

## 12. วัสดุเพอร์เมกานติก (ferrimagnetic material)

12.1 การวัดอิมพีเดนซ์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของตัวเหนี่ยวนำในขณะเปลี่ยนความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ  
บทความ 'การวัดอิมพีเดนซ์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาในขณะเปลี่ยนความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ  
ตัวอย่างคอมพิวเตอร์'

ธงชัย พันธ์เมธาธิรัช

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., 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

ได้วัดการวัดอิมพีเดนซ์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาในขณะเปลี่ยนความถี่ของตัวเหนี่ยวน้ำด้วยคอมพิวเตอร์

### Abstract

Impedance versus time as frequency changing of inductor was measured with computer

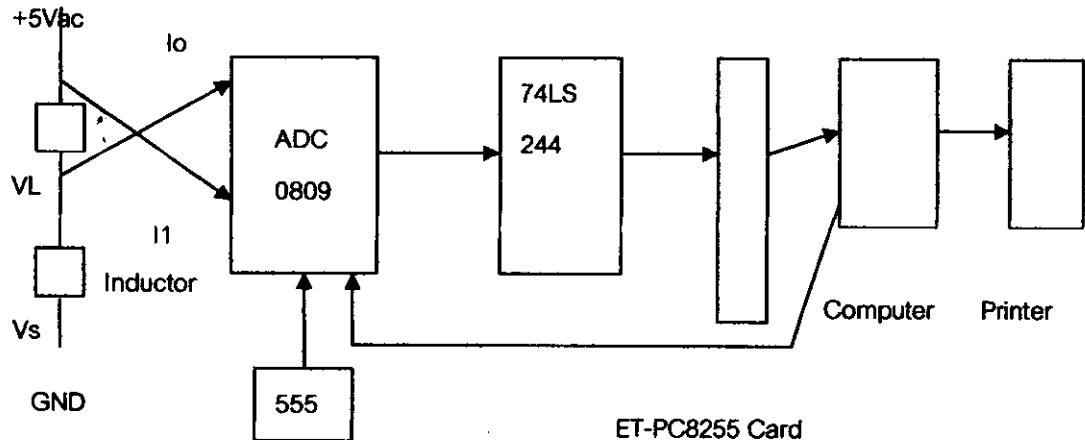
Key words : ferrimagnetic material

### คำนำ

แม่เหล็กเซรามิกส์ใช้ทำเป็นวัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แม่เหล็กเซรามิกsm 2 ประบาท คือ เพอร์ไเรต์แข็ง กับเพอร์ไเรต์อ่อน  $MgFe_2O_4$  จัดอยู่ในกลุ่มเพอร์ไเรต์อ่อน เพอร์ไเรต์อ่อนแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของ สนามแม่เหล็ก จึงนำไปประยุกต์เป็นแกนของหัวคลื่น แกนของหม้อแปลงไฟฟ้า สนามวิ่งโยก(scanning yokes) สายอากาศ (antenna) ถูกปรับเปลี่ยนไฟฟ้า (phase shifter) และอุปกรณ์ไมโครเวฟ (microwave device) ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของแม่เหล็กในเพอร์ไเรต์ ข้ามๆ แม่เหล็กใน สารเดียวกันกับอิเล็กตรอนที่โครงรูปนิวเคลียสและอิเล็กตรอนที่หมุนรอบตัวเอง ข้ามๆ แม่เหล็กเดียวกันกับอิเล็กตรอน ในขั้นรากฐานเดิม ตัวอย่างสารเพอร์ไเรต์อ่อน ได้แก่  $NiFe_2O_4$ ,  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MnFe_2O_4$ ,  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MgFe_2O_4$ ,  $Y_3Fe_5O_{12}$  และ  $CuFe_2O_4$  สารเหล่านี้เตรียมได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกริยาสถานะของแข็ง (solid-state reaction technique) และวิธีอื่นๆ สารเพอร์ไเรต์อ่อนแสดงชั้นๆ แม่เหล็กเพอร์เมติก (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การหล้า (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยนำสารเพอร์ไเรต์อ่อนทำเป็นตัวตรวจสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) ตัวเหนี่ยวน้ำ (inductor) ที่ประกอบด้วยขดลวดเหนี่ยวน้ำ (induction coil) กับแกนเพอร์ไเรต์ (ferrite core) แสดงความเหนี่ยวน้ำตัวเอง (self induction) ตัวอย่างสารเพอร์ไเรต์อ่อนที่เป็นโลหะจะเป็นโลหะหรือโลหะผสม

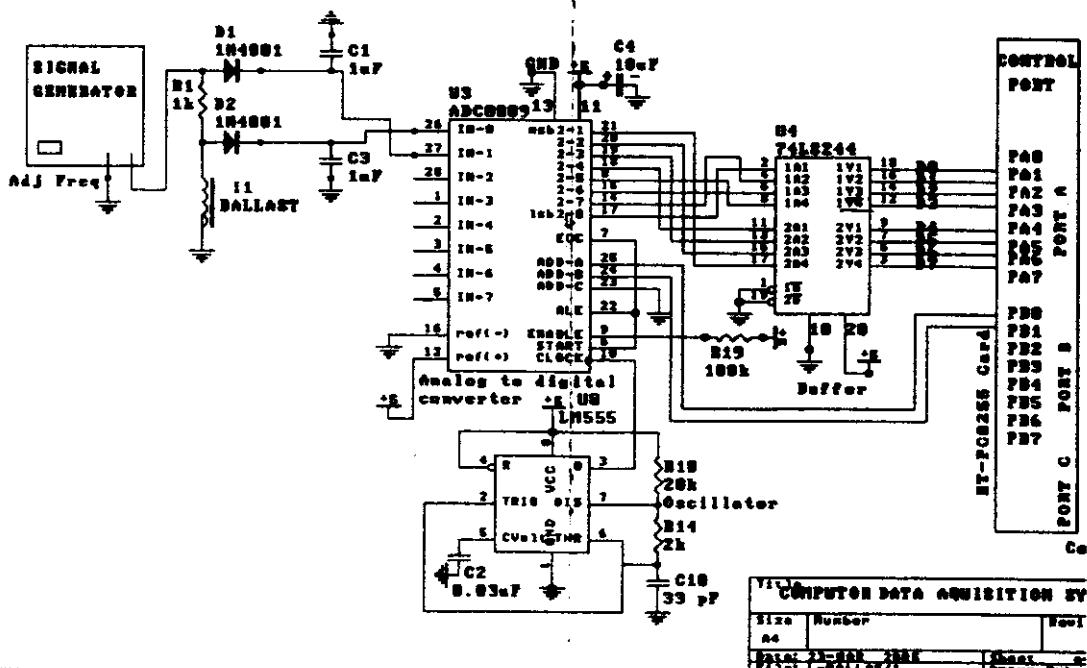
### วิธีการทดลอง

จุดที่ทดลอง (ญี่ปุ่น 12.1.1ก และ ข) ใช้คอมพิวเตอร์วัดอิมพีเดนซ์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาในขณะเปลี่ยนความถี่ ของตัวเหนี่ยวน้ำ บันทึกผลโดยใช้คอมพิวเตอร์กิมพ์กราฟฟ์อกมา



รูปที่ 12.1.1(ก) บล็อกไดอะแกรมสำหรับให้คอมพิวเตอร์แสดงเส้นโค้งอิมพีเดนซ์随著เวลา  
ของตัวเหนี่ยวนำเมื่อการตัวถ่วงค่าโดยคอมพิวเตอร์

IMPEDANCE VS TIME AS FREQUENCY CHANGE OF INDUCTOR



รูปที่ 12.1.1(ข) วงจรสำหรับให้คอมพิวเตอร์แสดงเส้นโค้งอิมพีเดนซ์随著เวลา  
ของตัวเหนี่ยวนำเมื่อการตัวถ่วงค่าโดยคอมพิวเตอร์

Program Impedance\_Time\_Graph\_for\_Inductor;

uses crt, graph;

var

grdrv, gemode, gerror : integer;

ch : char;

const

PA = \$0304;

```

PB      = $0305;
Pcontrol = $0307;

procedure axis;
var p,q      : integer;
    tex     : string;
begin
  grdrv := detect; initgraph(grdrv, grmode, 'C:\tp\bg1');
  setgraphmode(grmode);
  setcolor(15); line(50,50,50,305); line(50,305,575,305);
  line(50,50,575,50); line(575,50,575,305);
  settextstyle(defaultfont, vardir,0);
  for p := 50 to 600 do
  begin
    line(p+18,295,p+18,305); str(round(p/32-1), tex);
    outtextxy(p+18,320,tex);
  end;
  setcolor(15); settextstyle(defaultfont, horizdir,0);
  for q = 50 to 305 do
  begin
    if q mod 51 = 0 then
    begin
      line(45, q, 55, q); str(((305-q) mod 5)+1)*400, tex);
      outtextxy(20, q, tex);
    end;
  end;
end;
procedure plot;
var i, x, y, DV0, DV1           : integer;
    AV0, AV1, R, RL, Vs, VLs, VL, IL, Is : real;
begin
  setcolor(3); outtextxy(205,11, 'Impedance vs Time Curve');
  setcolor(3); outtextxy(205,18, '-----');
  setcolor(5); outtextxy(50,30, 'Impedance (kohm)');
  setcolor(5); outtextxy(435,335, 'Time (s)');
  setcolor(5); outtextxy(48,303, '**');

```

```

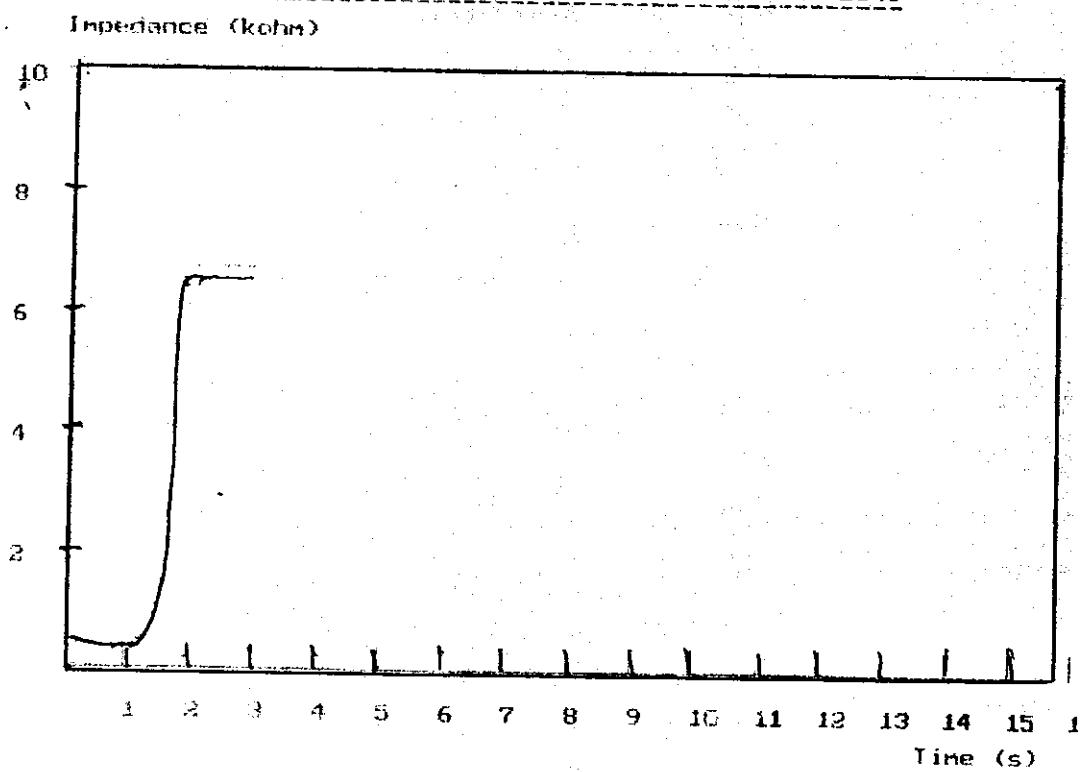
port[Pcontrol] := $90;
RL := 220;      {ohm}
for i := 1 to 100 do
begin
  for j := 1 to 550 do
  begin
    port[PB] := 0;          {I0}
    delay(30);
    DV0 := port[PA];
    AV0 := (5/255)*DV0;
    Vs := AV0;            {V}
    port[PB] := 1;          {I1}
    delay(30);
    DV1 := port[PA];
    AV1 := (5/255)*DV1;
    VLs := AV1;
    VL := (VLs-Vs);
    IL := VL/RL;
    Is := IL;              {A}
    R := (Vs/Is);          {ohm}
    x := j+50; y := round(305-(R/1000)*(255/2000));
    setcolor(15); line(x, y, x, y);
    delay(30);
  end;
end;
repeat
  axis;
  plot;
  ch := readkey;
until ord(ch) = 27;
end.

```

#### ผลการทดลอง

อิมพีเดนซ์ที่ขึ้นกับเวลาของตัวเหนี่ยวนำถึงการห้าที่ระบบเรื่อมต่อคอมพิวเตอร์แล้วดังรูปที่ 12.1.2 จากรูปนี้ว่าเมื่อเพิ่มความถี่ อิมพีเดนซ์ของตัวเหนี่ยวนำมีค่าเพิ่มขึ้น

Impedance vs Time Curve for Inductor 2549



รูปที่ 12.1.2 อิมพีเดนซ์ที่ซึ้งกับเวลาของตัวเหนี่ยวนำที่วัดได้บนต่อคอมพิวเตอร์

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

อิมพีเดนซ์ของตัวเหนี่ยวนำเริ่งการคำนวณค่าเพิ่มขึ้นตามเวลาในขณะที่ความถี่เพิ่มขึ้น สาเหตุที่อิมพีเดนซ์เพิ่มขึ้น เพราะค่าความต้านทานเนี่ยวนำ  $X_L = \omega L = 2\pi fL$  มีค่าเพิ่มขึ้นตามความถี่ ระบบเรื่องต่อคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นและโปรแกรมที่เขียนสามารถแสดงเส้นกราฟอิมพีเดนซ์ที่ซึ้งกับเวลาของตัวเก็บประจุไฟฟ้าเริ่งการคำนวณเพื่อทดสอบ

ระบบเรื่องต่อคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นและโปรแกรมที่เขียนสามารถแสดงเส้นกราฟอิมพีเดนซ์ที่ซึ้งกับเวลาของตัวเก็บประจุไฟฟ้าเริ่งการคำนวณ

#### เอกสารอ้างอิง

[Http://www.Ett.co.th](http://www.Ett.co.th), Manual of ET-PC8255 card, 2005-2007.

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

#### 12.2 การวัดอิมพีเดนซ์ที่ซึ้งกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ

บทความ การวัดอิมพีเดนซ์ที่ซึ้งกับความถี่ของตัวเหนี่ยวน้ำด้วยโปรแกรมแลปวิว

#### ลงชื่อ พันธ์เมษาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., Materials Physics Laboratory,

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

## บทคัดย่อ

ได้วัดอิมพีเดนซ์ที่รีบันกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำด้วยโปรแกรมแลบวิว

### Abstract

Impedance and frequency relationship of inductor was measured with LabVIEW Program

**Key words :** ferrimagnetic material

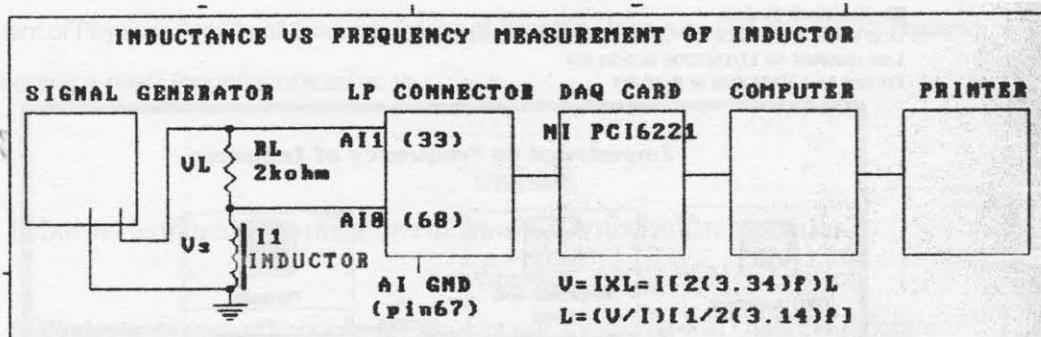
### คำนำ

แม่เหล็กเชรามิกส์ใช้ทำเป็นวัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แม่เหล็กเชรามิกส์มี 2 ประเภท คือ เพื่อเร็วเต็ม กับเพื่อเร็วต่ำ  $MgFe_2O_4$  จัดอยู่ในกลุ่มเพื่อเร็วต่ำ ไฟฟ้าและแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของ สนามแม่เหล็ก จึงนำไปประยุกต์เป็นแกนของตัวลด แกนของหม้อแปลงไฟฟ้า магนนิ่งโยก (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เลื่อนเฟส (phase shifter) และอุปกรณ์ในโทรเวฟ (microwave device) ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็กในไฟฟ้า สำหรับแม่เหล็กใน สารเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนที่ให้รายบุนเดสเคลียสและอิเล็กตรอนที่มุนรอบตัวเอง สำหรับแม่เหล็กเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอน ในร้านที่ไม่เต็ม ตัวอย่างสารไฟฟ้าและตัวอย่างสารไฟฟ้าที่ได้แก่  $NiFe_2O_4$ ,  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MnFe_2O_4$ ,  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MgFe_2O_4$ ,  $Y_3Fe_5O_12$  และ  $CuFe_2O_4$  สารเหล่านี้เตรียมได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกริยาสถานะของเม็ด (solid-state reaction technique) และวิธีอื่นๆ สารไฟฟ้าและตัวอย่างสำหรับแม่เหล็กไฟฟ้า (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การหล้า (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยนำสารไฟฟ้าและตัวอย่างทำเป็นตัวตรวจสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) ตัวเหนี่ยวนำ (inductor) ที่ประกอบด้วยชุดคลาดหนี่ยวนำ (induction coil) กับแกนไฟฟ้า (ferrite core) และแสดงความเหนี่ยวนำด้วยตนเอง (self induction) ตัวอย่างสารไฟฟ้าที่เป็นโลหะจะเป็นโลหะหรือโลหะผสม

### วิธีการทดลอง

จุดทดลองดังนี้ที่ 12.2.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้า ไฟล์ใน RL=2 k $\Omega$  และชุดคลาด ของบล็อกส์ต์ มีแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 0.5V และ Vs ตามลำดับ เมื่อ  $V_{Ls}=VL+Vs$  ส่งแรงดัน Vs และ  $V_{Ls}$  เข้า AI0 และ AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ คำนวณ  $VL=V_{Ls}-Vs$ ;  $IL=VL/RL$ ;  $I_s=IL$ ;  $V=Vs$ ;  $I=I_s$  และ  $Z=V/I$  และแสดงกราฟ Z vs f

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังนี้ที่ 12.2.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่ค่าคงที่ Vs และ  $V_{Ls}$  มาที่ Amplitude and Level Measurements เพื่อให้ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Rms Split Signal ทำหน้าที่แยก Vs และ  $V_{Ls}$  ออกจากกัน ส่งเข้า Formula เพื่อคำนวณค่าอิมพีเดนซ์ ( $VL=V_{Ls}-Vs$   $I=IL=I_s=VL/RL$ ;  $Z=Vs/I_s=V/I$ ) และแสดงค่าอิมพีเดนซ์เป็นตัวเลขด้วย Numeric Indicator ส่งแรงดันที่มากจาก DAQ Assistant มาเข้าที่ Tone Measurements เพื่อวัดความถี่ f และแสดงความถี่ f ด้วย Numeric Indicator ส่งแรงดันไฟฟ้า V และความถี่ f มาเข้าที่ Build XY Graph เพื่อแสดงกราฟ Z vs f Millisecond Multiple เป็นเวลาหนึ่ง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดคอมพิวเตอร์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่รีบัน กดสั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



รูปที่ 12.2.1 การจัดตั้งการทดลองสำหรับการวัดอิมพีเดนซ์ที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ

**Th-Inductor2-Zvsf.vi**

D:\0-0a LV IIiaooáÅDCÑ ' aØ ' Öè 3#\Th-Inductor2-Zvsf.vi

Last modified on 12/15/2006 at 8:24 AM

Printed on 12/15/2006 at 8:24 AM

### Impedance vs Frequency of Inductor

Switch



millisecond multiple



Impedance (Z)

1254.34

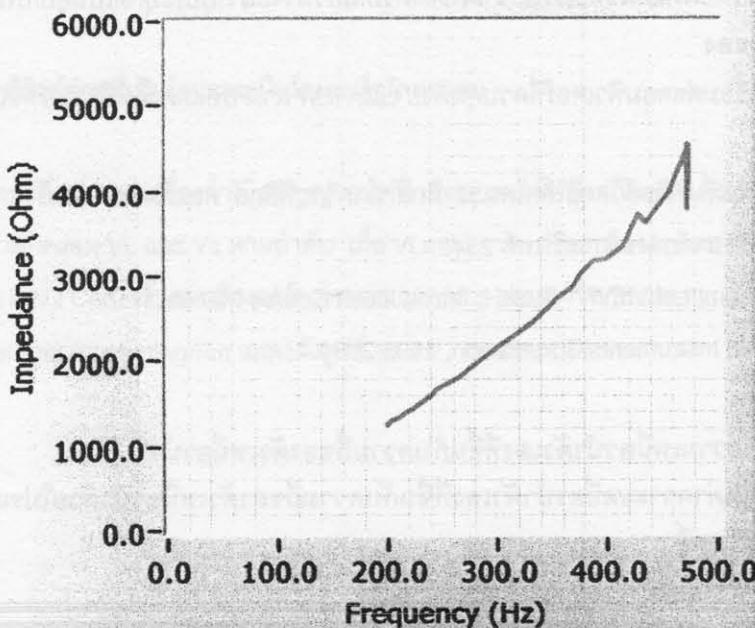
Frequency (Hz)

199.797

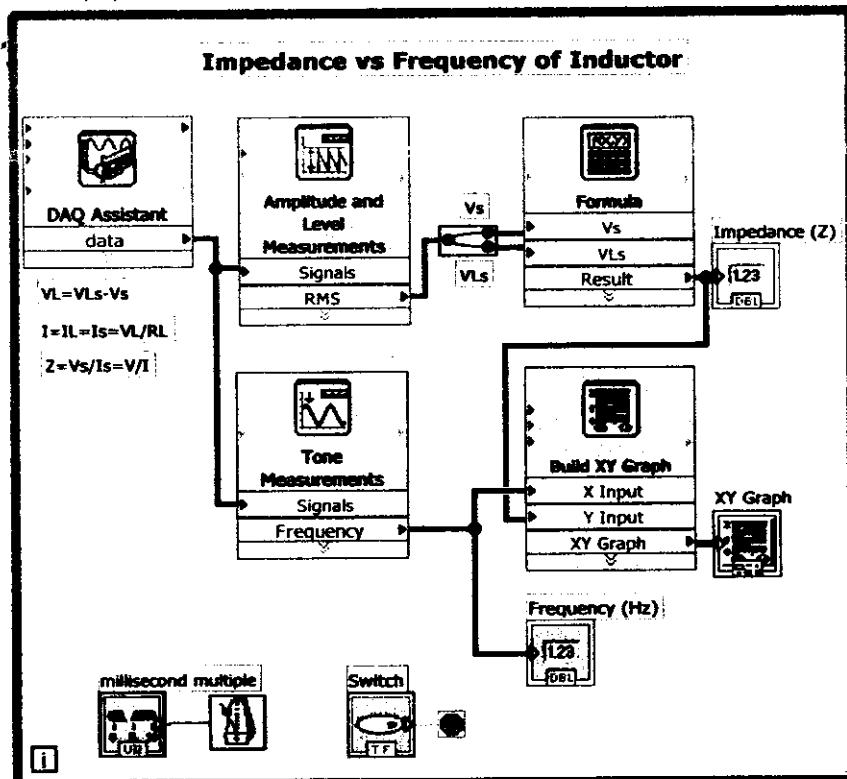
XY Graph

Ballast

Plot 0



Th-Inductor2-Zvsf.vi  
 D:\0-DaQ\Th-Inductor2-Zvsf.vi  
 Last modified on 12/15/2006 at 8:24 AM  
 Printed on 12/15/2006 at 8:25 AM



รูปที่ 12.2.2 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการวัดอิมพีเดนซ์ที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ

#### ผลการทดสอบ

ผลการวัดอิมพีเดนซ์ที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำแสดงดังรูปที่ 12.2.2

#### วิเคราะห์ผลการทดสอบ

ผลการวัดอิมพีเดนซ์ที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำจะนำไปประยุกต์เป็นอุปกรณ์การกรองแรงดันไฟฟ้า สรุปผลการทดสอบ

ระบบเรื่องต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงอิมพีเดนซ์ที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมฆาฤทธิ์ พลสิกส์วัสดุอิเล็กโทรเชรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

[Http:// www.ni.com](http://www.ni.com), LabVIEW™ Basic I. Introduction Course Manual,

National Instruments Corporation, 1993-2001.

