9. วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material)

9.1 การวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

บทความ์ การวัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

Thongchai Panmatarith

บทคัดย่อ

ได้วัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

Abstract

The voltage dependence of time of piezoelectric device was measured.

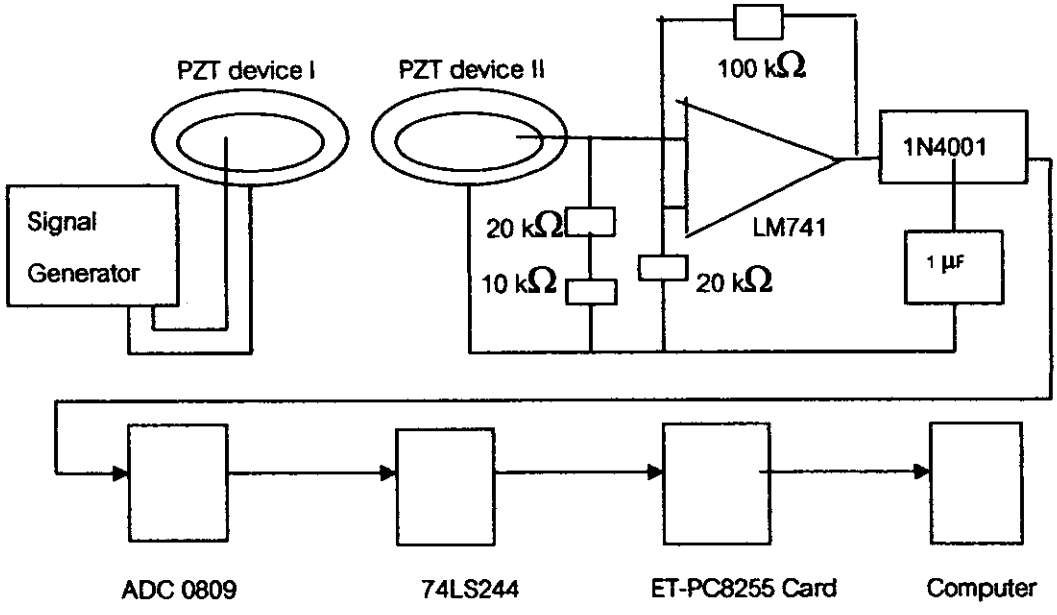
คำนำ

เพียเร (Pierre) และแจคคิว (Jacques) ได้ค้นพบไฟฟ้าเพียโซ (piezoelectricity) ในปี ค.ศ. 1880 ในระหว่างทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความดัน (pressure) ที่มีต่อการเกิดประจุไฟฟ้า (electric charge) โดยผลึกในสารควอทซ์ (quartz), ซิลค์เบลนด์ (zincblende), ทัวร์มาลีน (tourmaline) เกลือโรเชลล์ (rochelle salt) แคดี (Cady) ได้นิยาม " ไฟฟ้าเพียโซ " ว่าเป็นโพลาไรเซชันทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยอาศัยความเครียดเชิงกลที่เกิดขึ้นในผลึก โดยที่โพลาไรเซชันมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material) แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กตริก (ferroelectric property) การเกิดไฟฟ้าเฟอร์โรมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผลึกและความสมมาตรของผลึก การประยุกต์ใช้งานของวัสดุเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำมาจากสารเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ ไมโครโฟน (microphone), ลำโพง (loudspeaker), หัววัดการสั่น (vibration sensor), ไฮโดรโฟน (hydrophone), อุปกรณ์กรองคลื่น (wave filters) และอุปกรณ์ทำความสะอาดอุลตราโซนิกส์ (ultrasonic cleaner)

บทความนี้เป็นการวัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

วิธีการทดลอง

1) จัดเตรียมวงจรเชื่อมต่อสำหรับให้คอมพิวเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกแสดงดังรูปที่ 9.1.1 แล้วทดสอบจนใช้ได้



รูปที่ 9.1.1 การวัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

2) เขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์แสดงกราฟแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา แล้วทดสอบจนใช้ได้

```
Program  Voltage_vs_Time_Graph_for_Piezoelectric_Device;
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
                  line(45,q,55,q)  ; str(((305-q) mod 5)+1, tex); outtextxy(20,q,tex)
               end;
             end;
   procedure  plot ;
   var i, x, y, DV : integer;
       AV          : real;
   begin
          outtextxy(235,10, Voltage versus Time for Piezoelectric Device);
          outtextxy(235,18, ---------------------------------------- );
```

