E$ , L, f และ r ลงไปในสมการ  $B := V_E / (L * 2 * (22/7) * (f/60) * r)$  แล้วใช้คำสั่ง writeln แสดงค่าสนามแม่เหล็กที่คำนวณได้บนจอ

### 4. การนำวิธีการวัดสนามแม่เหล็กไปใช้งาน

เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้าโปรแกรม เปิดสวิตช์ไฟเลี้ยงที่เข้ามอเตอร์เพื่อให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัด

ขดลวดรีเลย์ สั่ง RUN อ่านสนามแม่เหล็ก (B) บนจอคอมพิวเตอร์

### ผลการสร้างและวิจารณ์

ความยาวของขดลวดรีเลย์ (L) ที่วัดได้มีค่า 370 เมตรรัศมีของขดลวดรีเลย์ (r) มีค่า 0.01 เมตร คำสั่งที่ใช้รับแรงดันดิจิทัล (DV) ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านแผงวงจรเชื่อมต่อ ADC 0809 ที่มาจากหัววัดสนามแม่เหล็กคือ  $DV := \text{port}[PA]$  คำสั่งที่ใช้แปลงแรงดันดิจิทัล (DV) เป็นแรงดันอนาล็อก (AV) คือ  $AV := (5/255) * DV$  คำสั่งที่ใช้แปลงแรงดันอนาล็อก (AV) ให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ( $V_E$ ) คือ  $V_E := (0.000972) * AV$  คำสั่งที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอนาล็อกกับความถี่เชิงเส้นของการหมุน คือ  $f := 291.43 * AV + 136.21$  คำสั่งที่ใช้คำนวณค่าสนามแม่เหล็ก (B) ของแท่งแม่เหล็กซึ่งเป็นค่าที่ต้องการวัดคือ  $B := V_E / (L * 2 * (22/7) * (f/60) * r)$

ภาพบนจอคอมพิวเตอร์ที่แสดงรายละเอียดต่างๆ ในขณะทำงาน เช่น ชื่อโปรแกรม ชื่อผู้ทดลอง และค่าสนามแม่เหล็กที่วัดได้ แสดงดังรูปที่ 4

## MAGNETIC FIELD MEASUREMENT

Asso. Prof. Thongchai Panmatarith

$$B = 0.00000142 \text{ Wb/m}^2$$

รูปที่ 4 ภาพบนจอคอมพิวเตอร์ในขณะใช้งาน

## สรุป

ได้เครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่มีลักษณะ (specification) 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 ดังนั้นเครื่องนี้สามารถนำไปใช้ศึกษาสมบัติเชิงแม่เหล็กของวัสดุได้ในกรณีที่ไม่มีเครื่องวัดสนามแม่เหล็กเชิงพาณิชย์และใช้ได้ในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนจากทุนทำงานแลกเปลี่ยนของ คณะวิทยาศาสตร์ และทุนวิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ประจำปี 2545 ได้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์วัสดุ ภาควิชาฟิสิกส์

## เอกสารอ้างอิง

- จิตติ หนูแก้ว. 2534. เทคนิคการเชื่อมต่อ IBM PC กับ อุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพฯ.
- ยืน ภู่วรรณ. 2534. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพฯ.
- Moulson, A.J. and Herbert, J.M., 1990. **Electroceraamics**. Chapman & Hall, London.
- Buchanan Relva, C. 1991. **Ceramic materials for electronics**, second edition, Mercel Dekker Inc., New York.
- 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.