#### 12.3 การวัดค่าความหนืดว่าด้วยของที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ

บทความ การวัดค่าความหนืดว่าด้วยของที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวด้วยโปรแกรมแลบวิว  
ธงชัย พันธ์เมฆาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith

Department of Physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, 90112 Thailand.  
Corresponding e-mail : tongchai.p@psu.ac.th

### บทคัดย่อ

ได้วัดค่าความเหนี่ยวนำด้วยของตัวเรื้อนกับความถี่ของตัวเรื้อนโดยวิธีโปรแกรมแลบวิว

### Abstract

Self inductance versus frequency of inductor was measured with LabVIEW Program.

**Key words :** ferrimagnetic material

### คำนำ

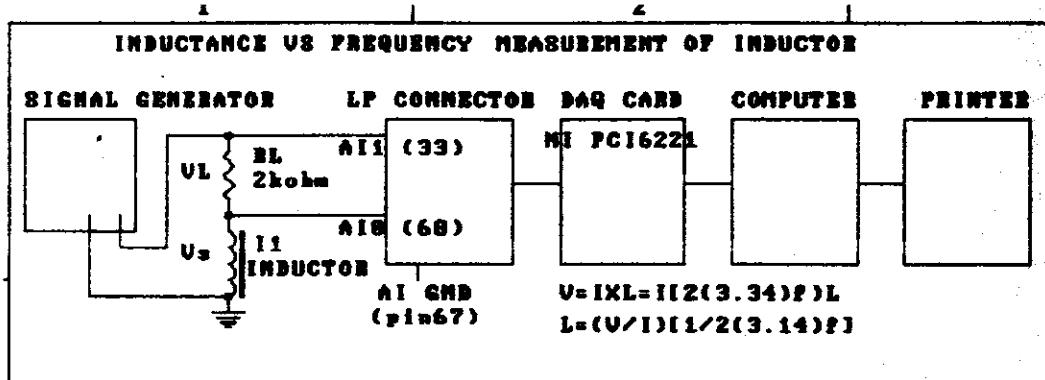
แม่เหล็กเชิงมิกซ์ที่ทำเป็นรัศตุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แม่เหล็กเชิงมิกซ์มี 2 ประเภท คือ เพื่อรีซิสต์เรืองกับเพื่อรีซิสต์อ่อน  $MgFe_2O_4$  จัดอยู่ในกลุ่มเพื่อรีซิสต์อ่อน เพื่อรีซิสต์อ่อนแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสนามแม่เหล็ก จึงนำไปประยุกต์เป็นแกนของขดลวด แกนของหม้อแปลงไฟฟ้า แมกนันนิ่งโยก (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เลื่อนเฟส (phase shifter) และอุปกรณ์ไมโครเวฟ (microwave device) ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเดิมแม่เหล็กในเพื่อรีซิสต์ จำนวนแม่เหล็กในสารเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนที่โครงการนิวเคลียสและอิเล็กตรอนที่มนุษย์ด้วยตัวเอง จำนวนแม่เหล็กเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนในรัศตุที่ไม่เต็ม

ตัวอย่างสารเพื่อรีซิสต์อ่อน ได้แก่  $NiFe_2O_4$ ,  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MnFe_2O_4$ ,  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MgFe_2O_4$ ,  $Y_3Fe_5O_{12}$  และ  $CuFe_2O_4$  สารเหล่านี้เตรียมได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (solid-state reaction technique) และวิธีอื่นๆ สารเพื่อรีซิสต์อ่อนแสดงจำนวนแม่เหล็กเพื่อรีซิสต์ (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การหล้า (hysteresis effect) มีตัวอย่างโดยนำสารเพื่อรีซิสต์อ่อนทำเป็นตัวตรวจดูสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) ตัวเหนี่ยวนำ (inductor) ที่ประกอบด้วยขดลวดเหนี่ยวนำ (induction coil) กับแกนเพื่อรีซิสต์ (ferrite core) แสดงความเหนี่ยวนำด้วยตัวเอง (self induction)

ตัวอย่างสารเพื่อรีซิสต์อ่อนที่เป็นโลหะจะเป็นโลหะหรือโลหะผสม

### วิธีการทดลอง

จัดทุกทดลองลงรูปที่ 12.3.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้า I ในลักษณะ  $RL=2 k\Omega$  และขอดูเหนี่ยวนำ มีแรงดันไฟฟ้าต่อกันคือ  $VL$  และ  $V_s$  ตามลำดับ เมื่อ  $V_{ls}=VL+Vs$  สังแรงดัน  $V_s$  และ  $V_{ls}$  เข้า AI0 และ AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ ค่าความ  $VL=V_{ls}-Vs$ ;  $IL=VL/RL$ ;  $I_s=IL$ ;  $V=Vs$ ;  $I=I_s$   $L=V/(I^2\pi f)$  Front Panel และ Block diagram แสดงดังรูปที่ 12.3.2 แสดงกราฟ  $L$  vs  $f$



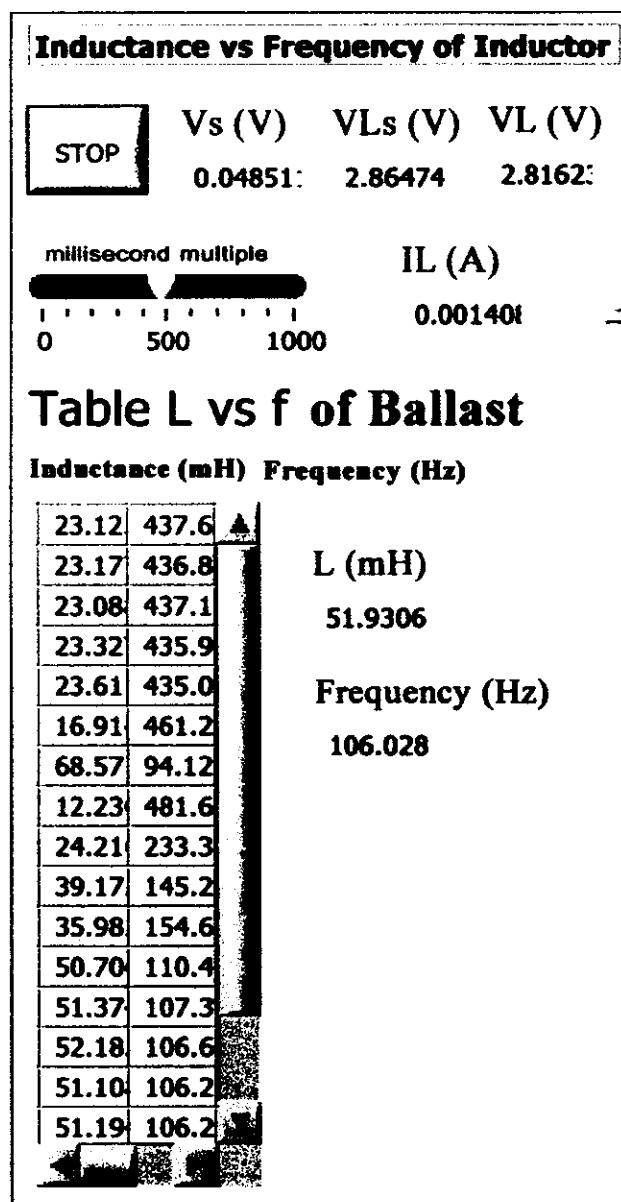
รูปที่ 12.3.1 การจัดคุณภาพทดลองสำหรับการวัดค่าความเพนียวน้ำด้วยเครื่องมือวัดความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ

Th-Inductor-L and f-OK.vi

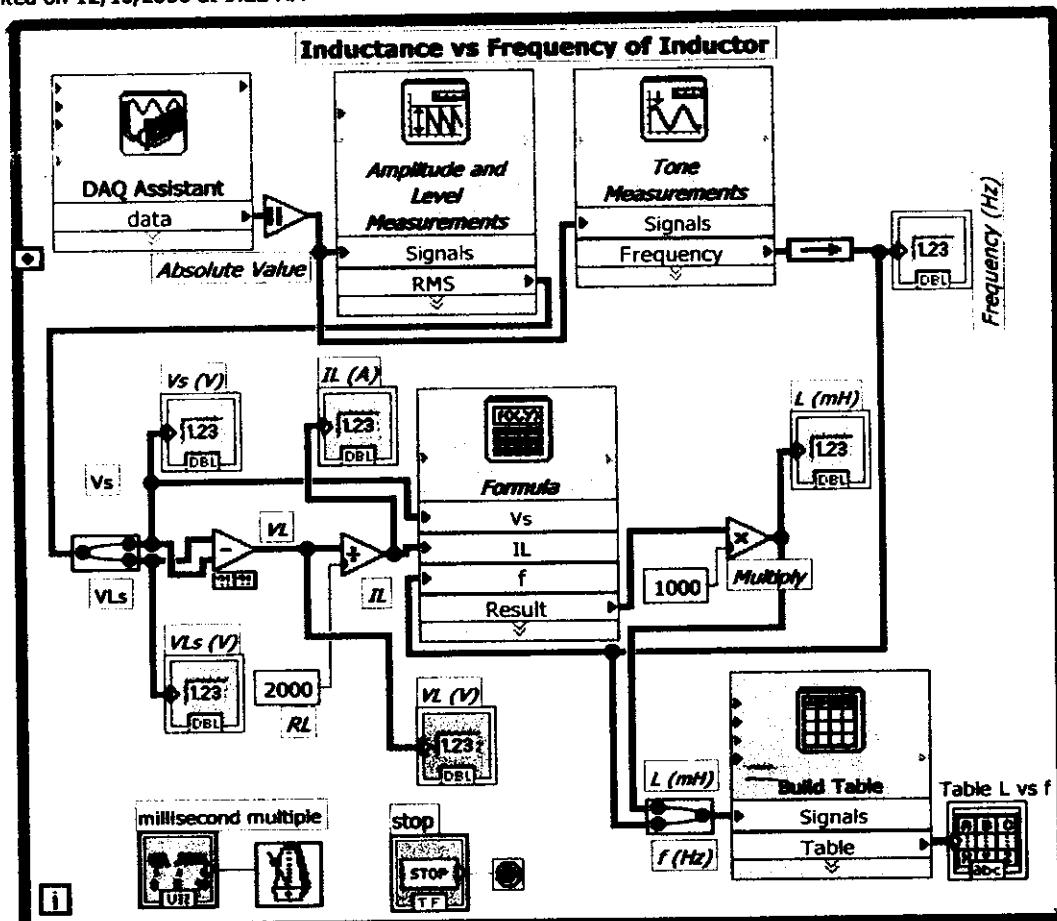
D:\##\EN\à¢ÖÄ¹ à»ÃáiÃÁ áÅ»ÇÔÇ ·Ñé§ËÁ' 2549##

Last modified on 12/10/2006 at 9:19 AM

Printed on 12/10/2006 at 9:21 AM



'Th-Inductor-L and f-OK.vi  
 D:\#\#\#EN\à‡ØÀ¹ à‡ÁáiÀÁ à‡»ÇÔÇ ‘ÑéSÉÁ’ 2549#\#\\Th-Inductor-L and f-OK.vi  
 Last modified on 12/10/2006 at 9:19 AM  
 Printed on 12/10/2006 at 9:22 AM



รูปที่ 12.3.2 Front Panel และ Block diagram สำหรับการวัดค่าความเหนี่ยวนำตัวเองที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ

#### ผลการทดลอง

ผลการวัดค่าความเหนี่ยวนำตัวเองที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำแสดงดังรูปที่ 12.3.2

#### วิเคราะห์การทดลอง

ผลการวัดค่าความเหนี่ยวนำตัวเองที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำนี้นำไปพัฒนาขั้ลจัดหนี่ยวนำ

#### สรุปการทดลอง

ระบบเขื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงค่าความเหนี่ยวนำตัวเองที่ขึ้นกับความถี่ของตัวเหนี่ยวนำ

12.4 การวัดอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเริงการด้วยความถี่ต่างๆ  
 น้ำหนาม การวัดอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเริงการด้วยความถี่ต่างๆ  
 ด้วยโปรแกรมแลบวิว

คงชัย พันธ์เนื้อฤทธิ์<sup>1</sup> และ น.ส. ยาเร็นnah Jehloh<sup>2</sup>

Thongchai Panmatarith<sup>1</sup> and Yareenah Jehloh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., <sup>2</sup>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

ได้วัดอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเชิงการค้าที่ความถี่ต่างๆด้วยโปรแกรมแลบวิว

### Abstract

Voltage transformer gain of commercial transformer at different frequency was measured with LabVIEW Program

**Key words :** ferrimagnetic material

### คำนำ

ในปี 1948 นีล (Neel) ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็กในเฟอร์ไรต์ ข้าม界แม่เหล็กในสารแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ที่ข้ามกับอิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียสและอิเล็กตรอนที่หมุนรอบตัวเอง ในลักษณะเดียวกันกับสารแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ ข้าม界แม่เหล็กเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนในชั้น f ที่ไม่เต็ม (Mouison และ Herbert, 1990) สมการสำคัญ คือ  $B = \mu H = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 (H+M)$ ,  $M = \chi_m H$  และ  $H = gI$  ข้าม界แม่เหล็กเฟอร์ไรต์ (ferrimagnetism) เกิดจากการเรียงตัวแบบข้ามทางข้างกัน (antiparalel alignment) ของแม่เหล็กแม่เหล็กของไอออนบนโครงผังลูกย่อย (sublattice) ที่ต่างกันในผลึก ไมเนนต์แม่เหล็กขานานไม่เท่ากัน ขานานกันและทิศทางตรงข้ามนี้ทำให้ ไมเนนต์แม่เหล็กรวมหรือแมกนีติซเรื้อรังไม่เป็นศูนย์ พฤติกรรมการถูくるวน (coupling behavior) เหล่านี้ มีความเกี่ยวข้อง กับการทำอันตรกิริยาของอิเล็กตรอนวงนอก (outer electron interaction) ของไอออนข้างเคียง (neighbouring ion) พันธะที่เกิดขึ้นในเชรามิกสมัยใหม่เหล็กเป็นแบบไอออนิกและแบบโคงาเลนต์ การเกิดพันธะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนยิ่งขัด (superexchange interaction) หรือเกิดการจัดเรียงตัวของสpin (spin alignment) ระหว่างอิเล็กตรอนวงนอกซึ่งสามารถ ตอบสนองต่อการถูくるวน วงการล้ำแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ลักษณะคล้ายกับของแม่เหล็กเฟอร์ไรต์โดยมีขนาดเล็กกว่า

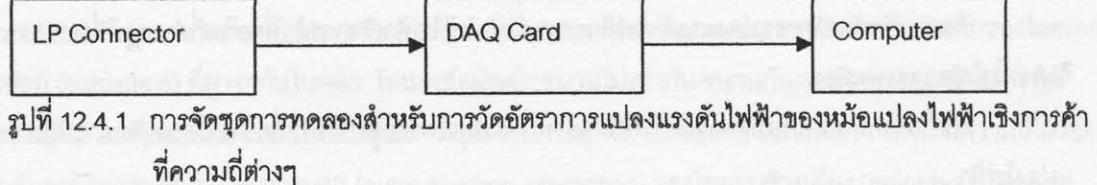
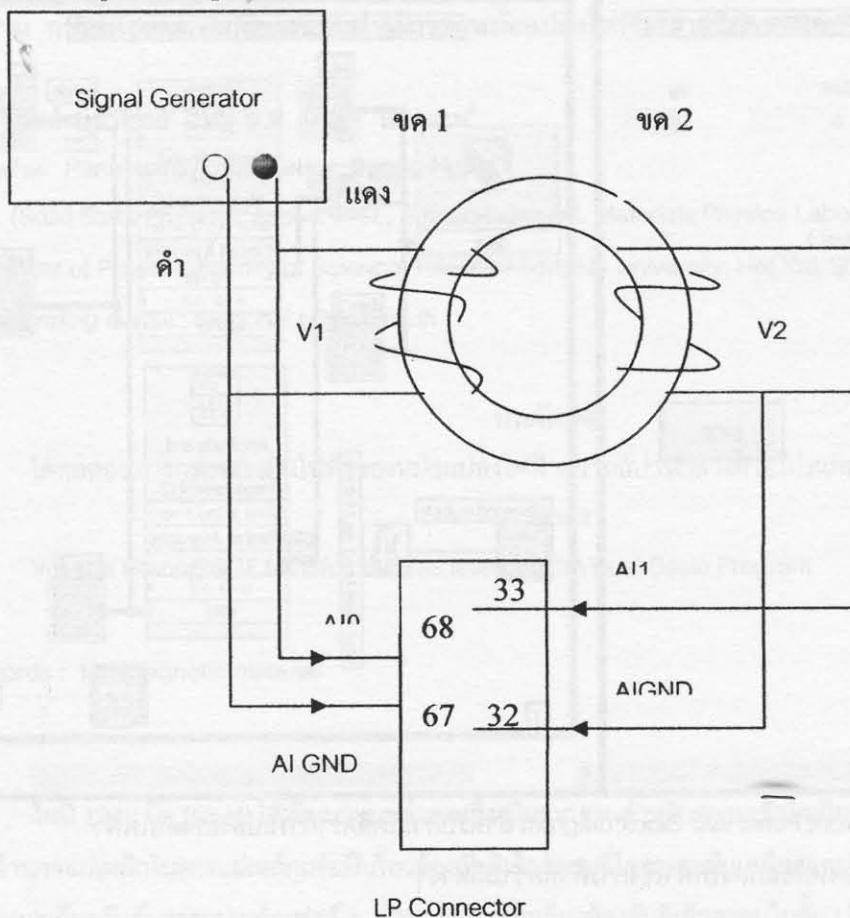
ตัวอย่างสารเฟอร์ไรต์อ่อน ได้แก่  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  และ  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  สารเหล่านี้เตรียมได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกรณ์ทางเคมีและแสดงถึงข้อดีคือ สารเฟอร์ไรต์อ่อนแสดงถึงข้าม แม่เหล็กเฟอร์ไรต์ (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การล้า (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยน้ำสารเฟอร์ไรต์ อ่อนทำเป็นตัวตรวจสินามแม่เหล็ก (magnetic field detector) (Buchanan, 1991) สารเฟอร์ไรต์อ่อนเหล่านี้มี โครงสร้างผลึกเป็นแบบสปีเนล

วัสดุแม่เหล็กเฟอร์ไรต์อยู่ในกลุ่มเฟอร์ไรต์อ่อน เฟอร์ไรต์อ่อนแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไฟตามความถี่ของ สวนแม่เหล็ก (magnetic field) จึงนำไปประยุกต์เป็นแมกนีตอิลด์ครอส (inductor core) แกนของหม้อแปลงไฟฟ้า (transformer core) สแกนนิ่งโยก (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เลื่อนเฟส (phase shifter) และ อุปกรณ์ในไมโครเวฟ (microwave device)

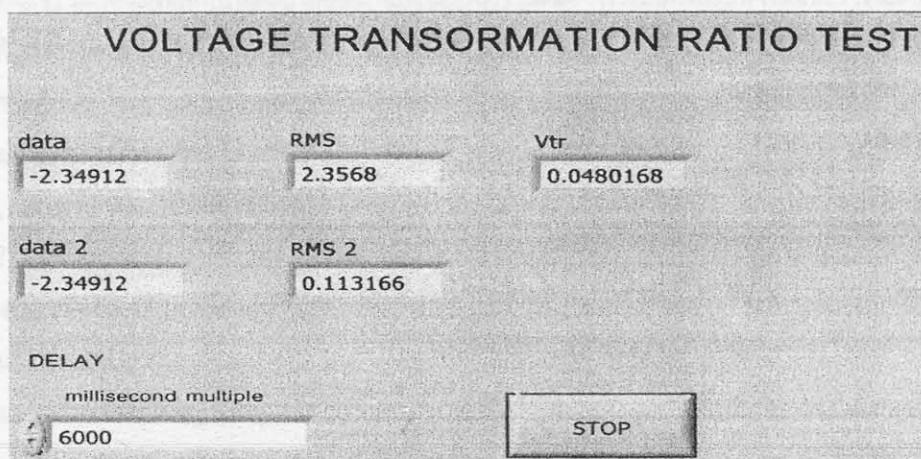
### วิธีการทดลอง

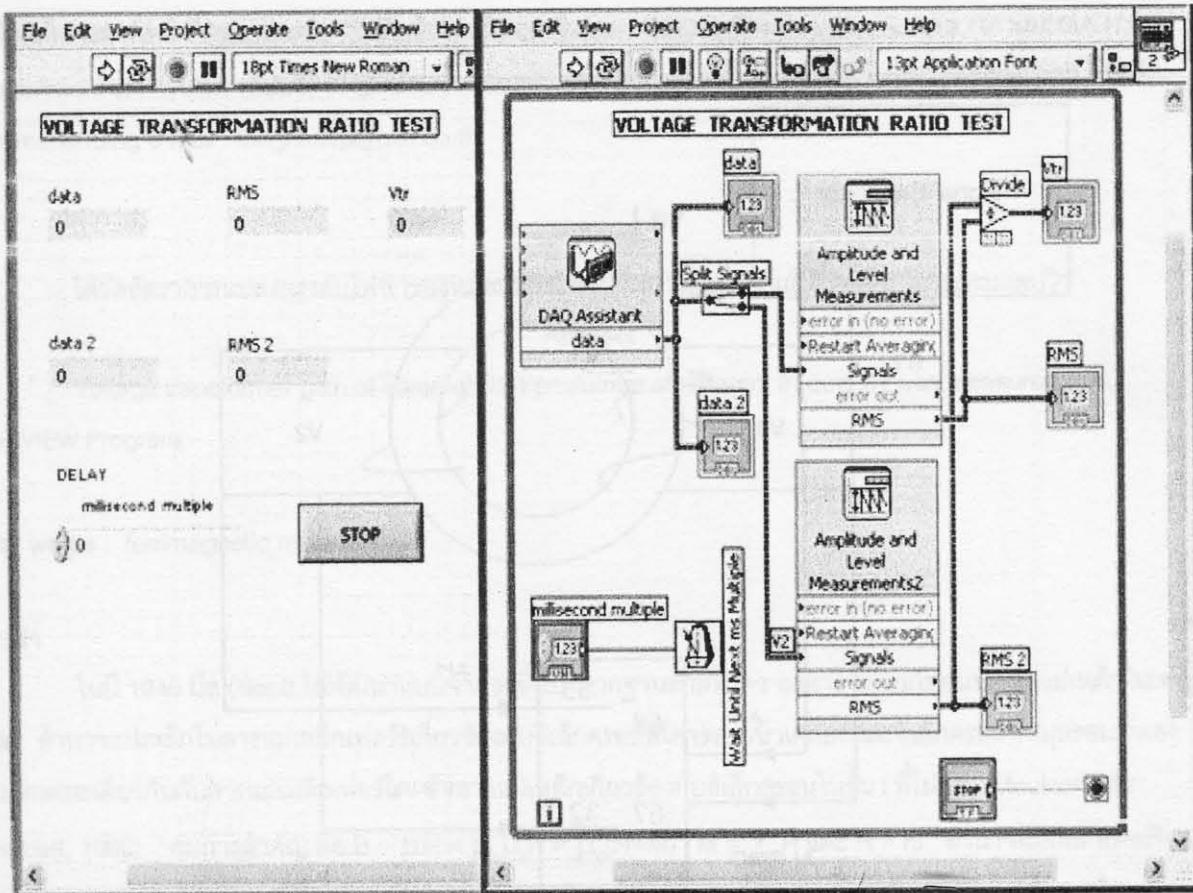
จุดคุณลักษณะตามทฤษฎีที่ 12.4.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจะจ่ายแรงดันไฟฟ้า V1 มาอย่างชุด 1 หม้อแปลง ไฟฟ้าจะแปลงแรงดันไฟฟ้านี้ออกทางชุด 2 เป็นปริมาณ V2 ตามหลักการเหนี่ยวนำร่วม ให้แรงดันไฟฟ้า V1 และ V2 เท่า

ทาง AI0 และ AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ card เข้าคอมพิวเตอร์ อัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของมอแปลงไฟฟ้า ( $V_{tr}$ ) ด้วยสูตร  $V_{tr} = V_2/V_1$  Front Panel และ Block diagram แสดงดังรูปที่ 12.4.2



รูปที่ 12.4.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับวัดอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของมอแปลงไฟฟ้าเชิงการค้าที่ความถี่ต่างๆ





รูปที่ 12.4.2 Front Panel และ Block diagram สำหรับการวัดอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเชิงการค้าที่ความถี่ต่างๆ

#### ผลการทดลอง

ผลการวัดอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเชิงการค้าที่ความถี่ต่างๆ รูปที่ 12.4.2

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเชิงการค้าที่ความถี่ต่างๆ จะนำไปสู่การพัฒนามือแปลงไฟฟ้า

#### สรุปผลการทดลอง

ระบบเริ่มต้นคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเชิงการค้าที่ความถี่ต่างๆ

#### เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธากุล ฟิสิกส์สุดยอดโครงเรียนมิกซ์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

[Http:// www.ni.com](http://www.ni.com), LabVIEW™ Basic I. Introduction Course Manual,

National Instruments Corporation, 1993-2001.