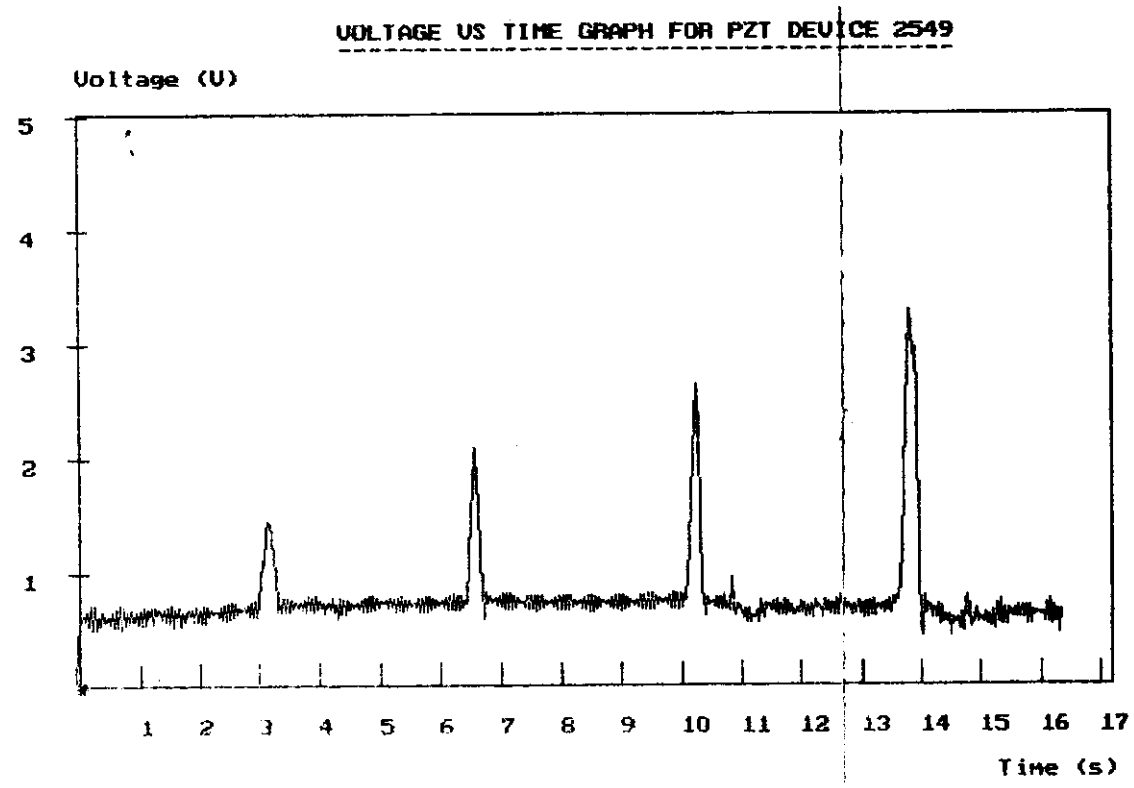
```
        outtextxy(50,30, Voltage (V));
        outtextxy(540,340,time (s));
        outtextxy(48,303,'*');
        begin
          DV := 0; AV:= 0;
          port [Pcontrol ]:=$90;
          for j:=0  to 550 do
            begin
              DV:=port[PA];
              AV:=(5/255)*DV;
              x:=j+50 ;  y:=305-DV;
              lineto(x,y);
              delay(30)
            end;
      end;
      readln;
      closegraph;
  end;
begin  (main)
  repeat
    axis;
    plot;
    ch:=readkey;
  until ord(ch) = 27;
end.
```

3) ปล่อยแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก I อุปกรณ์จะแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบอ้อม คลื่นเคลื่อนที่ไปชนอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก II อุปกรณ์จะแปลงแรงชนของคลื่นเป็นแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบอ้อม ใช้ Op Amp 741 ขยายแรงดันไฟฟ้า ใช้ไดโอดเรียงกระแสแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันที่ได้ เรียกว่า แรงดันอนาลอก (AV)

4) ส่งแรงดันไฟฟ้านี้ที่เข้าทางขา 26 (I_0) ของ ADC0809 ไอซี ADC0809 จะทำหน้าที่แปลงแรงดันอนาลอก (AV) เป็นแรงดันดิจิตอล (DV) แรงดันดิจิตอลขนาด 8 บิต ถูกส่งผ่าน 74LS244 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ส่งแรงดันดิจิตอล 8 บิต D7,D6,D5,D4,D2,D1,D0 นี้ไปยัง ET-PC8255 Card และให้ผ่านทางพอร์ท A ของ IC8255 แล้วเข้าไปใน RAM สั่งให้แสดงค่า DV บนจอ แปลง DV เป็น AV แรงดัน AV นี้ ก็คือ แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ผลการทดลอง

แรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกแสดงดังรูปที่ 9.1.2



รูปที่ 9.1.2 แรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

วิเคราะห์การทดลอง

แรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกชี้บอกสมบัติเพียโซอิเล็กตริก

สรุปผลการทดลอง

ได้วิธีการวัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

เอกสารอ้างอิง

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

9.2 การวัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

บทความ การวัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

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

ได้วัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

Abstract

Piezoresistance of piezoelectric device was measured.