## 12.5 การทดสอบการกรองแรงดันไฟฟ้าของมอแปลงไฟฟ้าความถี่ปานกลาง บทความ ทดสอบการกรองแรงดันไฟฟ้าของมอแปลงไฟฟ้าความถี่ปานกลางด้วยโปรแกรมวิชาลเบสิก

คงชัย พันธ์เมธารุทธิ<sup>1</sup> และ น.ส. นัตรา แดงงาม<sup>2</sup>

Thongchai Panmatarith<sup>1</sup> and Nattra Daeng-Ngam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., <sup>2</sup>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

ได้ทดสอบการกรองแรงดันไฟฟ้าของมอแปลงไฟฟ้าความถี่ปานกลางด้วยโปรแกรมวิชาลเบสิก

### Abstract

Voltage filtering of IF transformer was tested with Visual Basic Program

Key words : ferrimagnetic material

### คำนำ

ในปี 1948 นีล (Neel) ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็กในเฟอร์ไรต์ จำนวนแม่เหล็กในสารแม่เหล็กเพื่อปริภรรเกี่ยวซึ่งกันอิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียสและอิเล็กตรอนที่หมุนรอบตัวเอง ในลักษณะเดียวกันกับสารแม่เหล็กเพื่อปริภรรเกี่ยวซึ่งกันอิเล็กตรอนในรัตน์ที่ไม่เต็ม (Moulson และ Herbert, 1990) สมการสำคัญคือ  $B = \mu H = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 (H+M)$ ,  $M = \chi_m H$  และ  $H = g$  จำนวนแม่เหล็กเพื่อปริภรร (ferrimagnetism) เกิดจากการเรียงตัวแบบนานาศรัางข้ามกัน (antiparallel alignment) ของโมฆะแม่เหล็กของไอออนบนโครงผลึกย่อย (sublattice) ที่ต่างกันในผลึก โมฆะแม่เหล็กขนาดไม่เท่ากัน นานา กันและทิศทางตรงข้ามนี้ทำให้ไม่มีโมฆะแม่เหล็กรวมหรือแมกนีติซเรซั่นไม่เป็นศูนย์ พฤติกรรมการคู่ความ (coupling behavior) เหล่านี้ มีความเกี่ยวข้องกับการทำอันตรายร้ายของอิเล็กตรอนวงนอก (outer electron interaction) ของไอออนข้างเคียง (neighbouring ion) พันธะที่เกิดขึ้นในเรามากแม่เหล็กเป็นแบบไอออนิกและแบบคลาวเลน์ การเกิดพันธะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนยังไวด (superexchange interaction) หรือเกิดการจัดเรียงตัวของสปิน (spin alignment) ระหว่างอิเล็กตรอนวงนอกซึ่งสามารถตอบสนองต่อการคู่ความ วงการล้าแม่เหล็กเพื่อปริภรรนีลักษณะคล้ายกับของแม่เหล็กเพื่อปริภรรโดยมีขนาดเล็กกว่า

ตัวอย่างสารเพื่อปริภรรต่อไปนี้ เช่น  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  และ  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  สารเหล่านี้เครื่องได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกรณ์รентгенเรซิสซิฟฟ์ สารเพื่อปริภรรต่อไปนี้แสดงถึงจำนวนแม่เหล็กเพื่อปริภรร (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การล้า (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยนำสารเพื่อปริภรรต่อไปนี้เป็นตัวตรวจวัดสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) (Buchanan, 1991) สารเพื่อปริภรรต่อไปนี้สามารถสร้างผลลัพธ์เป็นแบบ spin-pulse

วัสดุแม่เหล็กเพื่อปริภรรต่อไปนี้ในกลุ่มเพื่อปริภรรต่อไปนี้ เพื่อปริภรรต่อไปนี้แสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไฟตามความถี่ของสนามแม่เหล็ก (magnetic field) จึงนำไปประยุกต์เป็นพกห้องแม่เหล็ก (inductor core) แผนของมอแปลงไฟฟ้า

(transformer core) สแกนนิ่งโยค (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เลื่อนเฟส (phase shifter) และ อุปกรณ์ในคลอเรฟ (microwave device)

คนงานักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสุดยอดเหล็กเพอร์เซ็มตันนี้

Gusmano (1993) ได้เตรียม  $MgFe_2O_4$  วัดความพุ่น (porosity) และพื้นผิวจำเพาะ (specific surface area) วัตถุขนาด ของอนุภาค (particle size) ด้วยเครื่อง (SEM) และวัดสภาพด้านทานไฟฟ้า (resistivity) ในขณะที่สารได้รับ ความชื้น

Ravinder (1994) ได้เตรียมแมงกานีส-ชิงค์เพอร์ไรต์ (Mn-Zn ferrite) วัดสภาพการนำไฟฟ้าที่สมพันธ์กับอุณหภูมิและ สมประสิทธิ์ชีบค์ที่สมพันธ์กับอุณหภูมิ

Sattar (1996) ได้เตรียมผลิตเตียวแมงกานีส-ชิงค์เพอร์ไรต์ (Mn-Zn ferrite) วัดการรีบันกับอุณหภูมิของสภาพด้านทาน ไฟฟ้าและของสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก

Rao (1996) ได้เตรียมนิกเกลิ-ชิงค์เพอร์ไรต์ (Ni-Zn ferrite) วัดค่าคงที่ไดอิเล็กตริก แทนแทนที่การสูญเสียเชิงไดอิเล็กตริก (dielectric loss tangent) และตัวประกอบการสูญเสียเชิงแม่เหล็ก (magnetic loss factor) ที่ความถี่ต่างๆ

Ghatage (1996) ได้เตรียม  $NiFe_{2-x}Cr_xO_4$  วัดความสมพันธ์ระหว่างความสามารถในการส่งผ่าน (transmittance) กับเลข คลื่น (wave number) วัดความสมพันธ์ระหว่างแมgnีติซเร้นอัมตัวกับสนามแม่เหล็กที่ป้อนเข้าไป (applied magnetic field) สารสูตรนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นอุปกรณ์ในคลอเรฟและอุปกรณ์บันทึกข้อมูลตัวย แม่เหล็ก (magnetic recording media)

Pujar (1996) ได้เตรียมแมงกานีซีเมิร์น-ชิงค์เพอร์ไรต์ (Mg-Zn ferrite) ที่มี  $Zr^{4+}$  เป็นตัวเติม วัดสภาพด้านทานไฟฟ้า สมประสิทธิ์ชีบค์ พลังงานเฟอร์นี (Fermi energy) และสภาพเคลื่อนไถ (mobility) ที่อุณหภูมิต่างๆ

Kyung Ho Lee (1997) ได้เตรียม Ni-Zn ferrite นำไปประยุกต์ทำเป็นขั้วเลือกไอออนสถานะของเรือง (solid state ion selective electrode)

Mundada (1997) ได้เตรียม Ni-Zn ferrite ที่มีอ่อน  $Ti^{4+}$  เป็นตัวเติม และวัดสภาพอ่อนไหวไฟฟลับ (a.c. susceptibility) ที่อุณหภูมิต่างๆ

Abdullah (1997) ได้เตรียม Mg-Zn ferrites วัดค่าคงที่ไดอิเล็กตริกและตัวประกอบการสูญเสียที่ความถี่ต่างๆ

Abdeen (1998) ในประเทศอิอย็ปต์ ได้ศึกษาสภาพการนำไฟฟ้าสับที่อุณหภูมิ ความถี่และส่วนผสมต่างๆของ สารนิกเกลชิงค์เพอร์ไรต์

Inoue (1999) ในประเทศญี่ปุ่น ได้ศึกษาอัตราขยายแรงดันไฟฟ้าและการแปลงกำลังไฟฟ้าที่ความถี่สูงของ Mn-Zn เพอร์ไรต์ เพื่อประยุกต์ใช้เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง (high frequency transformer)

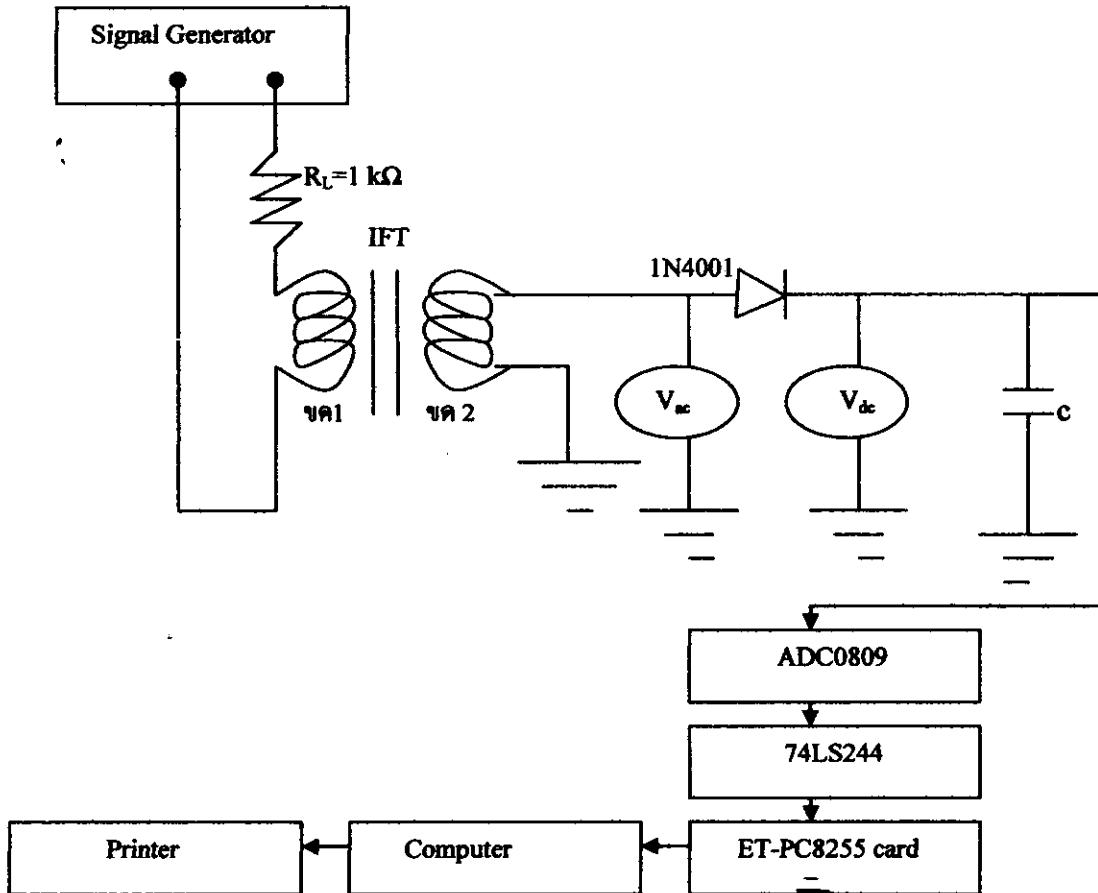
Ravinder (1999) ในประเทศอินเดีย ได้ศึกษาสมบัติการชนย้ายทางไฟฟ้า (electrical transport properties) ซึ่งได้แก่ สภาพการนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าความร้อนของสารชิงค์แมงกานีสเพอร์ไรต์

Ravinder, D. (2001) ในประเทศอินเดีย ได้ศึกษาสมบัติไดอิเล็กตริก เนื่อง ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกและตัวประกอบการสูญเสีย ที่สมพันธ์กับความถี่และอุณหภูมิ ของสาร Mn-Zn เพอร์ไรต์ ที่ถูกแทนที่ด้วย Er

Caltun (2001) ในประเทศในมาเนเซ ได้ศึกษาการสูญเสียกำลังไฟฟ้าและวัดสภาพฐานรากให้กับความถี่สูงของสาร Ni-Zn เพอร์ไรต์ที่ถูกเติมด้วย  $CuO$

## วิธีการทดลอง

1. ประกอบวงจร ดังรูปที่ 12.5.1



รูปที่ 12.5.1 แสดงวงจรการทดสอบการกรองแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่ปานกลาง

2. เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า จ่ายกระแสไฟฟ้าในโหลด  $R_L = 1\text{ k}\Omega$  ผ่าน匝数 1 และ IFT มีแรงดันไฟฟ้าต่อกลุ่ม匝数 1 หนึ่ง แปลงจะแปลงแรงดันนี้ออก匝数 2 ลงผ่านไดโอด 1N4001 เพื่อแปลง  $V_{AC}$  เป็น  $V_{DC}$  หรือ  $V$  ลงแรงดัน  $V$  เข้าไป ADC0809 เพื่อแปลงแรงดันอนามิตรเป็นแรงดันดิจิตอล ลงผ่าน 74LS244 และ ET-PC8255 Card เข้าคอมพิวเตอร์
3. สั่ง RUN ให้คอมพิวเตอร์พิมพ์กราฟแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ( $V$  vs  $t$ ) ในขณะที่ความถี่เปลี่ยนบันทึกไว้ ความถี่ที่ทดลอง

โปรแกรมสำหรับการวัดการกรองแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่ปานกลาง

#### 'Voltage vs Time Graph'

```
Private Declare Function Inp Lib "input32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Private Declare Sub Out Lib "input32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)
```

```
Public toggle As Boolean
```

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
If toggle = True Then
```

```
Timer1.Enabled = False
```

```
toggle = False
```

```
Command1.Caption = "continue"  
Else  
    Timer1.Enabled = True  
    toggle = True  
    Command1.Caption = "capture"  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
    Left = (Screen.Width - Width) / 2  
    Top = (Screen.Height - Height) / 2  
    Picture1.DrawWidth = 2  
    toggle = True  
    Out &H307, &H90  
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()  
    Picture1.Cls  
    For i = 20 To 3500 Step 50  
        Out &H307, &H90  
        W = Inp(&H304)  
        d = (255 - W) ' CULCULATE PLOT  
        Picture1.PSet (i, 10 * d), vbBlue  
        Call delay  
    Next i  
    Label7.Caption = (5 / 255) * W ' SHOW VOLTAGE  
End Sub
```

```
Sub delay()  
    Times = Timer  
    Do  
        DoEvents  
    Loop Until Timer >= Times + 0.2  
    Label20.Caption = Timer  
End Sub
```

**Properties Window****VERSION 5.00****Begin VB.Form A\_UsingVB**

```

Caption      = "Easy Oscilloscope ช่างซีบ"
ClientHeight = 5430
ClientLeft   = 60
ClientTop    = 450
ClientWidth  = 7245
LinkTopic    = "Form1"
ScaleHeight  = 5430
ScaleWidth   = 7245
StartUpPosition = 3 'Windows Default

```

**Begin VB.PictureBox Picture1**

```

Height       = 2415
Left         = 1080
ScaleHeight  = 2355
ScaleWidth   = 4755
TabIndex     = 20
Top          = 480
Width        = 4815

```

**End****Begin VB.Timer Timer1**

```

Interval     = 10
Left         = 6240
Top          = 1680

```

**End****Begin VB.CommandButton Command1**

```

Caption      = "Capture"
Height       = 495
Left         = 2760
TabIndex     = 0
Top          = 4800
Width        = 1215

```

**End****Begin VB.Label Label20**

```

Height       = 255

```

Left = 6240

TabIndex = 21

Top = 720

Width = 1215

End

Begin VB.Label Label19

Caption = "9"

Height = 255

Left = 5280

TabIndex = 19

Top = 3240

Width = 255

End

Begin VB.Label Label18

Caption = "8"

Height = 255

Left = 4920

TabIndex = 18

Top = 3240

Width = 135

End

Begin VB.Label Label17

Caption = "7"

Height = 255

Left = 4440

TabIndex = 17

Top = 3240

Width = 255

End

Begin VB.Label Label16

Caption = "6"

Height = 255

Left = 3960

TabIndex = 16

Top = 3240

Width = 135

End

Begin VB.Label Label15

Caption = "5"  
Height = 255  
Left = 3480  
TabIndex = 15  
Top = 3240  
Width = 255

End

Begin VB.Label Label14

Caption = "4"  
Height = 255  
Left = 3000  
TabIndex = 14  
Top = 3240  
Width = 135

End

Begin VB.Label Label13

Caption = "3"  
Height = 255  
Left = 2400  
TabIndex = 13  
Top = 3240  
Width = 255

End

Begin VB.Label Label12

Caption = "2"  
Height = 255  
Left = 1920  
TabIndex = 12  
Top = 3240  
Width = 135

End

Begin VB.Label Label8

Caption = "1"  
Height = 255

Left = 1440  
TabIndex = 11  
Top = 3240  
Width = 135

End

Begin VB.Line Line15

X1 = 5400  
X2 = 5400  
Y1 = 2880  
Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line14

X1 = 4920  
X2 = 4920  
Y1 = 2880  
Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line13

X1 = 4440  
X2 = 4440  
Y1 = 2880  
Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line12

X1 = 3960  
X2 = 3960  
Y1 = 2880  
Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line11

X1 = 3000  
X2 = 3000  
Y1 = 3120  
Y2 = 2880

End

Begin VB.Line Line10

```
X1      = 2520  
X2      = 2520  
Y1      = 2880  
Y2      = 3120
```

End

Begin VB.Line Line9

```
X1      = 2040  
X2      = 2040  
Y1      = 3120  
Y2      = 3000
```

End

Begin VB.Line Line8

```
X1      = 2040  
X2      = 2040  
Y1      = 2880  
Y2      = 3120
```

End

Begin VB.Line Line7

```
X1      = 1560  
X2      = 1560  
Y1      = 2880  
Y2      = 3120
```

End

Begin VB.Label Label11

```
Caption    = "0"  
Height     = 255  
Left       = 1080  
TabIndex   = 10  
Top        = 3240  
Width      = 135
```

End

Begin VB.Label Label10

```
Caption    = "10"  
Height     = 255  
Left       = 5760  
TabIndex   = 9
```

```
Top      = 3240
Width    = 255
End
Begin VB.Label Label9
Caption   = "Time (s)"
Height    = 255
Left      = 5640
TabIndex  = 8
Top       = 3720
Width     = 615
End
Begin VB.Line Line6
X1        = 5880
X2        = 5880
Y1        = 2880
Y2        = 3120
End
Begin VB.Line Line5
X1        = 1080
X2        = 1080
Y1        = 2880
Y2        = 3120
End
Begin VB.Line Line4
X1        = 3480
X2        = 3480
Y1        = 2880
Y2        = 3120
End
Begin VB.Line Line3
X1        = 1080
X2        = 840
Y1        = 480
Y2        = 480
End
Begin VB.Line Line2
```

X1 = 840  
X2 = 1080  
Y1 = 2880  
Y2 = 2880

End

Begin VB.Line Line1

X1 = 840  
X2 = 1080  
Y1 = 1680  
Y2 = 1680

End

Begin VB.Label Label7

Height = 255  
Left = 2040  
TabIndex = 7  
Top = 3840  
Width = 735

End

Begin VB.Label Label6

Caption = "V"  
Height = 255  
Left = 3120  
TabIndex = 6  
Top = 3840  
Width = 255

End

Begin VB.Label Label5

Caption = "Volt DC"  
Height = 255  
Left = 1080  
TabIndex = 5  
Top = 3840  
Width = 615

End

Begin VB.Label Label4

Caption = "Voltage (V)"

```
Height      = 255
Left       = 120
TabIndex   <= 4
Top        = 240
Width      = 855
```

End

Begin VB.Label Label3

```
Caption     = "5.0"
Height      = 255
Left        = 480
TabIndex    = 3
Top         = 480
Width       = 375
```

End

Begin VB.Label Label2

```
Caption     = "2.5"
Height      = 255
Left        = 360
TabIndex    = 2
Top         = 1560
Width       = 375
```

End

Begin VB.Label Label1

```
Caption     = "0"
Height      = 255
Left        = 480
TabIndex    = 1
Top         = 2760
Width       = 255
```

End

End

Attribute VB\_Name = "A\_Divisi"

Attribute VB\_GlobalNameSpace = False

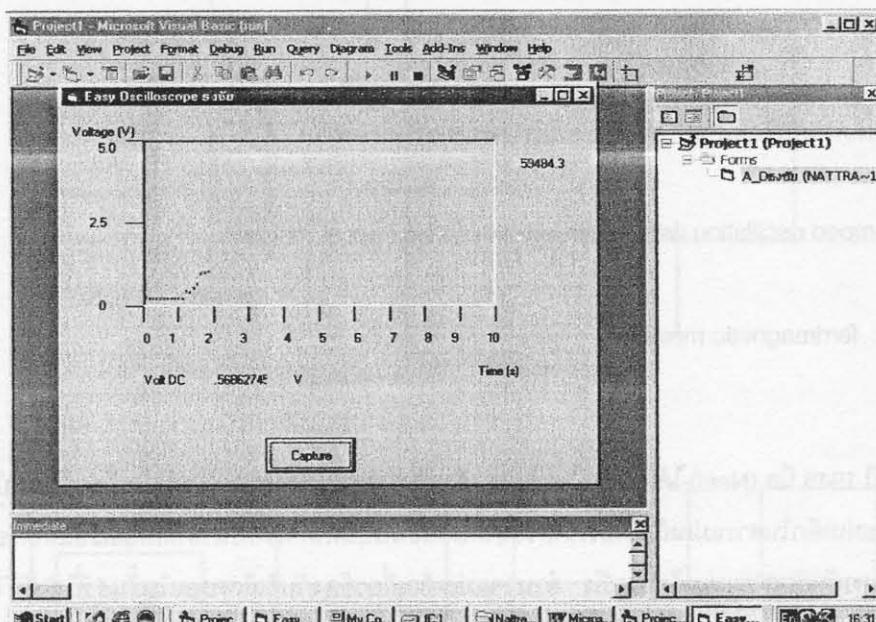
Attribute VB\_Creatable = False

Attribute VB\_PredeclaredId = True

Attribute VB\_Exposed = False

## ผลการทดลอง

ผลการทดสอบการกรองแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่ปานกลางแสดงดังรูปที่ 12.5.2



รูปที่ 12.5.2 ภาพบนจอคอมพิวเตอร์ขณะใช้งานโดยใช้โปรแกรมที่ชื่อ Voltage vs Time Graph

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่าน�� 1 ของ IFT มีแรงดันไฟฟ้าต่อกำครองขด 1 หม้อแปลงจะแปลงแรงดันนี้ออกขด 2 送ผ่านไดโอด 1N4001 เพื่อแปลง  $V_{AC}$  เป็น  $V_{DC}$  หรือ  $V$  แรงดัน  $V$  เข้า  $I_0$  ของ ADC0809 เพื่อแปลงแรงดันอนามัยออกเป็นแรงดันดิจิตอล 送ผ่าน 74LS244 และ ET-PC8255 Card เข้าคอมพิวเตอร์ สั่ง RUN ให้คอมพิวเตอร์พิมพ์กราฟ  $V$  vs  $t$  จากผลการทดลอง (รูปที่ 67.2) จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ในขณะที่ความถี่เปลี่ยน

## สรุปผลการทดลอง

แผนวงจรเริ่มต้นคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมและโปรแกรมที่เขียนขึ้น สามารถวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้หลายอย่าง เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการทดสอบสมบัติเชิงฟิสิกส์ได้อีกด้วย ได้แก่ การทดสอบการกรองแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่ปานกลาง

## เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ ฟิสิกส์วัสดุอิเล็กโทรเชรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

Duga, J. J., 1962, Automatic data recording system for semiconductor research,

The review of scientific instruments, 45(3) : 371-377.

## 12.6 การแสดงออกซิลเลตแบบหน่วยด้วยตัวหนึ่นเดียว

บทความ การแสดงออกซิลเลตแบบหน่วยด้วยโปรแกรมเทอร์โบ Pascal

ลงชื่อ พันธ์เมธาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith<sup>1</sup> and Nattra Daeng-Ngam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., 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

ได้แสดงของสิ่งเดดแบบหน้างด้วยโปรแกรมเทอร์โบปาสกาล

### Abstract

Damped oscillation was displayed with Turbo Pascal Program.

**Key words :** ferrimagnetic material

## คำนำ

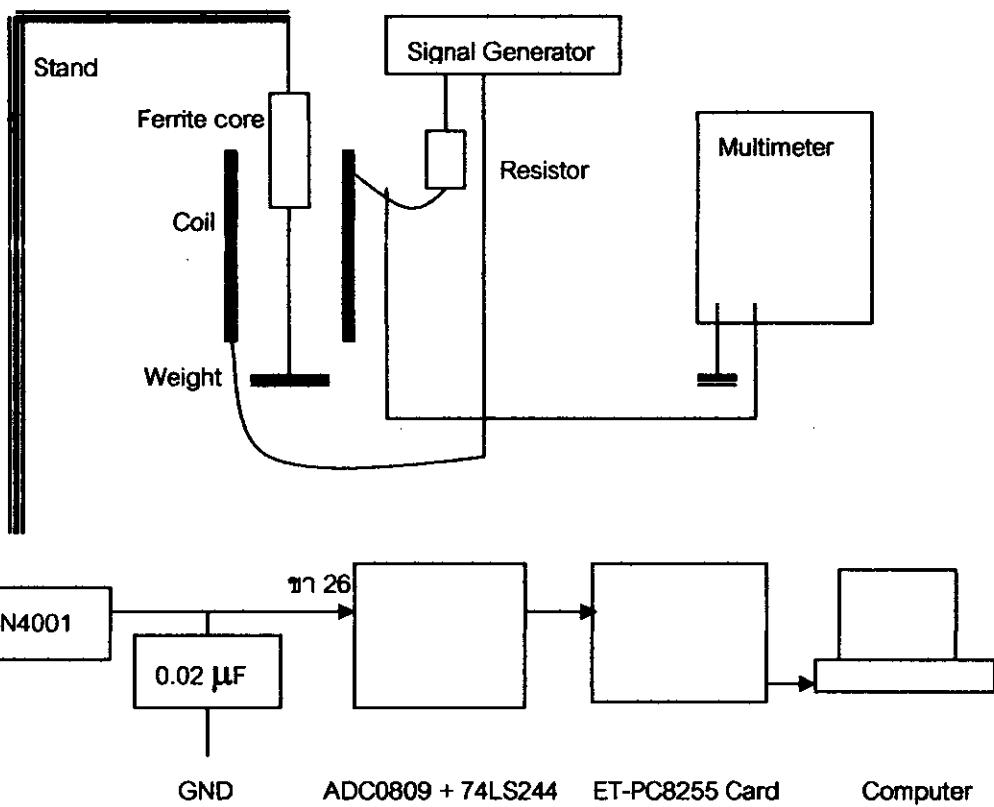
ในปี 1948 นีล (Neel) ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเสียงแม่เหล็กในเฟอร์ไรท์ จำนวนแม่เหล็กในสารแม่เหล็กเพื่อปริเกี่ยวซึ่งกันอิเล็กตรอนที่ในจรวดนิวเคลียตและอิเล็กตรอนที่หมุนรอบตัวเอง ในลักษณะเดียวกันกับสารแม่เหล็กเฟอร์โรซี จำนวนแม่เหล็กเกี่ยวซึ่งกันอิเล็กตรอนในชั้น  $f$  ที่ไม่เต็ม (Moulton และ Herbert, 1990) สมการสำคัญ คือ  $B = \mu H = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 (H+M)$ ,  $M = \chi_m H$  และ  $H = gI$  จำนวนแม่เหล็กเฟอร์โรซี (ferrimagnetism) เกิดจากการเรียงตัวแบบนานาหางหางกัน (antiparalel alignment) ของโมเมนต์แม่เหล็กของไอออนบนโครงผลึกย่อย (sublattice) ที่ต่างกันในผลึก โมเมนต์แม่เหล็กนานานี้ไม่เท่ากัน นานานกันและพิศทางตรงข้ามนี้ทำให้โมเมนต์แม่เหล็กรวมหรือแมgnite ได้เช่นกันไม่เป็นศูนย์ พฤติกรรมการคู่คบ (coupling behavior) เหล่านี้ มีความเกี่ยวข้อง กับการทำอันตรกิริยาของอิเล็กตรอนวงนอก (outer electron interaction) ของไอออนข้างเคียง (neighbouring ion) พันธะที่เกิดขึ้นในเชิงวัสดุแม่เหล็กเป็นแบบไอโอนิกและแบบไฮบริด  $\sigma$  การเกิดพันธะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนอิ่มยาด (superexchange interaction) หรือเกิดการจัดเรียงตัวของสpin (spin alignment) ระหว่างอิเล็กตรอนวงนอกที่สามารถตอบสนองต่อการคู่คบ วงการล้ำแม่เหล็กเพื่อปริเมลักษณะคล้ายกับของแม่เหล็กเพื่อปริโดยมีขนาดเล็กกว่า

ตัวอย่างสารเฟอร์ไรท์อ่อน ได้แก่  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  และ  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  สารเหล่านี้เตรียมได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกรณ์สถานะของแข็งหรือวิธีอื่นๆ สารเฟอร์ไรท์อ่อนแสดงจำนวนแม่เหล็กเฟอร์โรซี (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การล้า (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยนำสารเฟอร์ไรท์อ่อนทำเป็นตัวตรวจวัดสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) (Buchanan, 1991) สารเฟอร์ไรท์อ่อนเหล่านี้มีโครงสร้างผลึกเป็นแบบ spinel

วัสดุแม่เหล็กเพื่อปริจัดอยู่ในกลุ่มเฟอร์ไรท์อ่อน เฟอร์ไรท์อ่อนแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไฟตามความถี่ของสนามแม่เหล็ก (magnetic field) จึงนำไปประยุกต์เป็นযานพาหนะดลัด (inductor core) магนีตของมอเตอร์แปลงไฟฟ้า (transformer core) แทนนิ่งโยก (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เลื่อนเฟส (phase shifter) และอุปกรณ์ในไมโครเวฟ (microwave device)

## วิธีการทดลอง

การจัดชุดการทดลองสำหรับการแสดงของสิ่งเดดแบบหน้างแสดงดังรูปที่ 12.6.1



รูปที่ 12.6.1 การจัดคุณภาพคลื่นสำหรับการแสดงของสิ่วเดทด้วยหน่วย \_\_\_\_\_

Program Damped\_Oscillation\_Graph;

uses crt, graph;

var

grdrv, grmode, grerror : integer;

ch : char;

const PA = \$0304;

Pcontrol = \$0307;

procedure axis;

var p,q : integer;

tex : string;

begin

grdrv := detect; initgraph(grdrv, grmode, 'c:\tp\bgi');

setgraphmode(grmode);

line(50,50,50,305); line(50,305,600,305);

line(50,50,600,50); line(600,50,600,305);

settextstyle(defaultfont, horizdir, 0);

for p := 50 to 600 do

begin

```

if p mod 32 = 0 then
begin
  line(p+18,295,p+18,305); str(round(p/32-1),tex);
  outtextxy(p+18,320,tex);
end;
end;

settextstyle(defaultfont, horizdir, 0);
for q := 50 to 305 do
begin
  if q mod 51 = 0 then
  begin
    line(45,q,55,q) ;str(((305-q) mod 5)+1),tex); outtextxy(20,q,tex);
  end;
end;
procedure plot;
var i, j, x, y, DV : integer;
    AV : real;
begin
  outtextxy(190,10, 'VOLTAGE VSD TIME FOR DAMPED OSCILLATION TEST');
  outtextxy(190,18, '-----');
  outtextxy(50,30, 'Voltage (V)');
  outtextxy(540,340, 'Time (s)');
  outtextxy(48,303, '**');

  begin
    port[Pcontrol] := $90;
    for j := 0 to 550 do
    begin
      DV := port[PA];
      AV := (5/255)*DV;
      x := j+50; y := 305-DV;
      lineto(x,y);
      delay(30);
    end;
  end;
  readin;

```

*closegraph;*

*end,*

**begin** *‘’ {main}*

*repear*

*axis;*

*plot;*

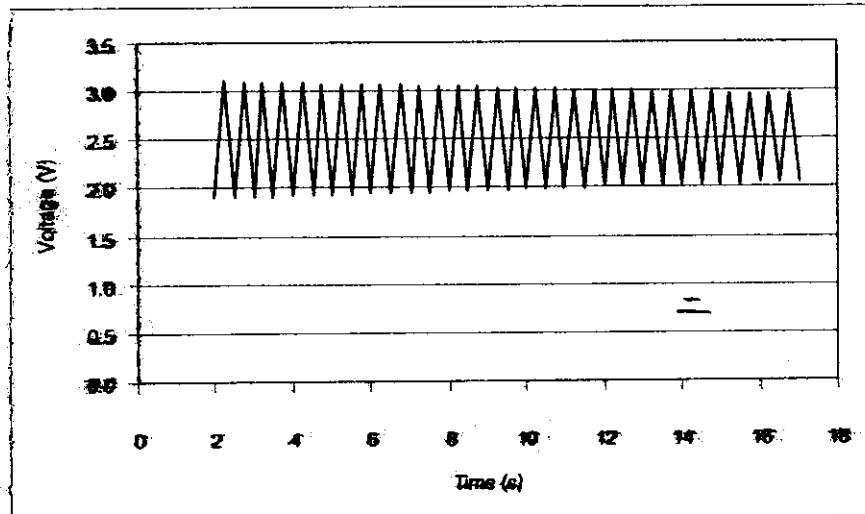
*ch := readkey;*

*until ord(ch) = 27;*

**end.**

### ผลการทดลอง

ผลการแสดงของเครื่องเดดบล็อกแบบหน่วง และสังข์สูตร 12.6.2



รูปที่ 12.6.2 ผลการแสดงของเครื่องเดดบล็อกแบบหน่วง

### วิเคราะห์ผลทดลอง

ยังคงเดินอยู่ในจุดเดิม เนื่องจากผลของการเดินทาง

### สรุปผลการทดลอง

ระบบเดินทางมีความเร็วเดียวกับความตัวบัญชี Visual Basic สามารถแสดงการของเครื่องเดดบล็อกแบบหน่วง เอกสารอ้างอิง

คงรักษ์ พันธ์เมธากุล<sup>1</sup> พลิกก์วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ เอกวิชาพิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

<http://www.Etcc.co.th>, Manual of ET-PC8255 card, 2005-2007.

บทความ การแสดงของเครื่องเดดบล็อกแบบหน่วงด้วยโปรแกรมวิชาคณิติก

คงรักษ์ พันธ์เมธากุล<sup>1</sup> และ น.ส. นัตรา แดงงาม<sup>2</sup>

Thongchai Panmatarith<sup>1</sup> and Nattrra Daeng-Ngam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., <sup>2</sup>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

ได้แสดงของเริ่มแสดงแบบหน้างด้วยโปรแกรมวิชาลับสิก

### Abstract

Damped oscillation was displayed with Visual Basic Program.

**Key words :** ferrimagnetic material

### คำนำ

Gusmano (1993) ได้เตรียม MgFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> วัดความพรุน (porosity) และพื้นผิวจำเพาะ (specific surface area) วัดขนาดของอนุภาค (particle size) ด้วยเครื่อง (SEM) และวัดสภาพด้านทานไฟฟ้า (resistivity) ในขณะที่สารได้รับความร้อน

Ravinder (1994) ได้เตรียมแมงกานีส-ชิงค์เฟอร์ไรต์ (Mn-Zn ferrite) วัดสภาพการนำไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิและสัมประสิทธิ์เบกที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิ

Sattar (1996) ได้เตรียมผลึกเตี้ยแมงกานีส-ชิงค์เฟอร์ไรต์ (Mn-Zn ferrite) วัดการรักษาอุณหภูมิของสภาพด้านทานไฟฟ้าและของสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก

Rao (1996) ได้เตรียมนิกเกิล-ชิงค์เฟอร์ไรต์ (Ni-Zn ferrite) วัดค่าคงที่โดยเล็กตริก แทนเจนของการสูญเสียเชิงโดยเล็กตริก (dielectric loss tangent) และตัวประกอบการสูญเสียเชิงแม่เหล็ก (magnetic loss factor) ที่ความถี่ต่างๆ

Ghatage (1996) ได้เตรียม NiFe<sub>2-x</sub>Cr<sub>x</sub>O<sub>4</sub> วัดความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการส่งผ่าน (transmittance) กับเลขคลื่น (wave number) วัดความสัมพันธ์ระหว่างแมgnีติเดรเวินอิมตัวกับสนามแม่เหล็กที่ป้อนเข้าไป (applied magnetic field) สารสูตรนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นอุปกรณ์ในโครงเฟลดและอุปกรณ์บันทึกข้อมูลด้วยแม่เหล็ก (magnetic recording media)

Pujar (1996) ได้เตรียมแมงกานีสีเย็น-ชิงค์เฟอร์ไรต์ (Mg-Zn ferrite) ที่มี Zr<sup>4+</sup> เป็นตัวติดปะ วัดสภาพด้านทานไฟฟ้า สัมประสิทธิ์เบก พลังงานไฟฟาร์ม (Fermi energy) และสภาพเคลื่อนได้ (mobility) ที่อุณหภูมิต่างๆ

Kyung Ho Lee (1997) ได้เตรียม Ni-Zn ferrite นำไปประยุกต์ทำเป็นขั้วเลือกไอออนสถานะของแข็ง (solid state ion selective electrode)

Mundada (1997) ได้เตรียม Ni-Zn ferrite ที่มีอิโอน Ti<sup>4+</sup> เป็นตัวติดปะ และวัดสภาพของไฟฟ้าสถิต (a.c. susceptibility) ที่อุณหภูมิต่างๆ

Abdullah (1997) ได้เตรียม Mg-Zn ferrites วัดค่าคงที่โดยเล็กตริกและตัวประกอบการสูญเสียที่ความถี่ต่างๆ

Abdeen (1998) ในประเทศอิยิปต์ ได้ศึกษาสภาพการนำไฟฟ้าสลับที่อุณหภูมิ ความถี่และส่วนผสมต่างๆของสารนิกเกิลชิงค์เฟอร์ไรต์

Inoue (1999) ในประเทศญี่ปุ่น ได้ศึกษาอัตราขยายแรงตันไฟฟ้าและการแปลงกำลังไฟฟ้าที่ความถี่สูงของ Mn-Zn เฟอร์ไรต์ เพื่อประยุกต์ใช้เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง (high frequency transformer)

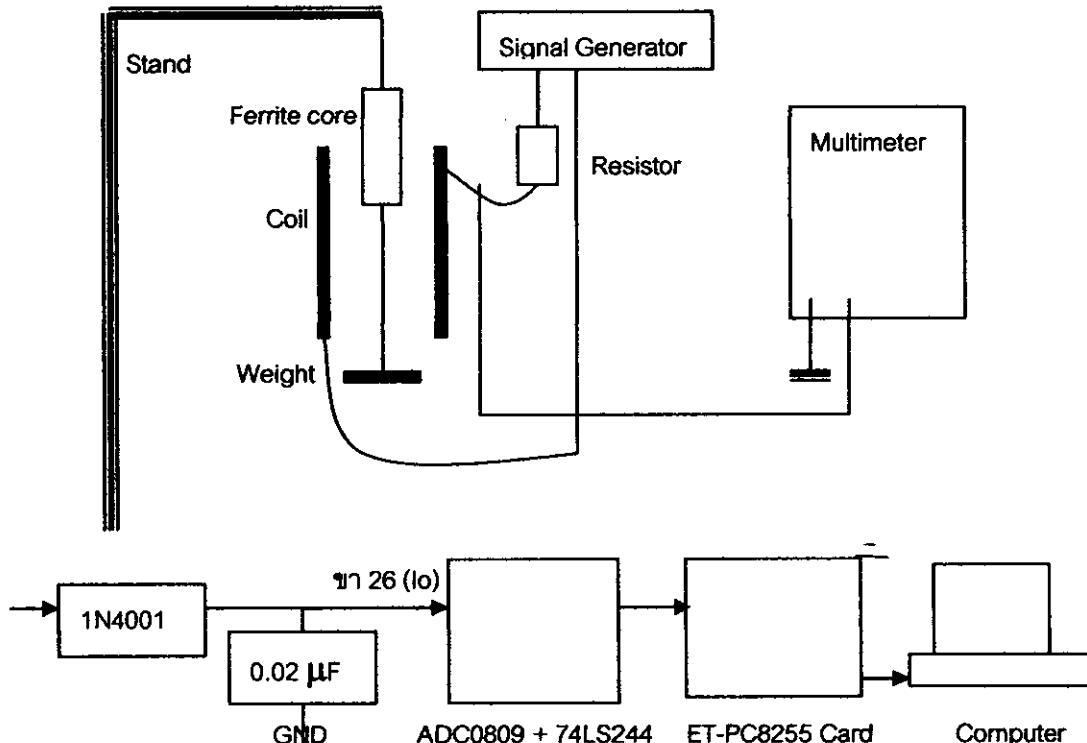
Ravinder (1999) ในประเทศอินเดีย ได้ศึกษาสมบัติการรับอิเล็กทรอนิกส์ทางไฟฟ้า (electrical transport properties) ซึ่งได้แก่ สภาพการนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าความร้อนของสารชิงค์แมงกานีสเฟอร์ไรต์

Ravinder, D. (2001) ในประเภทอินเดีย ได้ศึกษาสมบัติโดยเล็กทริก เป็นค่าคงที่โดยเล็กทริกและตัวประกอบการสูญเสียที่สัมพันธ์กับความถี่และอุณหภูมิ ของสาร Mn-Zn เฟอร์ไรต์ที่ถูกแทนที่ด้วย Er

Caitun (2001) ในประเภทในนานาประเทศ ได้ศึกษาการสูญเสียกำลังไฟฟ้าและวัดสภาพร้านซึ่งได้ที่ความถี่สูงของสาร Ni-Zn เฟอร์ไรต์ที่ถูกเติมด้วย CuO

### วิธีการทดลอง

การจัดชุดการทดลองสำหรับการทดสอบของเครื่องเล็ตแบบหน่วงแสดงดังรูปที่ 12.6.3



รูปที่ 12.6.3 การจัดชุดการทดลองสำหรับการทดสอบของเครื่องเล็ตแบบหน่วง

### โปรแกรมสำหรับวัดความสัมพันธ์ของน้ำหนักกับแรงดัน

"Voltage vs Time Graph

```

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 toggle As Boolean

```

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
If toggle = True Then
```

```
Timer1.Enabled = False
```

```
toggle = False
```

```
Command1.Caption = "continue"
```

```
Else
```

```
Timer1.Enabled = True  
toggle = True  
Command1.Caption = "capture"  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
Left = (Screen.Width - Width) / 2  
Top = (Screen.Height - Height) / 2  
Picture1.DrawWidth = 2  
toggle = True  
Out &H307, &H90  
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()  
Picture1.Cls  
For i = 20 To 3500 Step 50  
Out &H307, &H90  
W = Inp(&H304)  
d = (255 - W) ' CULCULATE PLOT  
Picture1.PSet (i, 10 * d), vbBlue  
Call delay  
Next i  
Label7.Caption = (5 / 255) * W ' SHOW VOLTAGE  
End Sub
```

```
Sub delay()  
Times = Timer  
Do  
DoEvents  
Loop Until Timer >= Times + 0.09  
Label2.Caption = Timer  
End Sub
```

Properties Window

VERSION 5.00

Begin VB.Form A\_D???????

Caption = "Easy Oscilloscope ??????"  
ClientHeight = 5430  
ClientLeft = 60  
ClientTop = 450  
ClientWidth = 7245  
LinkTopic = "Form1"  
ScaleHeight = 5430  
ScaleWidth = 7245  
StartUpPosition = 3 'windows Default

Begin VB.PictureBox Picture1

Height = 2415  
Left = 1080  
ScaleHeight = 2355  
ScaleWidth = 4755  
TabIndex = 20  
Top = 480  
Width = 4815

End

Begin VB.Timer Timer1

Interval = 10  
Left = 6360  
Top = 1680

End

Begin VB.CommandButton Command1

Caption = "Capture"  
Height = 495  
Left = 2760  
TabIndex = 0  
Top = 4800  
Width = 1215

End

Begin VB.Label Label19

Caption = "9"  
Height = 255  
Left = 5280

```
TabIndex = 19
Top = 3240
Width = 255
End

Begin VB.Label Label18
    Caption = "8"
    Height = 255
    Left = 4920
    TabIndex = 18
    Top = 3240
    Width = 135
End

Begin VB.Label Label17
    Caption = "7"
    Height = 255
    Left = 4440
    TabIndex = 17
    Top = 3240
    Width = 255
End

Begin VB.Label Label16
    Caption = "6"
    Height = 255
    Left = 3960
    TabIndex = 16
    Top = 3240
    Width = 135
End

Begin VB.Label Label15
    Caption = "5"
    Height = 255
    Left = 3480
    TagIndex = 15
    Top = 3240
    Width = 255
End

End
```

Begin VB.Label Label14

Caption = "4"  
Height = 255  
Left = 3000  
TabIndex = 14  
Top = 3240  
Width = 135

End

Begin VB.Label Label13

Caption = "3"  
Height = 255  
Left = 2400  
TabIndex = 13  
Top = 3240  
Width = 255

End

Begin VB.Label Label12

Caption = "2"  
Height = 255  
Left = 1920  
TabIndex = 12  
Top = 3240  
Width = 135

End

Begin VB.Label Label8

Caption = "1"  
Height = 255  
Left = 1440  
TabIndex = 11  
Top = 3240  
Width = 135

End

Begin VB.Line Line15

X1 = 5400  
X2 = 5400  
Y1 = 2880

Y2 = 3120  
End

Begin VB.Line Line14  
X1 = 4920  
X2 = 4920  
Y1 = 2880  
Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line13  
X1 = 4440  
X2 = 4440  
Y1 = 2880  
Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line12  
X1 = 3960  
X2 = 3960  
Y1 = 2880  
Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line11  
X1 = 3000  
X2 = 3000  
Y1 = 3120  
Y2 = 2880

End

Begin VB.Line Line10  
X1 = 2520  
X2 = 2520  
Y1 = 2880  
Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line9  
X1 = 2040  
X2 = 2040  
Y1 = 3120

Y2 = 3000

End

Begin VB.Line Line8

X1 = 2040

X2 = 2040

Y1 = 2880

Y2 = 3120

End

Begin VB.Line Line7

X1 = 1560

X2 = 1560

Y1 = 2880

Y2 = 3120

End

Begin VB.Label Label11

Caption = "0"

Height = 255

Left = 1080

TabIndex = 10

Top = 3240

Width = 135

End

Begin VB.Label Label10

Caption = "10"

Height = 255

Left = 5760

TabIndex = 9

Top = 3240

Width = 255

End

Begin VB.Label Label9

Caption = "Time (s)"

Height = 255

Left = 5640

TabIndex = 8

Top = 3720

```
Width      =  615
End

Begin VB.Line Line6
    X1      =  5880
    X2      =  5880
    Y1      =  2880
    Y2      =  3120
End

Begin VB.Line Line5
    X1      =  1080
    X2      =  1080
    Y1      =  2880
    Y2      =  3120
End

Begin VB.Line Line4
    X1      =  3480
    X2      =  3480
    Y1      =  2880
    Y2      =  3120
End

Begin VB.Line Line3
    X1      =  1080
    X2      =  840
    Y1      =  480
    Y2      =  480
End

Begin VB.Line Line2
    X1      =  840
    X2      =  1080
    Y1      =  2880
    Y2      =  2880
End

Begin VB.Line Line1
    X1      =  840
    X2      =  1080
    Y1      =  1680
End
```

Y2 = 1680

End

Begin VB.Label Label7

Height = 255  
Left = 2040  
TabIndex = 7  
Top = 3840  
Width = 735

End

Begin VB.Label Label6

Caption = "V"  
Height = 255  
Left = 3120  
TabIndex = 6  
Top = 3840  
Width = 255

End

Begin VB.Label Label5

Caption = "Volt DC"  
Height = 255  
Left = 1080  
TabIndex = 5  
Top = 3840  
Width = 615

End

Begin VB.Label Label4

Caption = "Voltage(V)"  
Height = 255  
Left = 120  
TabIndex = 4  
Top = 120  
Width = 855

End

Begin VB.Label Label3

Caption = "5.0"  
Height = 255

```

Left      = 480
TabIndex = 3
Top       = 480
Width    = 375

End

Begin VB.Label Label2
    Caption = "2.5"
    Height  = 255
    Left    = 480
    TabIndex = 2
    Top     = 1560
    Width   = 375

End

Begin VB.Label Label1
    Caption = "0"
    Height  = 255
    Left    = 480
    TabIndex = 1
    Top     = 2760
    Width   = 255

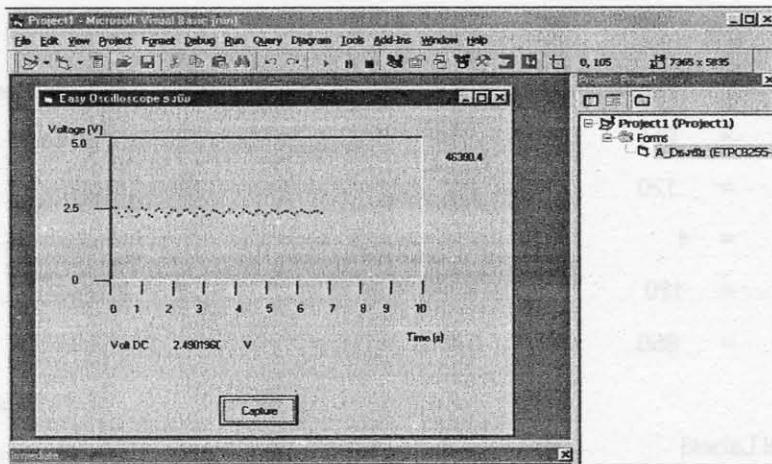
End

```

End

#### ผลการทดลอง

ผลการวัดความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับแรงดันไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการของ gravimeter เพื่อศึกษาการ  
ขอซึ่ลเดตแบบแคนเป้ แสดงดังรูปที่ 12.6.4



รูปที่ 12.6.4 ภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ขณะใช้งานโดยใช้โปรแกรมที่ชื่อ Voltage vs Time Graph

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อตั้งค่าอนุนัต้นแก้รูปคลื่น ค่าความเห็นใจนำตัวเอง ( $L$ ) ของขดลวดจะเปลี่ยน ค่าความด้านท่านเห็นใจนำ ( $X_L$ ) จะเปลี่ยนตามสมการ  $X_L = \omega L = 2\pi fL$  เมื่อ  $f$  เป็นความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ตอกคร่อมขดลวด ( $V_L = V$ )  $V = V_L = IX_L = I\omega L = I2\pi fL$  ก็จะเปลี่ยนด้วย นำแรงดัน  $V$  เข้า  $I_0$  (ขา 26) ของ ADC0809 เพื่อแปลงแรงดันอนาลอกเป็น แรงดันดิจิตอล ส่งผ่านบอร์ด 74LS244 ส่งผ่าน ET-PC8255 Card แล้วเข้าคอมพิวเตอร์ สั่ง RUN ให้คอมพิวเตอร์แสดง แรงดันไฟฟ้าตอกคร่อมขดลวดที่รีบันกับเวลา ( $V$  vs  $t$ ) ดังผลการทดลอง (รูปที่ 68.4) จะเห็นว่าแรงดันตอกคร่อมขดลวดจะค่อยๆ ลดลงแบบสปริงเกลต์แบบดำเนินความเวลา

### สรุปผลการทดลอง

แผนงานฯรบกู้มต่อคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมและโปรแกรมที่เรียบเรียง สามารถกดบันรีบานทางพิสิกส์ได้หลายอย่าง เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความด้านท่านไฟฟ้า นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการทดสอบสมบัติเรืองพิสิกส์ได้อีกด้วย ได้แก่ การวัดความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับแรงดันไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการของกราฟการเห็นใจนำร่วมเทือศึกษากราฟสปริงเกลต์แบบดำเนินไป

### เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธากุล<sup>\*</sup> พิสิกส์สตูดิโอเล็กทรอนิกส์ภาควิชาพิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

Duga, J. J., 1962, Automatic data recording system for semiconductor research,

The review of scientific instruments, 45(3) : 371-377.

—

## บทความ การแสดงออกสปริงเกลต์แบบดำเนินความเวลา

### ธงชัย พันธ์เมธากุล<sup>\*</sup>

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., 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

ได้แสดงออกสปริงเกลต์แบบดำเนินความเวลาโดยโปรแกรมแลบวิว

### Abstract

Damped oscillation was displayed with LabVIEW Program

**Key words :** ferrimagnetic material

### คำนำ

ในปี 1948 นีล (Neel) ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเรืองแม่เหล็กในเฟอร์ไรซ์ จำนวนมาเดลลิกในสารแม่เหล็กเฟอร์ไรซ์เกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียสและอิเล็กตรอนที่หมุนรอบตัวเอง ในลักษณะเดียวกับสารแม่เหล็กเฟอร์ไรซ์ จำนวนมาเดลลิกเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนในรั้น  $r$  ที่ไม่เต็ม (Moulson และ

Herbert, 1990) สมการสำหรับคือ  $B = \mu H = \mu_0 \mu_s H = \mu_0 (H+M)$ ,  $M = \chi_m H$  และ  $H = g$  อำนาจแม่เหล็กเพอร์ริเมต์ (ferrimagnetism) เกิดจากการเรียงตัวแบบขนานตรงข้ามกัน (antiparallel alignment) ของไมเมนต์แม่เหล็กขนาดไมเท่ากัน ขนาดกันและทิศทางตรงข้ามนี้ทำให้ไมเมนต์แม่เหล็กรวมหรือแมกนีติซึ่งเป็นศูนย์ พฤติกรรมการคู่ความ (coupling behavior) เหล่านี้ มีความเกี่ยวข้อง กับการทำอันตรักษ์ของอิเล็กตรอนวงนอก (outer electron interaction) ของไอออนข้างเคียง (neighbouring ion) พันธะที่เกิดขึ้นในเชรามิกส์แม่เหล็กเป็นแบบไฮโอนิกและแบบโคลาเลนต์ การเกิดพันธะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนอย่างรวด (superexchange interaction) หรือเกิดการจัดเรียงตัวของสปิน (spin alignment) ระหว่างอิเล็กตรอนวงนอกซึ่งสามารถตอบสนองต่อการคู่ความ วงการล้ำแม่เหล็กเพอร์ริเมต์ก็สามารถแม่เหล็กเพอร์ริเมต์โดยมีขนาดเล็กกว่า

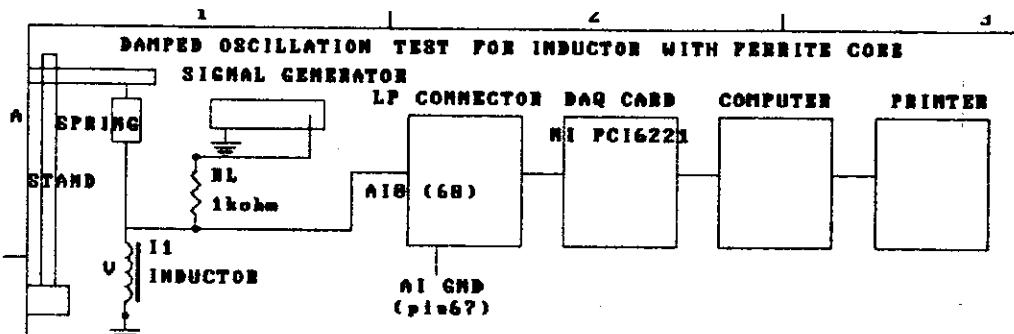
ตัวอย่างสารเพอร์ริเมต์อ่อน ได้แก่  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  และ  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  สารเหล่านี้เตรียมได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกรณ์ทางเดินของเรืองหรือวิธีอื่นๆ สารเพอร์ริเมต์อ่อนแสดงอำนาจแม่เหล็กเพอร์ริเมต์ (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การหัก (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยนำสารเพอร์ริเมต์อ่อนทำเป็นตัวตรวจวัดสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) (Buchanan, 1991) สารเพอร์ริเมต์อ่อนเหล่านี้มีโครงสร้างผลึกเป็นแบบสถาปัตย

วัสดุแม่เหล็กเพอร์ริเมต์อยู่ในกลุ่มเพอร์ริเมต์อ่อน เพอร์ริเมต์อ่อนแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไฟตามความถี่ของสนามแม่เหล็ก (magnetic field) จึงนำไปประยุกต์เป็นแกนของชุด漉ต (inductor core) แกนของหม้อแปลงไฟฟ้า (transformer core) สมกันนิ่งโยก (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เลื่อนเฟส (phase shifter) และอุปกรณ์ในครัวเรือน (microwave device)

#### วิธีการทดลอง

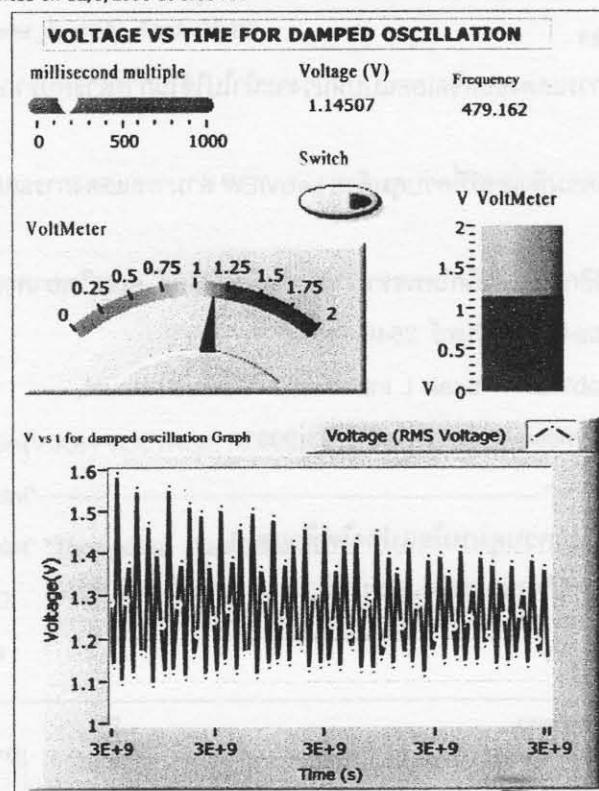
จดงจรดังกฎที่ 12.6.5 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ผ่านตัวต้านทาน  $1 \text{ k}\Omega$  และขอดูตัวหนี่ยน้ำที่มีแกนเป็นเพอร์ริเมต์ ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าต่อกัน  $V'$  ให้แรงดันไฟฟ้าต่อกัน  $V$  เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังกฎที่ 12.6.6 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า  $V$  Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) และแสดงแรงดันไฟฟ้าด้วย Numeric Indicator และแสดงกราฟ  $V$  vs  $t$  ในรูป ด้วย Waveform Graph Indicator ส่วน Tone Measurements ทำหน้าที่วัดความถี่และแสดงผลด้วย Numeric Indicator Millisecond Multiple เมื่อเวลาหน่วง Switch Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆ กัน ตั้ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด ตั้งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

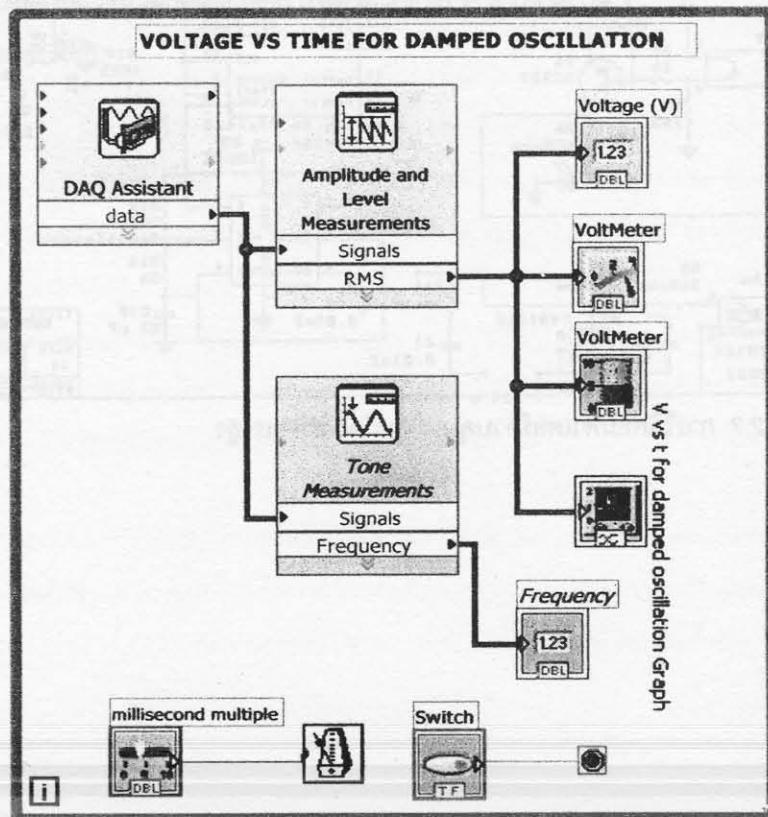


กฎที่ 12.6.5 การจัดชุดการทดลองสำหรับการแสดงของเรซิลเลตแบบหน่วง

Th-V vs t-Damp.vi  
 D:\0-0a LV IIÍáººå®DCÑ' aØ'·Œ 2 #\Th-V vs t-Damp.vi  
 Last modified on 12/9/2006 at 8:03 AM  
 Printed on 12/9/2006 at 8:03 AM



Th-V vs t-Damp.vi  
 D:\0-0a LV IIÍáººå®DCÑ' aØ'·Œ 2 #\Th-V vs t-Damp.vi  
 Last modified on 12/9/2006 at 8:03 AM  
 Printed on 12/9/2006 at 8:03 AM



รูปที่ 12.6.6 Front Panel สำหรับการแสดงของชิลเดตแบบหน้าง

## ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการแสดงออกของสัญญาณแบบหน่วยแสงดังรูปที่ 12.6.6

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการแสดงออกของสัญญาณแบบหน่วยจะนำไปใช้ในการสาธิตปรากฏการณ์

### สรุปผลการทดลอง

ระบบเริ่มต้นคอมพิวเตอร์ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงการแสดงออกของสัญญาณแบบหน่วยเชิงเส้นช่องอิ่ม

ลงราย พันธ์เมธาธุทธิ์ พลิกสวัสดิ์เล็กน้ำเงินเชิงมิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

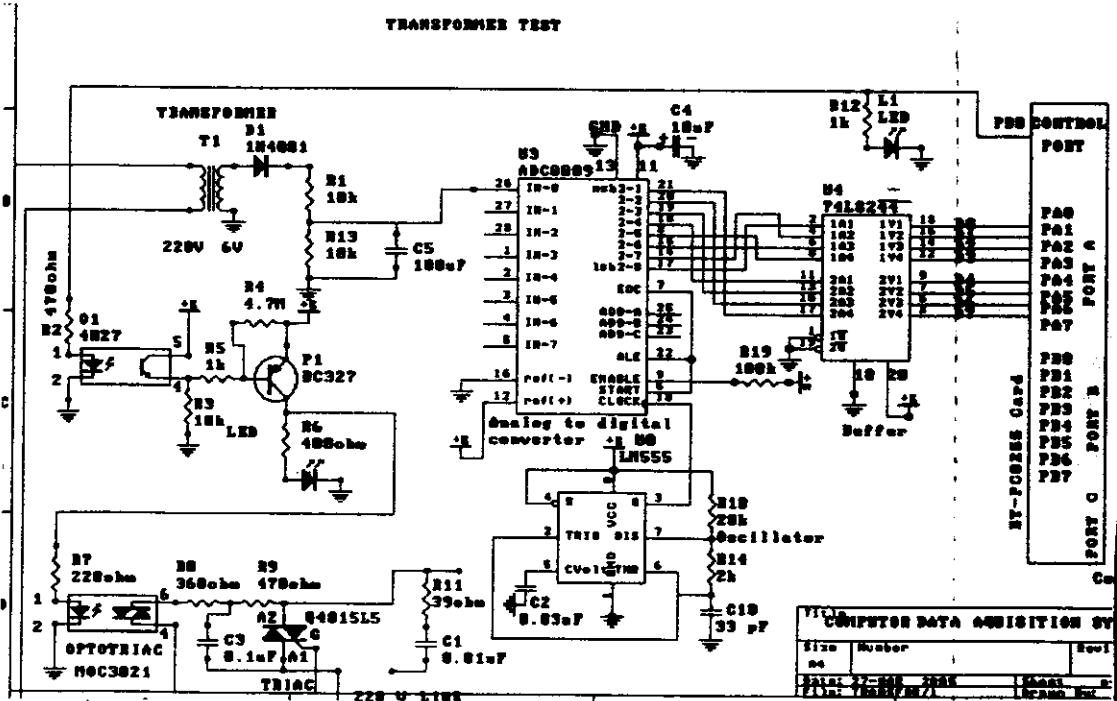
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

[Http:// www.ni.com](http://www.ni.com), LabVIEW™ Basic I. Introduction Course Manual,

National Instruments Corporation, 1993-2001.

## 12.7 การให้คอมพิวเตอร์ควบคุมมือแปลงไฟฟ้าแรงสูง

การให้คอมพิวเตอร์ควบคุมมือแปลงไฟฟ้าแรงสูงแสดงดังรูปที่ 12.7



รูปที่ 12.7 การให้คอมพิวเตอร์ควบคุมมือแปลงไฟฟ้าแรงสูง

โปรแกรม การให้ค่าคงที่เวลาร์คุณหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง

โปรแกรม การทดสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง

Program High\_Voltage\_Power\_Supply\_Test\_2549;

Uses crt;

Var

i : integer;

Const PB = \$0305;

Pcontrol = \$0307;

Begin

Clrscr;

Gotoxy(25,2); writeln('HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY TEST 2549');

Gotoxy(25,3); writeln('-----');

Gotoxy(28,6); writeln(' "Thongchai Panmatarith" ' );

Port[Pcontrol]:=90;

For i:=1 to 2550 do

Begin

Port[PB]:=0;

Gotoxy(30,15); writeln('Send 0 V → LOW VOLTAGE'); —

Delay(500);

Gotoxy(30,20); writeln('Send 5 V → HIGH VOLTAGE');

Delay(500);

End;

End.

## 12.8 การวัดสนามแม่เหล็กความแรงสูง บทความ การวัดสนามแม่เหล็กความแรงสูง

รองศาสตราจารย์ พันธุ์เมฆาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., 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

ได้ศึกษาการวัดสนามแม่เหล็กความแรงสูง

### Abstract

High magnetic field measurement was studied.

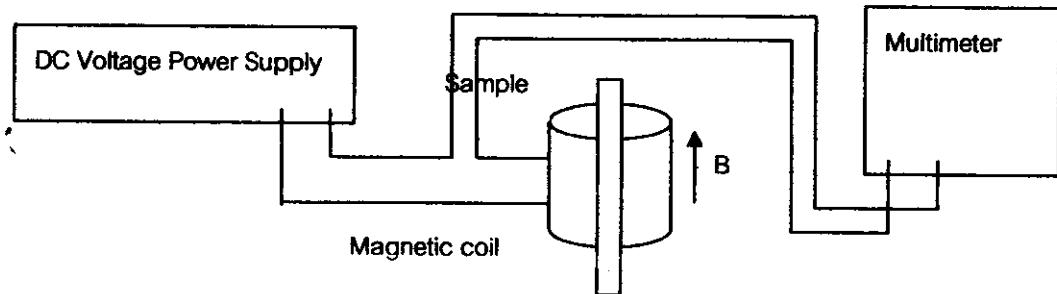
**Key words :** ferrimagnetic material

### คำนำ

แม่เหล็กเซรามิกส์ใช้ทำเป็นวัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แม่เหล็กเซรามิกสมัย 2 ประหนาท คือ เฟอร์ไรต์เริ่มกันเพื่อไวร์เรลย์อน  $MgFe_2O_4$ , จัดอยู่ในกลุ่มเฟอร์ไรต์เริ่ม เฟอร์ไรต์เริ่มแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสนามแม่เหล็ก จึงนำไปประยุกต์เป็นแกนของดิลัวต์ แกนของหม้อแปลงไฟฟ้า สะแกนนิ่งโยก (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เดื่อนไฟฟ้า (phase shifter) และอุปกรณ์ในไมโครเวฟ (microwave device) ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็กในเฟอร์ไรต์ จำนวนแม่เหล็กในสารเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนที่โคจรรอบแนวเกลียวและอิเล็กตรอนที่หมุนรอบตัวเอง จำนวนแม่เหล็กเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนในชั้นที่ไม่เต็ม ตัวอย่างสารเฟอร์ไรต์เริ่ม ได้แก่  $NiFe_2O_4$ ,  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MnFe_2O_4$ ,  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MgFe_2O_4$ ,  $Y_3Fe_5O_12$  และ  $CuFe_2O_4$  สารเหล่านี้เรียบมได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกริยาสถานะของแข็ง (solid-state reaction technique) และวิธีอื่นๆ สารเฟอร์ไรต์เริ่มแสดงจำนวนแม่เหล็กเฟอร์ริท (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การสัก (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยนำสารเฟอร์ไรต์เริ่มทำเป็นตัววัดสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) ตัวเหนี่ยวนำ (inductor) ที่ประกอบด้วยดิลัวต์เหนี่ยวนำ (induction coil) กับแกนเฟอร์ไรต์ (ferrite core) และแสดงความเหนี่ยวนำตัวเอง (self induction) ตัวอย่างสารเฟอร์ไรต์เริ่มที่เป็นโลหะจะเป็นโลหะหรือโลหะผสม

### วิธีการทดลอง

การจัดสภาพทดลองเพื่อวัดสนามแม่เหล็กความแรงสูงแสดงดังรูปที่ 12.8.1 สร้างเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กความแรงสูง ป้อนสนามแม่เหล็กจากเครื่องกำเนิดสนามแม่เหล็กความแรงสูงไปยังสาร ให้มัลติมิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างผิวน้ำทั้งสองในขณะที่ได้วัดสนามแม่เหล็ก สารที่ใช้ทดลอง คือ  $Bi_2O_3+Fe_2O_3$  และ  $0.5Bi_2O_3+MnO_2$



รูปที่ 12.8.1 การจัดค่าการทดลองสำหรับการวัดสนามแม่เหล็กความแรงสูง

$$B = \frac{\mu NI}{L} = \mu_0 \mu_r N I / L \quad (1)$$

$$N = L'/L \cdot 1 \text{ turn} = L'/2\pi r \quad (2)$$

$$r = 25.043 \text{ mm}$$

$$L' = 2(3.4)(0.0025 \text{ m}) = 0.157 \text{ m} \quad (3)$$

$$R = \rho L' / A; L' = RA/\rho = RA\sigma; A = \pi d^2/4 \quad (4)$$

$$\rho_{Cu} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$$

$$R_{Cu} = 12.9 \Omega$$

$$d = 0.91 \text{ mm}$$

$$A = (3.14)(0.00091 \text{ m})^2 / 4 = 6.5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$L' = (12.9 \Omega)(6.5 \times 10^{-7} \text{ m}^2) / (1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m) = 413.24 \text{ m} \quad (5)$$

—

$$N = (493.24 \text{ m}) / (0.157 \text{ m}) = 3141.63 \text{ turns} \quad (6)$$

$$\mu_0 \mu_r = (4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/Am})(5000) = 0.00628 \quad (7)$$

$$L = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m} \quad (8)$$

$$I = 4 \text{ A} \quad (9)$$

$$B = 12564000 \text{ Wb/m}^2 = 12.564 \text{ MWb/m}^2$$

#### ผลการทดลอง

สนามแม่เหล็กความแรงสูงที่ได้คือ  $B = 12564000 \text{ Wb/m}^2 = 12.564 \text{ MWb/m}^2$

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

สนามแม่เหล็กความแรงสูงจะเป็นข้อมูลที่ใช้กับการทดลองเรื่องอื่นๆ

#### สรุปผลการทดลอง

ระบบการวัดสามารถวัดสนามแม่เหล็กความแรงสูงได้

#### เอกสารซัพพอร์ต

ยืน ภูริวราณ, 2534, อิเลคทรอนิกส์อุตสาหกรรม บริษัทชีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

## 12.9 การวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับเวลา

บทความ การวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับเวลาด้วยโปรแกรมเทอร์บอปั๊สคัล

ธงชัย พันธ์เมธากุล

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., 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

ได้วัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับเวลาด้วยโปรแกรมเทอร์บอปั๊สคัล

### Abstract

The time dependent magnetic field was measured with Turbo Pascal Program.

**Key words :** ferrimagnetic material, magnetic field

### คำนำ

เครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่สั่งขึ้นจากต่างประเทศราคาแพงมากดังแต่ 8 หมื่นบาท จนถึง 2 แสนกว่าบาท ซึ่งยากที่จะซื้อมาใช้ จึงได้คิดหาวิธีการวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยกฎของฟาราเดียที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กสับสามารถทำได้โดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านชุดลวดไฮลินอยด์ การวัดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น วิธีที่ใช้หลักการของประกายการณ์ฟาราเดีย (Faraday effect) วิธีที่ใช้หลักการของประกายการณ์ฮอลล์ (Hall effect) และวิธีที่ใช้หลักการของประกายการณ์แมกนีติริสแตนซ์ (magnetoresistance effect) เป็นต้น

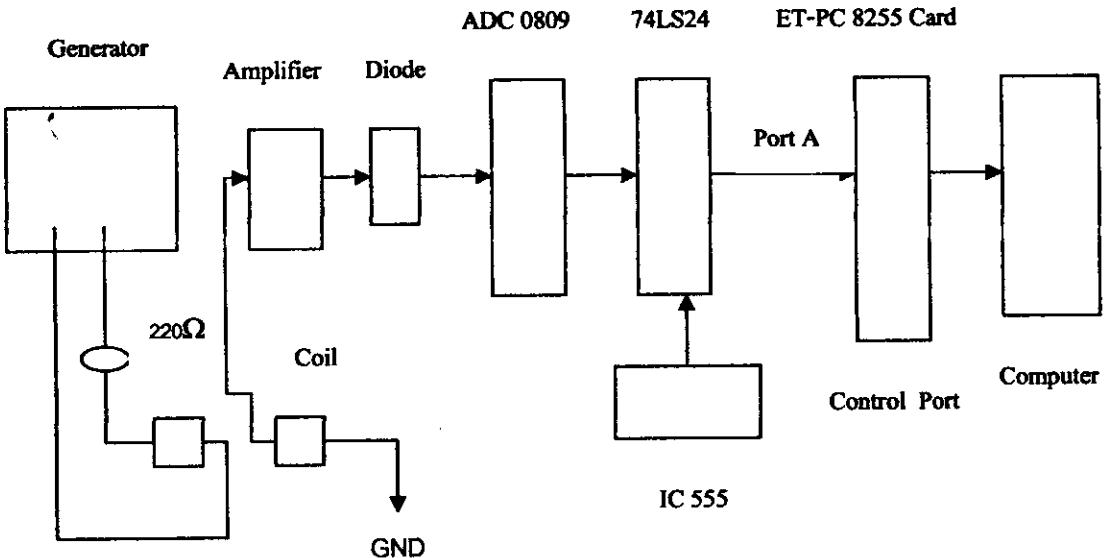
กฎของฟาราเดีย (Faraday law) ที่เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าที่ มีความว่า “ถ้านำชุดลวดตัวนำไฟฟ้าผ่านทางในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จะพบว่า เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในเนื้ยาน้ำขึ้นในลวดลูก” ซึ่งเป็นไปได้ดังสมการ

$$V_E = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

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

### วิธีการทดลอง

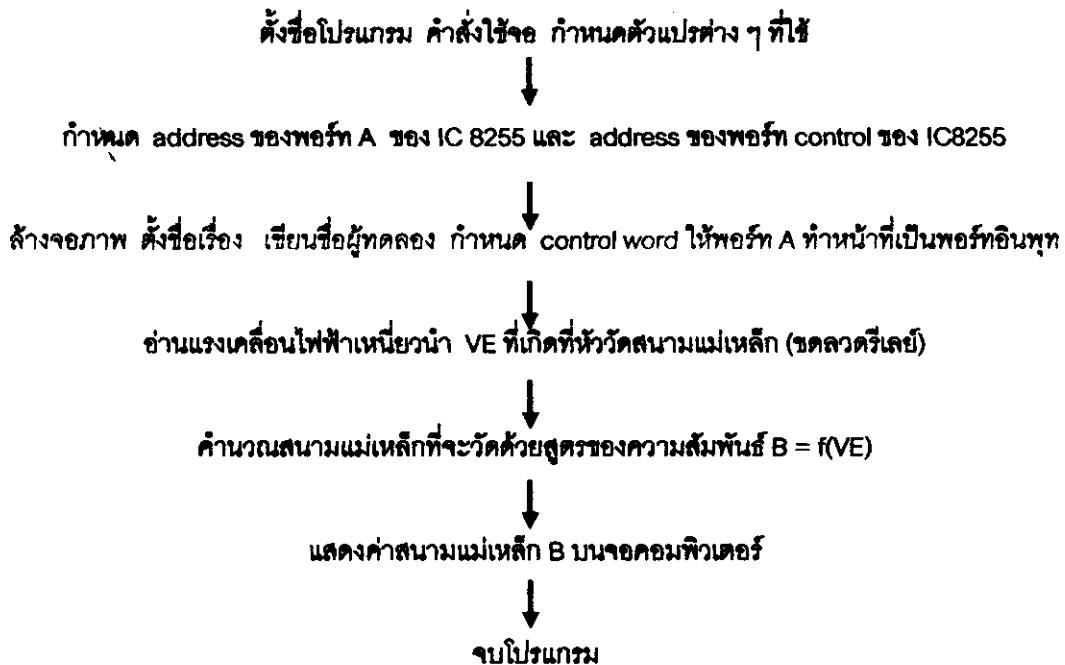
1. ภาคประกอบวงจรเขื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับวัดสนามแม่เหล็ก ทำการออกแบบระบบดังแสดงในรูปที่ 12.9.1 แล้วประกอบวงจรนี้ลงบนพีบอร์ด แล้วทดสอบจนได้รับผล



### รูปที่ 12.9.1 โครงสร้างของเครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่ได้ออกแบบขึ้น

2. การเขียนโปรแกรม การเรียนโปรแกรม และใส่สูตรต่าง ๆ ลงในโปรแกรมเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานน้ำท่ากับสนามแม่เหล็กจากแหล่งแม่เหล็ก

- 1) เขียนไฟล์ราก (flow chart) ที่แสดงหลักการทำงานของเครื่องวัดสนามแม่เหล็ก ดังแสดง ในรูปที่ 71.2
- 2) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้าโปรแกรมเทอร์บินาฬิกา เรียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเทอร์บินาฬิกา ทำงานในรูปแบบต่าง ๆ ดังแสดงในโปรแกรมที่ 1
- 3) เปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ปรับแรงดันไฟฟ้าที่ค่านึง ตั้งความถี่ 50 Hz กระแสไฟฟ้า ไฟลั่นขนาด โซลินอยด์ที่มีจำนวน 500 รอบ แกนของชุดคล้ายๆ 0.035 m สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีค่า B เมื่อ  $B = \Phi_0 N/L$  ค่านวน B
- 4) นำขดลวดรีเลย์ (หัววัด B) ไปวัดสนามแม่เหล็ก B จากชุดคลูปโซลินอยด์ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าหน่วยน่าเกิดขึ้น (VE) ซึ่งเป็นไปตามกฎของฟาราเดีย รัศม VE
- 5) เพิ่มแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ทดลองเหมือนข้อ 4 และ 5 บันทึก B และ VE
- 6) เรียนกราฟและแสดงสมการของความสัมพันธ์ระหว่าง B กับ VE ด้วย EXCEL นำสมการ  $B=f(VE)$  พิมพ์ สมการนี้ลงในโปรแกรม
- 7) เมื่อสั่ง RUN แรงเคลื่อนไฟฟ้าหน่วยน่า VE จะถูกขยายด้วยวงจรขยาย (Op Amp) ใช้ ไดโอดแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (แรงดันอนalog) ADC0809 จะแปลงแรงดันอนalog (AV) ให้เป็นแรงดันดิจิตอล (DV) ส่งผ่านบีฟเฟอร์ (74LS244) ผ่าน ET-PC8255 Card เข้าไปในคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะคำนวนสนามแม่เหล็กโดยอาศัยความสัมพันธ์  $B = f(VE)$  ของข้อ 6



รูปที่ 12.9.2 โปรแกรหาร์ทที่แสดงการวัดสนามแม่เหล็กที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์

```

Program Alternating_Magnetic_Field_Measurement;
uses crt;
var i, DV,          : integer;
    AV, VE, VE1, B : real;
const PA      = $0304;
      PB      = $0305;
      Pcontrol = $0307;
begin
  clscr;
  port[Pcontrol] := $90;
  gotoxy(26,2); writeln('Alternating_Magnetic_Field_Measurement ');
  gotoxy(26,3); writeln('-----');
  for j := 1 to 5500 do
  begin
    port[PB] := 0;          {io}
    delay(15);
    DV := port[PA];
    AV := (5/255)*DV;
    VE1 := AV; {V}
    VE:=VE1/(0.62/0.02);
  end;
end.

```

```

B := (3/1000)*VE+(2/100000); {Wb/m2}
gotoxy(24,15); writeln('AC Magnetic Field = ',B*1000000:3:2); {μWb/m2}
'gotoxy(46,15); writeln('μWb/m2');
delay(1000);
end;
end.

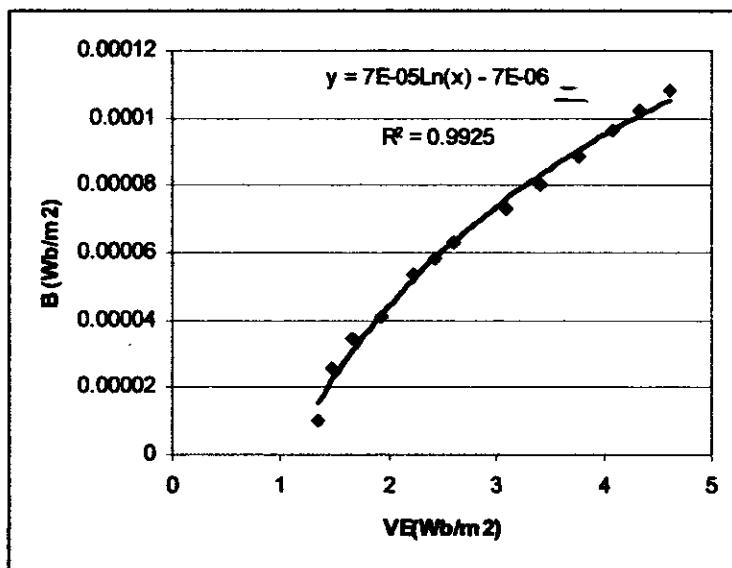
```

### ผลการทดลอง

ความยาวผ่านชุด漉วต์เรลีย์ (L) = 3.5cm

จำนวนรอบของชุด漉วต์ = 500รอบ

เริ่มจากประกอบวงจร เรียนโปรแกรม หาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากการ漉วต์เรลีย์ (VE) ซึ่งทำหน้าที่เป็นหัววัดสนามแม่เหล็กสำหรับวัดสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า คำนวณ สนามแม่เหล็กจากสูตร  $B = \mu N I / L$  นำค่า B กับ VE ไปเรียนกราฟ ได้ผลดังรูปที่ 12.9.3 ความสัมพันธ์ B vs VE แสดงดัง สมการ  $B = ? VE$  นำสมการความสัมพันธ์ B vs VE เรียนในโปรแกรม เมื่อสิ่ง Run คอมพิวเตอร์จะแสดงค่า สนามแม่เหล็กที่เวลาได้ (B) เรายังได้เครื่องวัดสนามแม่เหล็กกลับที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ ภาพบนจอยคอมพิวเตอร์ จะเป็นที่ทำการวัดสนามแม่เหล็ก แสดงดังรูปที่ 12.9.4



รูปที่ 12.9.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง VE กับ B

### MAGNETIC FIELD MEASURE

Miss Thanomjit Phasukjai

$$B = 14.15 \text{ mWb/m}^2$$

รูปที่ 12.9.4 ภาพบนจอยคอมพิวเตอร์จะเป็นที่ทำการวัดสนามแม่เหล็ก

## วิเคราะห์การทดลอง

สนามแม่เหล็กสับที่เกิดกระแสไฟฟ้าในผลผ่านชั้นคลาดซึ่งใช้ชุดลาดเรียลเป็นหัววัดสนามแม่เหล็กและแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ มีค่า  $B = 14.15 \text{ mWb/m}^2$  ค่าสนามแม่เหล็กที่วัดได้มาจาก การให้คอมพิวเตอร์คำนวนด้วยสูตร "ไม่มี เครื่องวัดสนามแม่เหล็ก" เริ่งการคำนวณปรับเทียบ ดังนั้นงานที่ทำยังอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการ ใช้สาขิตการเรียนได้ สรุปการทดลอง

การวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับเวลาด้วยคอมพิวเตอร์

เอกสารอ้างอิง

ยิน ภู่วรวรรณ, 2534, อิเลคทรอนิกส์อุตสาหกรรม บริษัทชีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

[Http://www.Ett.co.th](http://www.Ett.co.th), Manual of ET-PC8255 card, 2005-2007.

## บทความ การวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับเวลาด้วยโปรแกรมแลบวิว

คงชัย พันธ์เมฆาถุทธิ์

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., 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

ได้วัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับเวลาด้วยโปรแกรมแลบวิว

#### Abstract

The time dependent magnetic field was measured with LabVIEW Program.

Key words : ferrimagnetic material, magnetic field

### คำนำ

เครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่สั่งซื้อจากต่างประเทศราคาแพงมากตั้งแต่ 8 หมื่นบาท จนถึง 2 แสนกว่าบาท ซึ่งยากที่ จะซื้อมาใช้ จึงได้ศึกษาวิธีการวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยกฎของฟาราเดย์ที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ใน ห้องปฏิบัติการ การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กสับสามารถทำได้โดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านชั้นคลาดใช้ลินอยด์ การวัด สนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น วิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์ฟาราเดย์ (Faraday effect) วิธีที่ใช้หลักการของ ปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall effect) และวิธีที่ใช้หลักการของปรากฏการณ์แมกโนทริวอเรสเอนซ์ (magnetoresistance effect) เป็นต้น

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's law) ที่เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าที่ มีใจความว่า "ถ้านำชั้นคลาดตัวนำไฟฟ้า ผ่านในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จะพบว่า เกิดแรงเหวี่ยงไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในเส้นคลาด" ซึ่ง เนื่องได้ดังสมการ

$$V_E = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

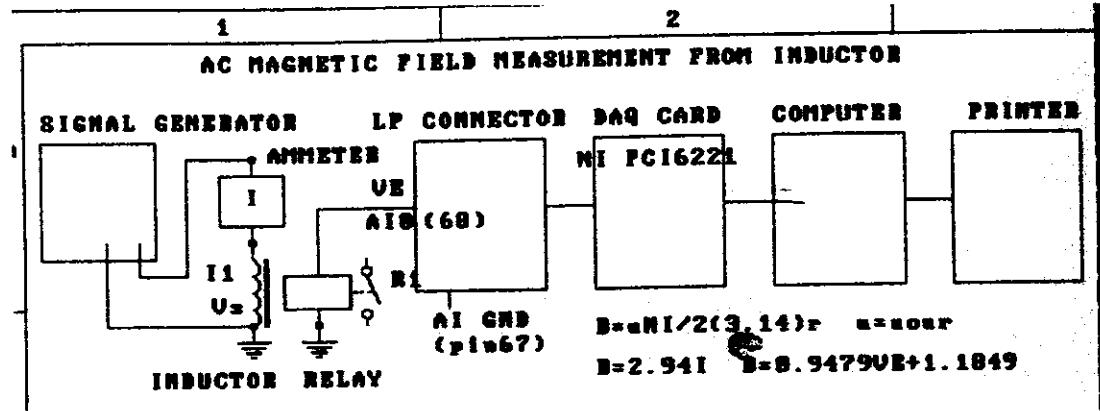
เมื่อ  $V_E$  เป็นแรงเหตุที่ไฟฟ้าเนื่องจากน้ำ และ  $d\Phi_B/dt$  เป็นพลัง磁ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา วิธีการทดลอง

จัดชุดทดลองดังรูปที่ 12.9.5 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าร่ายกระเพื่อไฟฟ้าในหลอดผ่านแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา กระแสไฟฟ้า I และในหลอดผ่านชุดความถี่สนามแม่เหล็ก B เกิดขึ้น  $B = \mu NI/2\pi r$ ;  $N=500$  turns;

$$\mu = \mu_0 \mu_r = (4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/m}^2)(5000) = 0.00628 \text{ Wb/Am}; r = 0.17 \text{ m}; 2\pi r = 1.0676 \text{ m}; B = 2.941; B = 0.9479VE + 1.1849$$

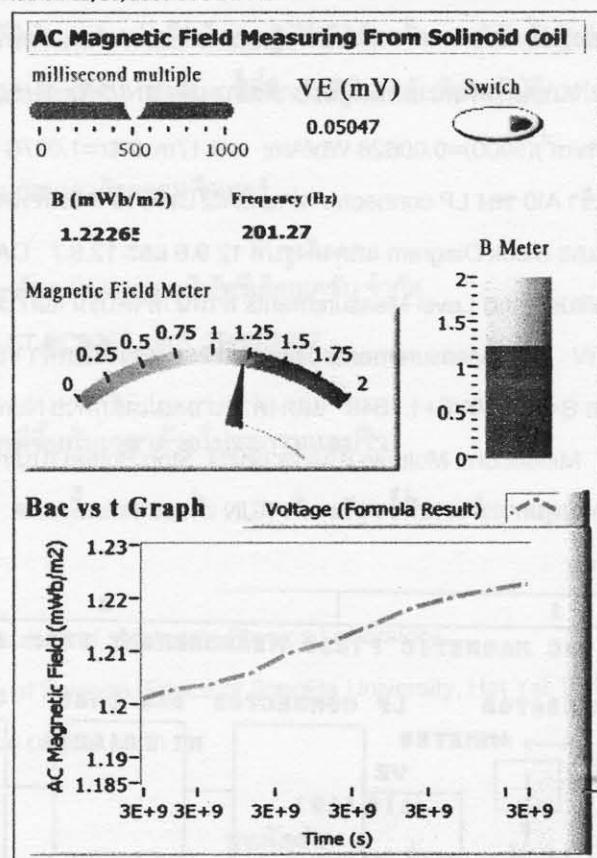
ส่งแรงดันไฟฟ้า  $VE$  มาเข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ แสดงสนามแม่เหล็ก B บนจอ

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 12.9.6 และ 12.9.7 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่าน แรงดันไฟฟ้า  $VE$  Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) แสดง แรงดันไฟฟ้าในหน่วย mV Tone Measurements รดความถี่ f ส่งแรงดันไฟฟ้า  $VE$  มาเข้าที่ Formula เพื่อคำนวนค่า สนามแม่เหล็ก (B) เมื่อ  $B = 0.9479VE + 1.1849$  แสดงค่าสนามแม่เหล็กด้วย Numeric Indicator และ Graph Indicator ในหน่วยของ mWb/m<sup>2</sup> Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิตช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆ กัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

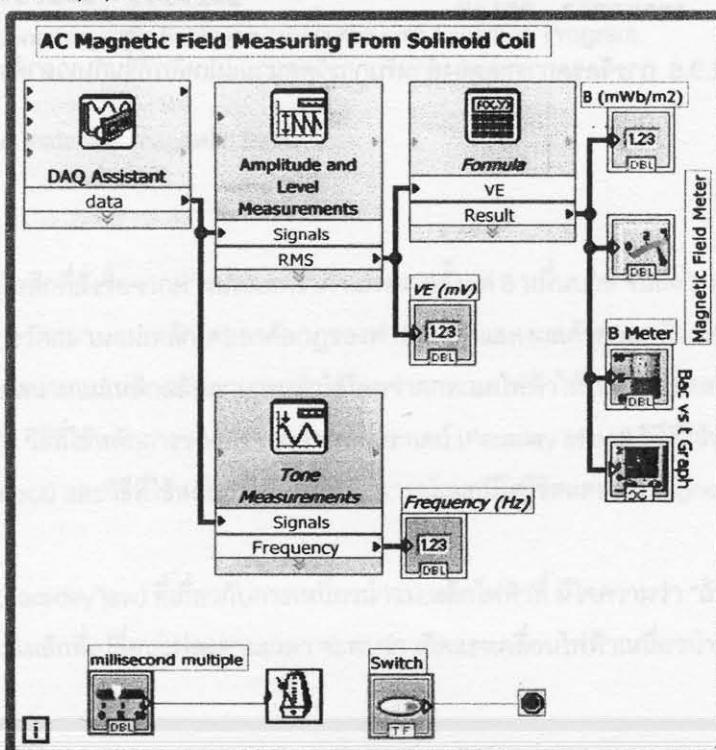


รูปที่ 12.9.5 การจัดชุดการทดลองสำหรับการวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับเวลาด้วยคอมพิวเตอร์

Th-Bac Value.vi  
 D:\0-0a LV ធនាគ់អេដិជីន ០៧ ០៩ ២ #\Th-Bac Value.vi  
 Last modified on 12/10/2006 at 5:09 PM  
 Printed on 12/10/2006 at 5:10 PM



Th-Bac Value.vi  
 D:\0-0a LV ធនាគ់អេដិជីន ០៧ ០៩ ២ #\Th-Bac Value.vi  
 Last modified on 12/10/2006 at 5:09 PM  
 Printed on 12/10/2006 at 5:10 PM



រូប 12.9.6 Front Panel และ Block Diagram សំណងការវัดស្ថាមមេឡើកទីមួយក្នុងពេល

## ผลการทดลอง

ผลการวัดสนามแม่เหล็กที่ซึ้นกับเวลาด้วยโปรแกรมแลบวิวแสดงดังรูปที่ 12.9.6

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดสนามแม่เหล็กที่ซึ้นกับเวลาด้วยโปรแกรมแลบวิวจะนำไปใช้ทดลองเรื่องอื่นๆ

## สรุปผลการทดลอง

ระบบเขียนต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงวัดสนามแม่เหล็กที่ซึ้นกับเวลาด้วย คอมพิวเตอร์

## เอกสารอ้างอิง

ยืน ภู่วรรณ. 2534, อิเลคทรอนิกส์อุตสาหกรรม บริษัทชีเอ็คยูเคชัน จำกัด

[Http:// www.ni.com](http://www.ni.com), LabVIEW™ Basic I. Introduction Course Manual,

National Instruments Corporation, 1993-2001.

## 12.10 การวัดสนามแม่เหล็กที่ซึ้นกับความถี่

บทความ การวัดสนามแม่เหล็กที่ซึ้นกับความถี่ด้วยโปรแกรมแลบวิว

ธงชัย พันธ์เมฆาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., Materials Physics Laboratory, 二

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

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

## บทคัดย่อ

ได้วัดสนามแม่เหล็กที่ซึ้นกับความถี่ด้วยโปรแกรมแลบวิว

## Abstract

Magnetic field vsrsus frequency was measured with LabVIEW Program

**Key words :** ferrimagnetic material, magnetic field

## คำนำ

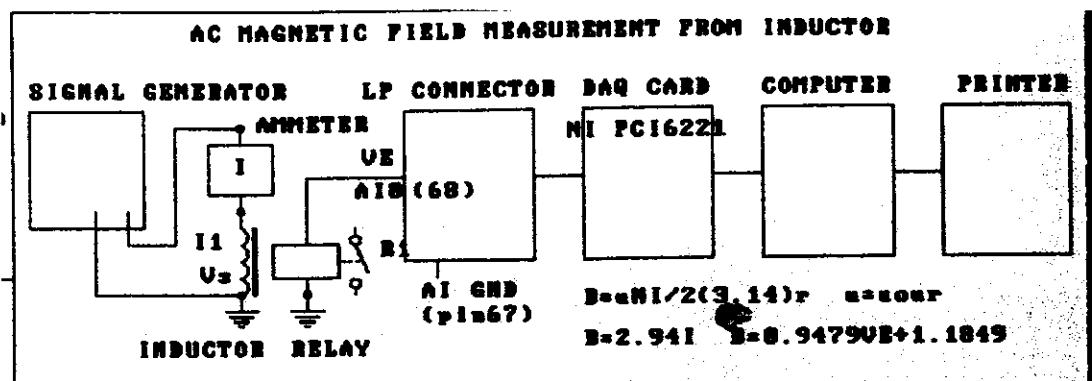
เครื่องวัดสนามแม่เหล็กที่ซึ้นรือจากต่างประเทศราคาแพงมากตั้งแต่ 8 หมื่นบาท จนถึง 2 แสนกว่าบาท ซึ่งยากที่จะซื้อมาใช้ จึงได้คิดหาวิธีการวัดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยกฎของฟาราเดียที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับนำไปในห้องปฏิบัติการ การทำให้เกิดสนามแม่เหล็กกลับสามารถทำได้โดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดโลหะอย่าง การวัดสนามแม่เหล็กมีหลายวิธี เช่น วิธีที่ใช้หลักการของปากฎการณ์ฟาราเดีย (Faraday effect) วิธีที่ใช้หลักการของปากฎการณ์ฮอลล์ (Hall effect) และวิธีที่ใช้หลักการของปากฎการณ์แมกนีเตรีสแคนซ์ (magnetoresistance effect) เป็นต้น

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's law) ที่เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าที่ มีความว่า "ถ้านำขดลวดตัวนำไฟฟ้า ผ่านในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จะพบว่า เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในส่วนลวด" ซึ่ง เรียนได้ดังสมการ,

$$V_E = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

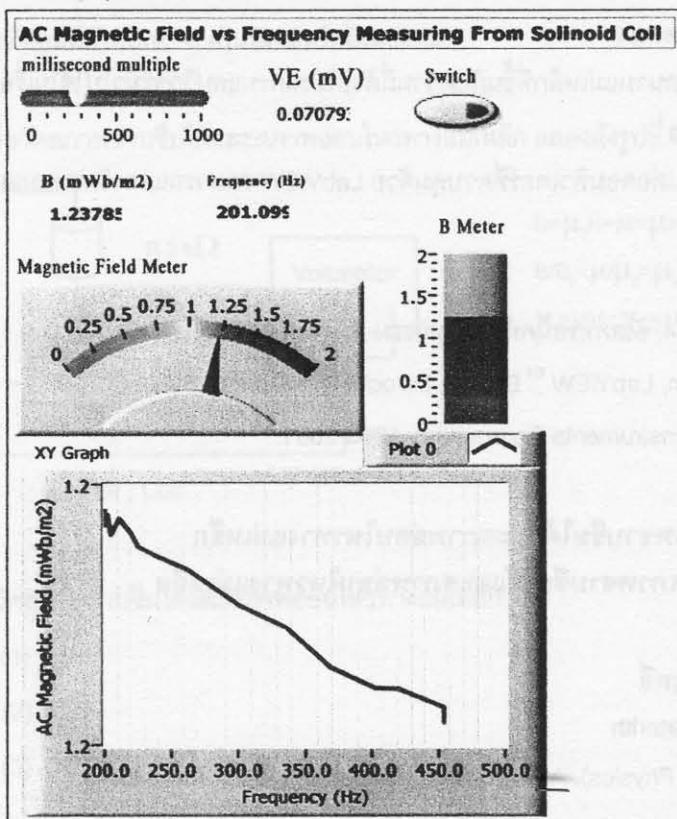
เมื่อ  $V_E$  เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และ  $d\Phi_B/dt$  เป็นพลังแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา วิธีการทดลอง

จัดชุดทดลองดังรูปที่ 12.10.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าในหลอดผ่านขดลวดเพื่อวัด กระแสไฟฟ้า I และในหลอดผ่านขดลวดมีสนามแม่เหล็ก B เกิดขึ้น  $B=\mu NI/2\pi r$ ;  $N=500$  turns;  $\mu=\mu_0\mu_r=(4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/m}^2)(5000)=0.00628 \text{ Wb/Am}$ ;  $r=0.17 \text{ m}$ ;  $2\pi r=1.0676 \text{ m}$ ;  $B=2.941$ ;  $B=0.9479VE+1.1849$  ส่งแรงดันไฟฟ้า VE มาเข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ แสดงสนามแม่เหล็ก B บนจอ Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 12.10.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า VE Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดบริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) แสดงแรงดันไฟฟ้าในหน่วย mV Tone Measurements วัดความถี่ f ส่งแรงดันไฟฟ้า VE มาเข้าที่ Formula เพื่อคำนวณค่าสนามแม่เหล็ก (B) เมื่อ  $B=0.9479VE+1.1849$  แสดงค่าสนามแม่เหล็กด้วย Numeric Indicator ส่งค่าสนามแม่เหล็ก B และความถี่ f ไปเข้าที่ Build XY Graph และ XY Graph Indicator ในหน่วยของ  $\text{mWb/m}^2$  Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิตช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆ กัน สั่ง RUN เพื่อ แสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

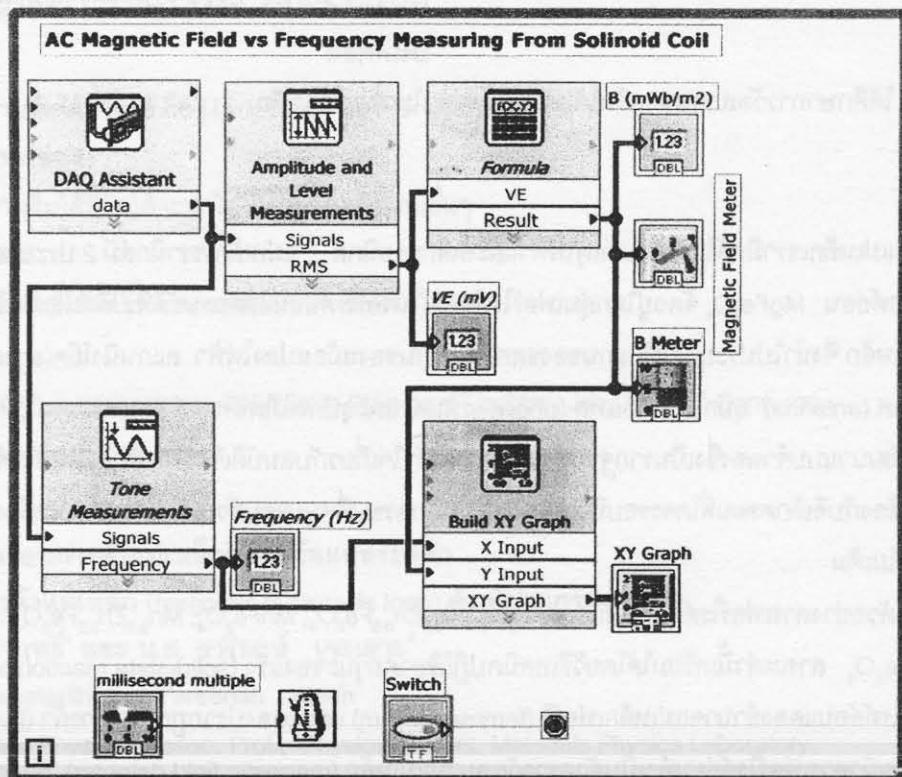


รูปที่ 12.10.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับความถี่ด้วยคอมพิวเตอร์

Th-Bac Value vs f.vi  
D:\0-0a LV ॥ିଆୟାଦଚନ୍ତାଗୀରେ 2 #\Th-Bac Value vs f.vi  
Last modified on 12/10/2006 at 5:35 PM  
Printed on 12/10/2006 at 5:35 PM



Th-Bac Value vs f.vi  
D:\0-0a LV ॥ିଳ୍ଳାଦୀଡ଼ଚନ୍ ଅୟ ଓେ 2 #\Th-Bac Value vs f.vi  
Last modified on 12/10/2006 at 5:35 PM  
Printed on 12/10/2006 at 5:35 PM



รูปที่ 12.10.2 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับความถี่ด้วยคอมพิวเตอร์

## ผลการทดลอง

ผลการวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับความถี่ด้วยโปรแกรมแลบวิวแสดงดังรูปที่ 12.10.2

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับความถี่ด้วยโปรแกรมแลบวิวจะนำไปใช้ในเรื่องอื่นๆ

## สรุปผลการทดลอง

ระบบเขียนต่อคอมพิวเตอร์ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงวัดสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับความถี่ด้วยคอมพิวเตอร์

## เอกสารอ้างอิง

ยืน ภูวภรณ์, 2534, อิเลคทรอนิกส์อุตสาหกรรม บริษัทชีเอ็คยูเครัน จำกัด

[Http:// www.ni.com](http://www.ni.com), LabVIEW™ Basic I. Introduction Course Manual,

National Instruments Corporation, 1993-2001.

## 12.11 การวัดสภาพชำรุดได้และสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก

บทความ การวัดสภาพชำรุดซึ่งได้และสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก

### ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., Materials Physics Laboratory,

二

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

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

## บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการวัดสภาพชำรุดซึ่งได้และสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็ก

## คำนำ

แม่เหล็กเชรามิกส์ใช้ทำเป็นวัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แม่เหล็กเชรามิกสมัย 2 ประบาท คือ เฟอร์ไรต์เรียงกับเฟอร์ไรต์อ่อน  $MgFe_2O_4$ , จัดอยู่ในกลุ่มเฟอร์ไรต์อ่อน เฟอร์ไรต์อ่อนแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสนามแม่เหล็ก จึงนำไปประยุกต์เป็นแกนของดิสต้า แกนของหม้อแปลงไฟฟ้า สแกนนิ่งโยก (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เลื่อนเฟส (phase shifter) และอุปกรณ์ไมโครเวฟ (microwave device) ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นภัณฑ์สำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเรียงแม่เหล็กในเฟอร์ไรต์ สามารถแม่เหล็กในสารเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนที่โดยรวมนิวเคลียสและอิเล็กตรอนที่มุนรอบตัวเอง ข้ามๆแม่เหล็กเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนในขั้นรที่ไม่เต็ม

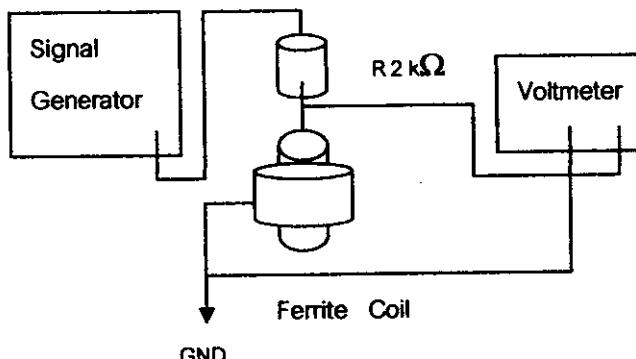
ตัวอย่างสารเฟอร์ไรต์อ่อน ได้แก่  $NiFe_2O_4$ ,  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MnFe_2O_4$ ,  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MgFe_2O_4$ ,  $Y_3Fe_5O_8$  และ  $CuFe_2O_4$ , สารเหล่านี้หรือมได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (solid-state reaction technique) และวิธีอื่นๆ สารเฟอร์ไรต์อ่อนแสดงข้ามๆแม่เหล็กเฟอร์ริซึม (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การล้า (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยนำสารเฟอร์ไรต์อ่อนทำเป็นตัวตรวจวัดสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) ตัวเหนี่ยวนำ (inductor) ที่

ประกอนด้วยชุดลวดเหนี่ยวนำ (induction coil) กับแกนเพอร์ไรต์ (ferrite core) และความเหนี่ยวนำด้วยเชิง (self induction)

ตัวอย่างสารเพอร์ไรต์อ่อนที่เป็นโลหะจะเป็นโลหะหรือโลหะผสม

### วิธีการทดลอง

การจัดทุกขั้นตอนเพื่อวัดสมภาพชานซึ่นได้และสภาพอ่อนในทางแม่เหล็ก แสดงดังรูปที่ 12.11.1



$$\begin{aligned} B &= \mu_0 H + M = \mu H; B_o = B_{ext} = \mu_0 H \\ B/B_o &= \mu/\mu_0 = \mu_r; V \propto B; V_o \propto B_o \\ \mu_r &= V/V_o; \chi_m = \mu_r^{-1} \end{aligned}$$

รูปที่ 12.11.1 การวัดสมภาพชานซึ่นได้และสภาพอ่อนในทางแม่เหล็ก

$$B = \mu_0 H + M = \mu H \quad (1)$$

$$B_o = B_{ext} = \mu_0 H \quad (2)$$

$$B/B_o = \mu H / \mu_0 H = \mu_r \quad (3)$$

$$V \propto B$$

$$V_o \propto B_o$$

$$\mu_r = V/V_o = (3.1219 V)/(2.727 V) = 1.1448 \quad (\text{at } f=5.15 \text{ kHz})$$

### ผลการทดลอง

สมภาพชานซึ่นได้ที่วัดได้คือ  $\mu_r = 1.1448$  ( $\text{at } f=5.15 \text{ kHz}$ )

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

สมภาพชานซึ่นได้ที่วัดได้จะนำไปใช้คำนวณปริมาณอื่นๆ

### สรุปผลการทดลอง

ระบบการวัดที่ได้จัดขึ้นสามารถถอดค่าสมภาพชานซึ่นได้

### เอกสารอ้างอิง

Charles Kittel, 1976, Introduction to Solid State Physics, 5<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons, Inc.,

New York/Sydney/Toronto.

## 12.12 การวัดวงจรของการถ้าแม่เหล็กของนมอ่อนปลอกไฟฟ้า

บทความ วงการถ้าแม่เหล็ก (magnetic hysteresis loop) ด้วยโปรแกรมแลบวิว ลงชื่อ พันธุ์เมฆาฤทธิ์<sup>1</sup> และ น.ส. ยาเร็นะห์ เจร์เดล<sup>2</sup>

Thongchai Panmatarith<sup>1</sup> and Yareenah Jehloh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., <sup>2</sup>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

ได้วัดวงรอบการสัมภัยเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยโปรแกรมแลบวิว

#### Abstract

Magnetic hysteresis loop of transformer was measured with LabVIEW Program.

**Key words :** ferrimagnetic material, transformer

### คำนำ

ในปี 1948 นีล (Neel) ได้พัฒนาแบบจำลอง (model) ซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติแม่เหล็ก (magnetic property) ของเพอร์ไรต์ (ferrite) ขึ้นมา แม่เหล็กเกิดจากสpinของอิเล็กตรอน (electron spin) การหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอนทำให้มีโมเมนต์แม่เหล็ก (magnetic moment, m) มีแมกนีติเดเชรัน (magnetization) เกิดขึ้น จำนวนแม่เหล็กเพอร์ไรต์ในช่องแข็งเกิดจากการคู่คบหากางแม่เหล็กอย่างแรง (strong magnetic coupling) หรือการดึงดูดร่วมของโมเมนต์แม่เหล็กบนอะตอมในช่องแข็ง การดึงดูดร่วมของโมเมนต์แม่เหล็กจะทำให้มีการเรียงตัวร่วมใหม่ที่ขนานกัน (parallel mutual reorientation) ของโมเมนต์แม่เหล็กไปในทิศทางหนึ่งจนกระทั่งเกิดเป็นแมกนีติเดเชรันที่เกิดขึ้นเอง (spontaneous magnetization) บริเวณที่ไม่มีโมเมนต์แม่เหล็กเรียงตัว เรียกว่า โดเมน (domain) บริเวณรอยต่อระหว่างโดเมน เรียกว่า ผนังโดเมน (domain wall)

### วัสดุแม่เหล็กแสดงปรากฏการณ์ต่างๆดังนี้

- 1) แมกนีติเดเชรัน (magnetization) ในวัสดุ
- 2) ปรากฏการณ์วงการสัมภัย (hysteresis effect)
- 3) ความสัมพันธ์ไม่เป็นเรียงเส้นระหว่างสนามแม่เหล็กในสารกับความเข้มสนามแม่เหล็ก

### สมการสำคัญ คือ

$$B = \mu H = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 (H + M) ; M = \chi_m H ; H = n I$$

$$B = \mu H = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 (H + M) ; M = \chi_m H ; H = n I$$

เมื่อ  $B$  เป็นความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก (magnetic flux density)  $H$  เป็นความเข้มสนามแม่เหล็ก (magnetic field intensity)  $\mu$  เป็นสภาพร้านค้าผ่านได้ทางแม่เหล็กของสารแม่เหล็ก (magnetic permeability of the magnetic material)  $\mu_0$  เป็นสภาพร้านค้าผ่านได้ทางแม่เหล็กของสุญญากาศ (magnetic permeability of the vacuum)  $\mu_r$  เป็นสภาพร้านค้าผ่านได้สัมพัทธ์ (relative permeability)  $M$  เป็นแมกนีติเดเชรัน  $\chi_m$  เป็นสภาพร้อนในทางแม่เหล็ก (magnetic susceptibility)  $n$  เป็นจำนวนรอบของขดลวดต่อหนึ่งหน่วยความยาว และ  $I$  เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด บทความนี้เป็นการศึกษาของกระแสแม่เหล็กด้วยโปรแกรมแลบวิว

### วิธีการทดลอง

จัดชุดทดลองตามรูปที่ 12.12.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจะจ่ายกระแสไฟฟ้า  $I_1$  ผ่านชุด 1 แอมมิเตอร์และตัวต้านทานที่มีความต้านทาน  $300 \Omega$  ของหม้อแปลงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้าจะแปลงแรงดันไฟฟ้านี้ออกทางชุด 2 เป็นบริเวณ  $V_2$  ตามหลักการเหมือนนำร่อง กระแสไฟฟ้าที่ออกทางชุด 2 มีค่า  $I_2$  ซึ่งต้องได้โดยอาศัย ความต้านทาน  $300 \Omega$  แรงดันไฟฟ้า  $V_1$  ที่ตกคร่อมความต้านทาน  $300 \Omega$  ทางต้านชุด 1 จะถูกป้อนเข้าทาง AI0 ส่วนแรงดันไฟฟ้า  $V_2$  ที่ออกชุด 2 จะถูกป้อนเข้าทาง AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ card เข้าคอมพิวเตอร์

$$H = n_1 I_1 = (N_1 / L_1) (V_1 / 300 \Omega)$$

$$R_i = \rho_i L_i / A_i; \quad L_i = R_i A_i / \rho_i = R_i (\pi d^2 / 4) / \rho_{co}$$

$$R_i = 15.5 \Omega \quad d = 0.39 \times 10^{-3} \text{ m}; \quad \rho_{co} = 1/5.81 \times 10^7 \Omega \cdot \text{m}; \quad L_i = 106.15 \text{ m}$$

$$N_i = L_i / (2\pi d/2); \quad d = 3.75 \times 10^{-2} \text{ m}; \quad N_i = 913.12 \text{ turns}$$

$$n = N_i / L_i' = 913.63 \text{ turns}/0.06 \text{ m} = 15019.766 \text{ turns/m}$$

$$B = (\mu_0 \mu_r) (N_2 / L_2') I_2 = (\mu_0 \mu_r) (N_2 / L_2') (V_2 / 300 \Omega)$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/Am}$$

$$\mu_r = 5000$$

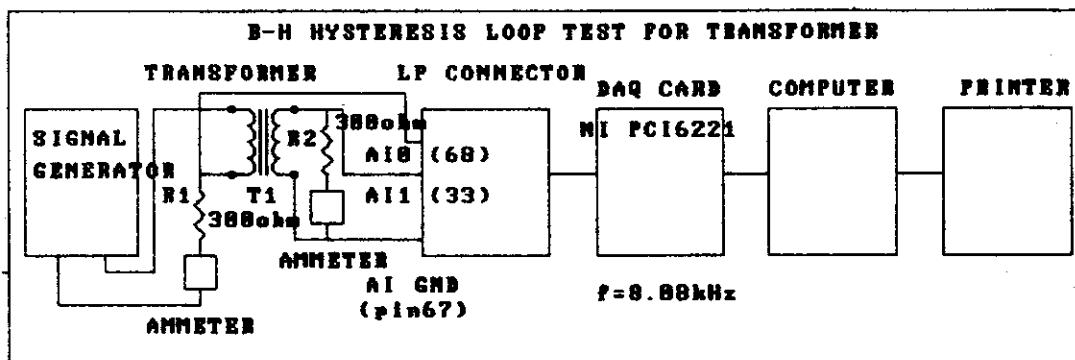
$$L_2 = R_2 A_2 / \rho_2 = R_2 (\pi d^2 / 4) / \rho_{co} = [(7.5 \Omega)(3.14 \times (0.78 \times 10^{-3} \text{ m})^2 / 4) / (1/5.81 \times 10^7 \Omega \cdot \text{m})] = 208.11 \text{ m}$$

$$N_2 = L_2 / (2\pi d/2) = (208.22 \text{ m}) / (2 \times 3.14 \times 3.75 \times 10^{-2} \text{ m}/2) = 1767.402 \text{ turns}$$

$$n = N_2 / L_2' = 1767.402 \text{ m}/0.06 \text{ m} = 29456.7 \text{ turns/m}$$

$$B = (184.987) (V_2 / 300 \Omega)$$

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 12.12.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่ย่านแรงดันไฟฟ้า V1 และ V2 ส่งค่า V1 และ V2 ไปที่ Convert from Dynamic Data แล้วส่งเข้า Index Array แยก V1 และ V2 ออก แสดง V1 vs t ด้วย Waveform Graph คำนวณกระแสไฟฟ้า I1 ด้วยสูตร  $I1 = V1/R1$  เมื่อ  $R1 = 300 \Omega$  คำนวณค่า  $N1/L1$  ด้วย Divide คูณ I1 กับ  $N1/L1$  ด้วย Multiply เพื่อให้ได้ความเข้มสนามแม่เหล็ก H เมื่อ  $H = (N1/L1)(V1/R1) = (N1/L1')(I1)$  แล้วส่งเข้า X Input ของ Build XY Graph แสดง  $V2$  vs  $t$  ด้วย Waveform Graph  $B = (184.987)(V_2 / 300 \Omega)$  คูณด้วย 1000 เพื่อแปลงหน่วย  $\text{Wb/m}^2$  เป็น  $\text{mWb/m}^2$  นำค่า B และ H ไปเขียนกราฟด้วย Build XY Graph Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ร้าบกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



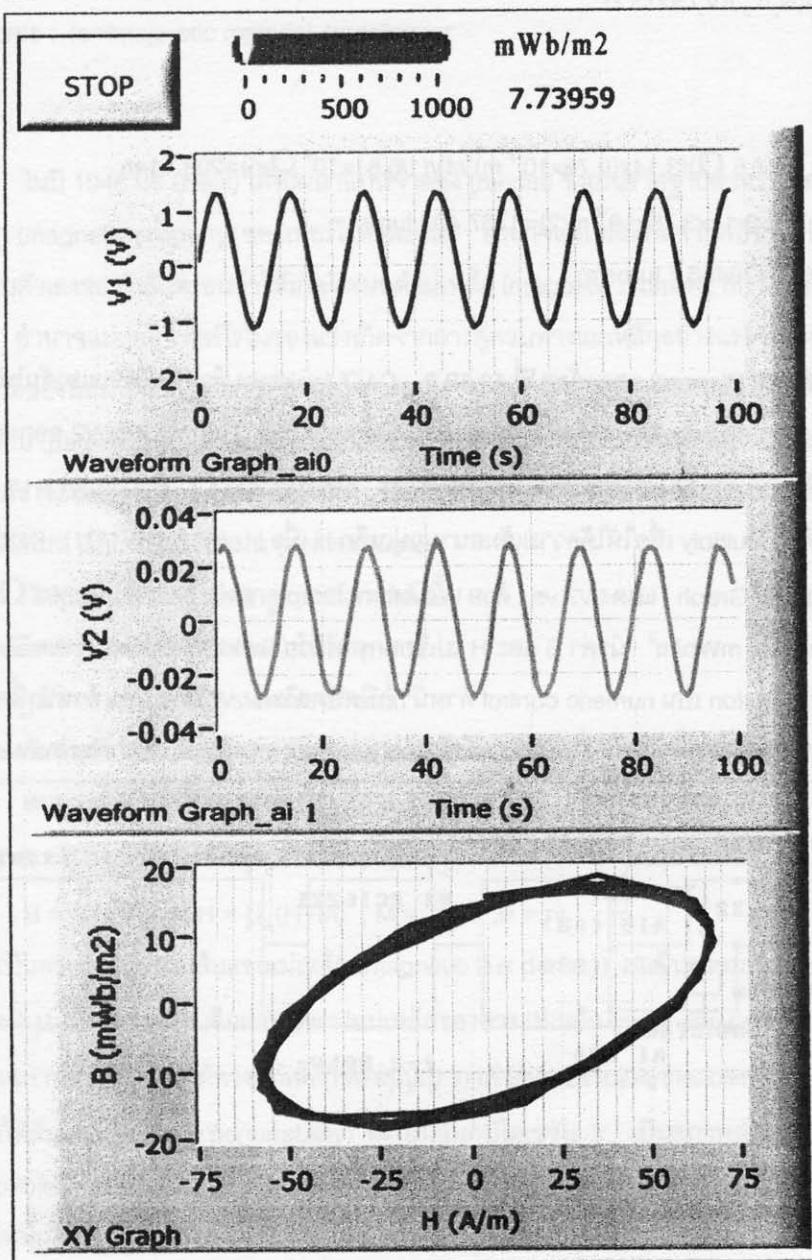
รูปที่ 12.12.1 การจัดเครื่องมือสำหรับการล้ำแม่เหล็ก

# Yar-Transformer-BH loop-imp 26 i34-use.vi

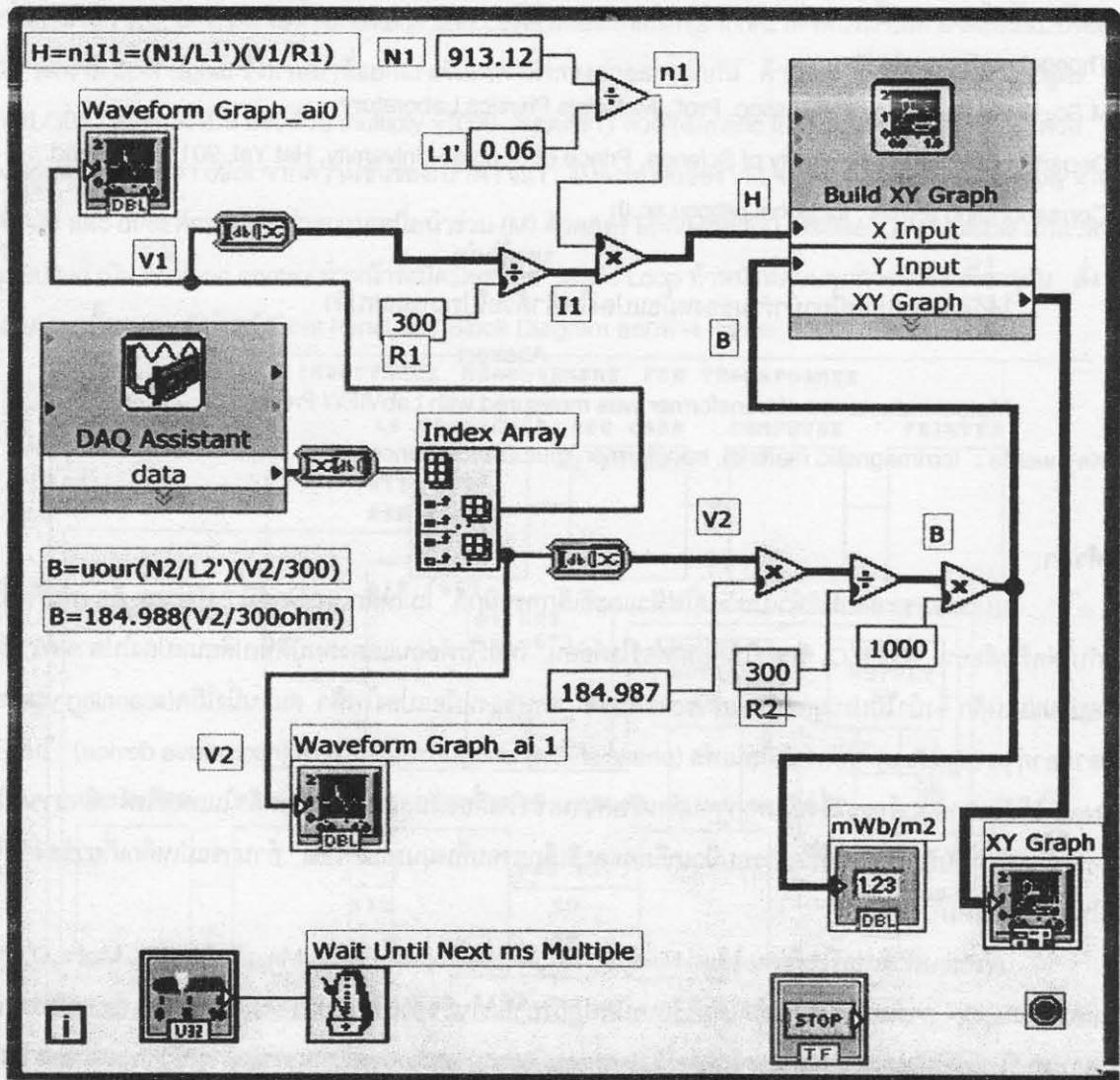
D:\0-0a\Yarina2\Yar-Transformer-BH loop-imp 26 i34-use.vi

Last modified on 2/26/2007 at 2:37 PM

Printed on 2/26/2007 at 2:39 PM



-Transformer-BH loop-imp 13 i¾-use.vi  
 -Oa อาร์ติฟิเชียล เซม 2-2549\Yarina2\อัตโนมัติ\Yar-Transformer-BH loop-imp 13 i¾-use.vi  
 : modified on 2/13/2007 at 10:21 AM  
 : saved on 2/13/2007 at 10:22 AM



รูปที่ 12.12.2 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการจัดเครื่องมือสำหรับวงการล้าแม่เหล็ก

#### ผลการทดลอง

วงการล้าแม่เหล็กที่ได้แสดงในรูปที่ 12.12.2

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

รูปร่างของวงการล้ามีความสอดคล้องกับทฤษฎี

#### สรุปผลการทดลอง

ระบบเข้มต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงวงการล้าแม่เหล็ก

#### เอกสารอ้างอิง

[Http:// www.ni.com](http://www.ni.com), LabVIEW™ Basic I. Introduction Course Manual,

National Instruments Corporation, 1993-2001.

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

## 12.13 การวัดค่าความเหนี่ยวนำร่วมของแม่เหล็กแปลงไฟฟ้า บทความ การวัดค่าความเหนี่ยวนำร่วมของแม่เหล็กแปลงไฟฟ้าด้วยโปรแกรมแลบวิว

คงชัย พันธ์เมธารัฐ

Thongchai Panmatarith

M.Sc. (Solid State Physics), Assoc. Prof., 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

ให้วัดค่าความเหนี่ยวนำร่วมของแม่เหล็กแปลงไฟฟ้าด้วยโปรแกรมแลบวิว

#### Abstract

Mutual inductance of transformer was measured with LabVIEW Program

**Key words :** ferrimagnetic material, transformer, mutual inductance

### คำนำ

แม่เหล็กเชรามิกส์ได้ทำเป็นวัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แม่เหล็กเชรามิกสมี 2 ประเภท คือ เฟอร์ไรต์ซึ่งกับเฟอร์ไรต์อ่อน  $MgFe_2O_4$  จดอยู่ในกรุ่นเฟอร์ไรต์อ่อน เฟอร์ไรต์อ่อนแสดงสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสนามแม่เหล็ก จึงนำไปประยุกต์เป็นแกนของขัตตาด แกนของแม่เหล็กแปลงไฟฟ้า แกนนิ่งโยค (scanning yokes) สายอากาศ (antenna) อุปกรณ์เลื่อนเฟส (phase shifter) และอุปกรณ์ไมโครเวฟ (microwave device) ในปี 1948 Neel ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของแม่เหล็กในเฟอร์ไรต์ ขั้นๆ แม่เหล็กในสารเกียร์ห้องกับอิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียสและอิเล็กตรอนที่หมุนรอบตัวเอง ขั้นๆ แม่เหล็กเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนในขั้นที่ไม่เต็ม

ตัวอย่างสารเฟอร์ไรต์อ่อน ได้แก่  $NiFe_2O_4$ ,  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MnFe_2O_4$ ,  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ ,  $MgFe_2O_4$ ,  $Y_3Fe_5O_{12}$  และ  $CuFe_2O_4$ , สารเหล่านี้เรียนได้โดยวิธีเทคนิคปฏิกริยาสถานะของแข็ง (Solid-state reaction technique) และวิธีอื่นๆ สารเฟอร์ไรต์อ่อนแสดงขั้นๆ แม่เหล็กเฟอร์ริท (ferrimagnetism) และแสดงปรากฏการณ์การล้า (hysteresis effect) มีผู้ทดลองโดยนำสารเฟอร์ไรต์อ่อนทำเป็นตัวตรวจสนามแม่เหล็ก (magnetic field detector) ตัวหนี่ยวนำ (inductor) ที่ประกอบด้วยชุดลดหนี่ยวนำ (induction coil) กับแกนเฟอร์ไรต์ (ferrite core) และความเหนี่ยวนำร่วม (self induction)

อัตราการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้า ( $di/dt$ ) แรงเกลี้ยงไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ( $V_E$ ) และค่าความเหนี่ยวนำร่วม ( $M$ ) ของแม่เหล็กแปลงไฟฟ้ามีค่าสอดคล้องตามสมการ  $V_E = M(di/dt)$

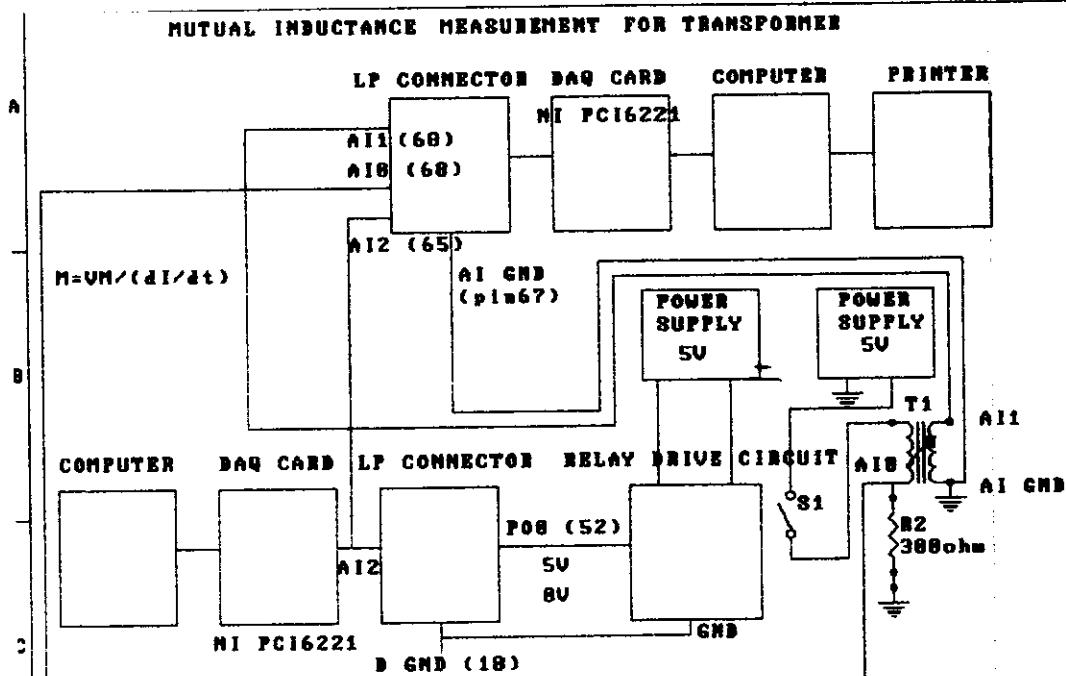
บทความนี้เป็นการวัดค่าความเหนี่ยวนำร่วมของแม่เหล็กแปลงไฟฟ้าที่ใช้แกนแม่เหล็ก

### วิธีการทดลอง

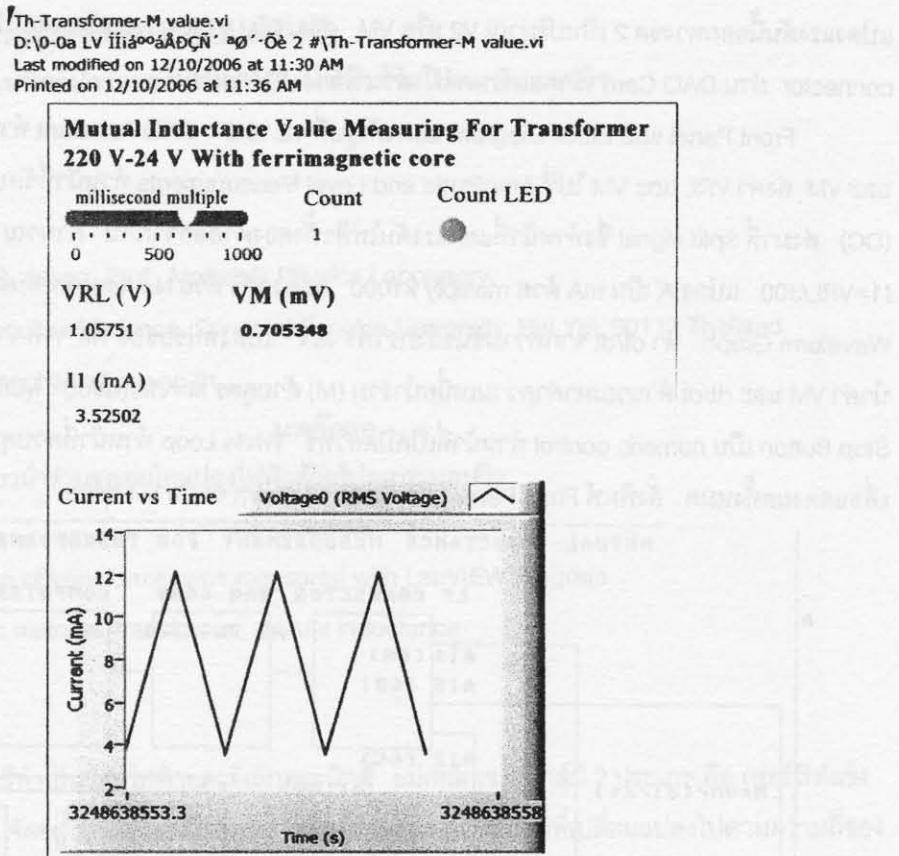
จัดเครื่องมือตามรูปที่ 12.13.1 คอมพิวเตอร์สั่งแรงดันไฟฟ้า 5V และ 0 V ผ่านกับ ผ่าน DAQ card มาที่ LP connector ทาง PO0 แล้วนำที่เข้าที่ AI2 ของ LP connector ผ่านทาง DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์และมาจังหวะรีบีเดย์ เมื่อสวิตช์ของรีบีเดย์เปิด แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า 5V จะมาเข้าที่อินพุทธองแม่เหล็กแปลงไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านชุด 1 และความต้านทาน 300  $\Omega$  แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทาน 300  $\Omega$  มีค่า V1 แม่เหล็กแปลงไฟฟ้าจะ

แปลงแรงดันนี้ออกทางชุด 2 เป็นปริมาณ V2 หรือ VM ส่งแรงดัน V1 และ V2 หรือ VM เข้า AI0 และ AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ คำนวน  $M=VM/(dI/dt)$

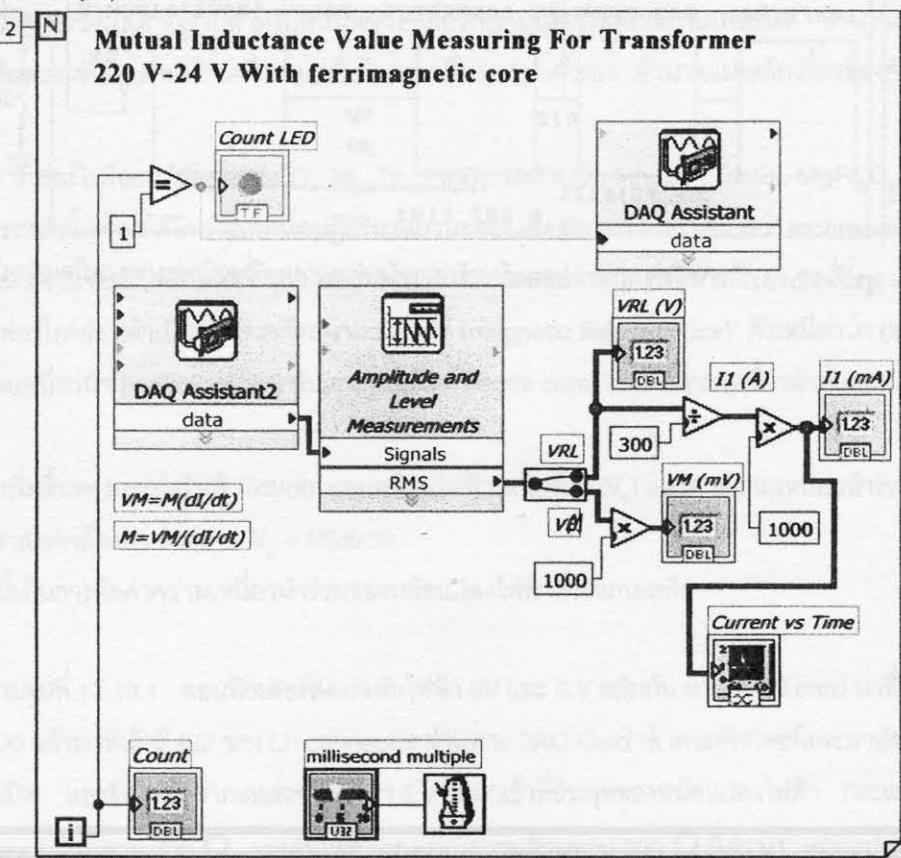
Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 12.13.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่ดำเนินแรงดันไฟฟ้า VRL และ VM ลงค่า VRL และ VM ไปที่ Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) ลงมาที่ Split signal ซึ่งทำหน้าที่แยกแรงดันไฟฟ้าทั้งสองค่าออกจากกัน คำนวน I1 ด้วย Divide และสูตร  $I1=VRL/300$  แปลง A เป็น mA ด้วย multiply x1000 แสดงค่า I ด้วย Numeric Indicator และกราฟ I vs t ด้วย Waveform Graph หา  $dI/dt$  จากความชันของกราฟ I vs t แปลงหน่วยของ VM จาก V เป็น mV ด้วย multiply x1000 นำค่า VM และ  $dI/dt$  คำนวนหาค่าความเหนี่ยวนำร่วม (M) ด้วยสูตร  $M=VM/(dI/dt)$  Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่เข้ากัน ล้วน RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ของทาง Printer



รูปที่ 12.13.1 การจัดสูตรการทดลองสำหรับการวัดค่าความเหนี่ยวนำร่วมของหม้อแปลงไฟฟ้า



Th-Transformer-M value.vi  
D:\0-0a LV ធនាគ់អេដិចីន ០១០២ #\Th-Transformer-M value.vi  
Last modified on 12/10/2006 at 11:30 AM  
Printed on 12/10/2006 at 11:36 AM



រូប 12.13.2 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการวัดค่าความเหนี่ยวนำร่วมของแม่เหล็กไฟฟ้า

## ผลการทดลอง

ผลการวัดค่าความเห็นใจนำร่วมของหม้อแปลงไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 12.13.2

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดค่าความเห็นใจนำร่วมของหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับหม้อแปลงไฟฟ้า

## สรุปผลการทดลอง

ระบบเรื่องต่อคอมพิวเตอร์ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงวัดค่าความเห็นใจนำร่วมของหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าความเห็นใจนำร่วมของหม้อแปลงไฟฟ้า ( $M$ ) = ???

## เอกสารอ้างอิง

Charles Kittel, 1976, Introduction to Solid State Physics, 5<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons, Inc., New York/Sydney/Toronto.

[Http:// www.ni.com](http://www.ni.com), LabVIEW™ Basic I. Introduction Course Manual,

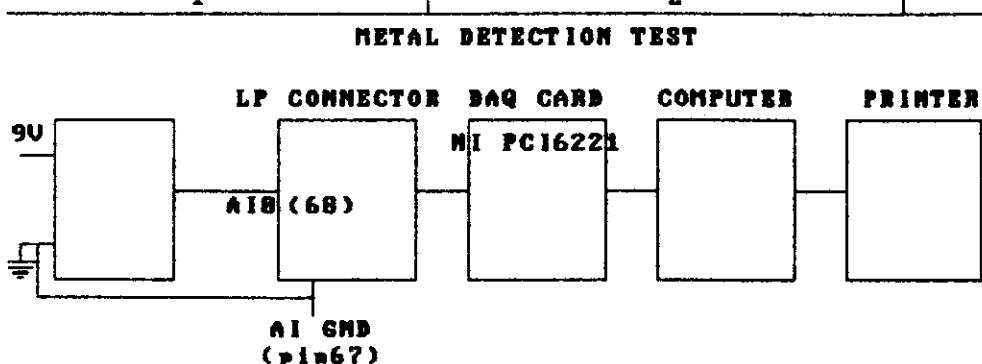
National Instruments Corporation, 1993-2001.

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

## 12.14 การทดสอบสวิทช์พروกรัมมิ่ต์ตรวจจับโลหะ

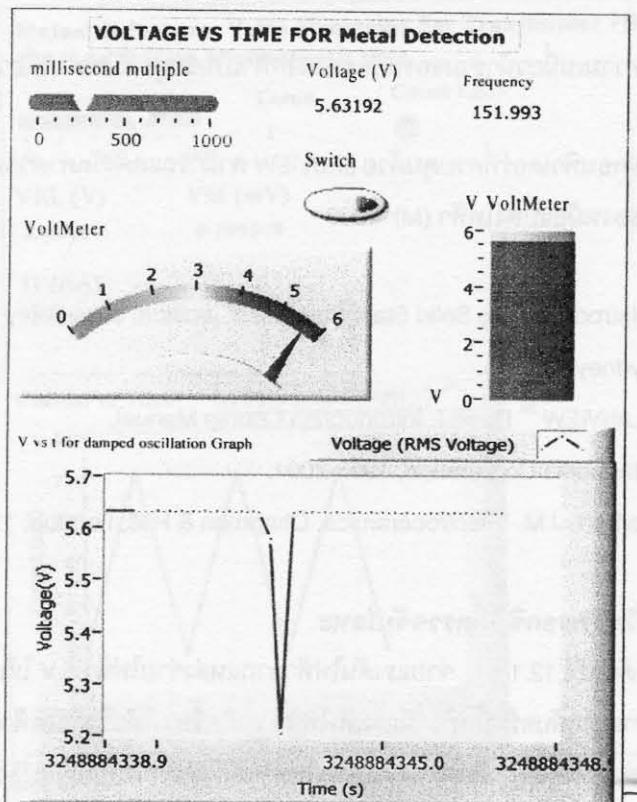
จุดทบทดลองดังรูปที่ 12.14.1 จ่ายแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า 5 V ให้แก่บอร์ดสวิทช์พروกรัมมิ่ต์ตรวจจับโลหะ เมื่อมีขั้นโลหะมาอยู่ใกล้บอร์ดนี้พบร่วมว่ามีแรงดันไฟฟ้า V เกิดขึ้น ให้แรงดันไฟฟ้า V นี้เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ เลือกชิ้นงานโลหะไปมายแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 12.14.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่ย่อแรงดันไฟฟ้า V Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Rms แสดงแรงดันไฟฟ้าด้วย Numeric Indicator และ Graph Indicator Tone Measurements ทำหน้าที่วัดความถี่แล้วแสดงผลด้วย Numeric Indicator Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เบรกปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

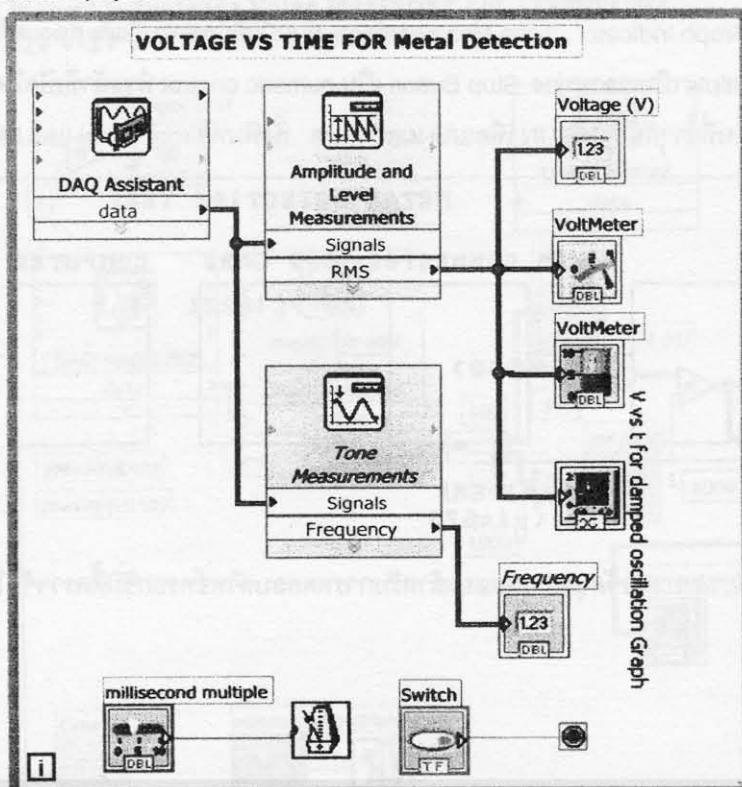


รูปที่ 12.14.1 การจัดทุกการทดลองสำหรับการทดสอบสวิทช์พروกรัมมิ่ต์ตรวจจับโลหะ

-V vs t-#é1EOåÅED.vi  
 D:\0-0a LV îíáooåÅDCÑ ' aØ ' Öè 2 #\Th-V vs t-#é1EOåÅED.vi  
 Last modified on 12/13/2006 at 7:52 AM  
 Printed on 12/13/2006 at 7:52 AM



-h-V vs t-#é1EOåÅED.vi  
 D:\0-0a LV îíáooåÅDCÑ ' aØ ' Öè 2 #\Th-V vs t-#é1EOåÅED.vi  
 Last modified on 12/13/2006 at 7:52 AM  
 Printed on 12/13/2006 at 7:53 AM



รูปที่ 12.14.2 Front Panel และ Block diagram สำหรับการทดสอบสวิทช์พรอกซิมิตต์ตรวจจับโลหะ