คำนำ

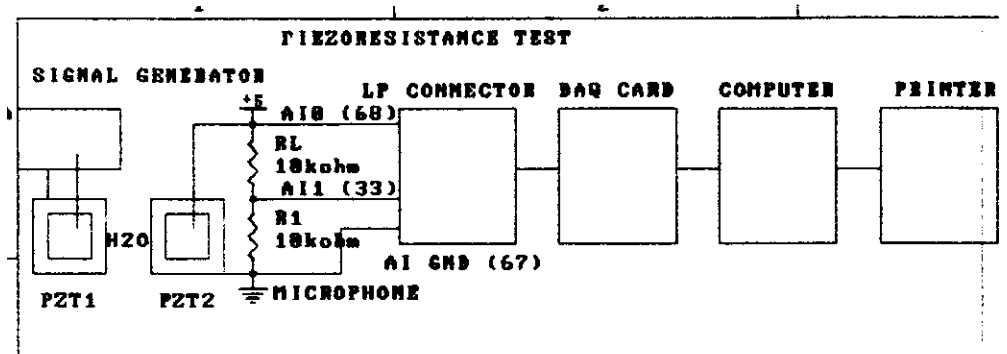
เพียเร (Pierre) และแจคคิว (Jacques) ได้ค้นพบไฟฟ้าเพียโซ (piezoelectricity) ในปี ค.ศ. 1880 ในระหว่างทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความดัน (pressure) ที่มีต่อการเกิดประจุไฟฟ้า (electric charge) โดยผลึกในสารควอทซ์ (quartz), ซิลค์เบลนด์ (zincblende), ทัวร์มาลีน (tourmaline) เกลือโรเชลล์ (rochelle salt) แคดี (Cady) ได้นิยาม " ไฟฟ้าเพียโซ " ว่าเป็นโพลาไรเซชันทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยอาศัยความเครียดเชิงกลที่เกิดขึ้นในผลึก โดยที่โพลาไรเซชันมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material) แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กตริก (ferroelectric property) การเกิดไฟฟ้าเฟอร์โรมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผลึกและความสมมาตรของผลึก การประยุกต์ใช้งานของวัสดุเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำมาจากสารเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ ไมโครโฟน (microphone), ลำโพง (loudspeaker), หัววัดการสั่น (vibration sensor), ไฮโดรโฟน (hydrophone), อุปกรณ์กรองคลื่น (wave filters) และอุปกรณ์ทำความสะอาดอุลตราโซนิกส์ (ultrasonic cleaner)

บทความนี้เป็นการวัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

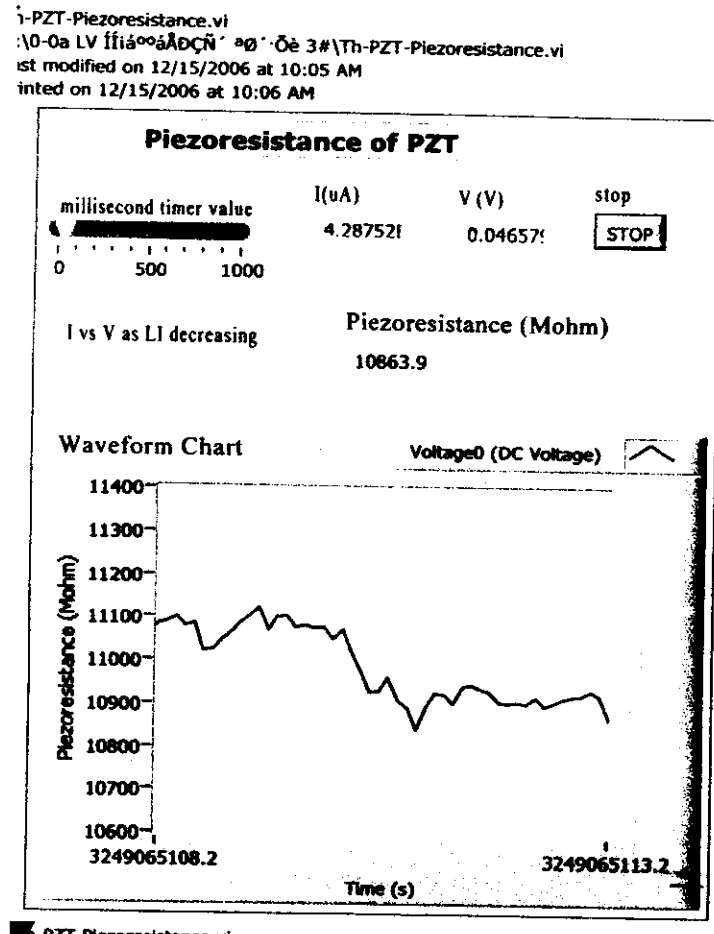
วิธีการทดลอง

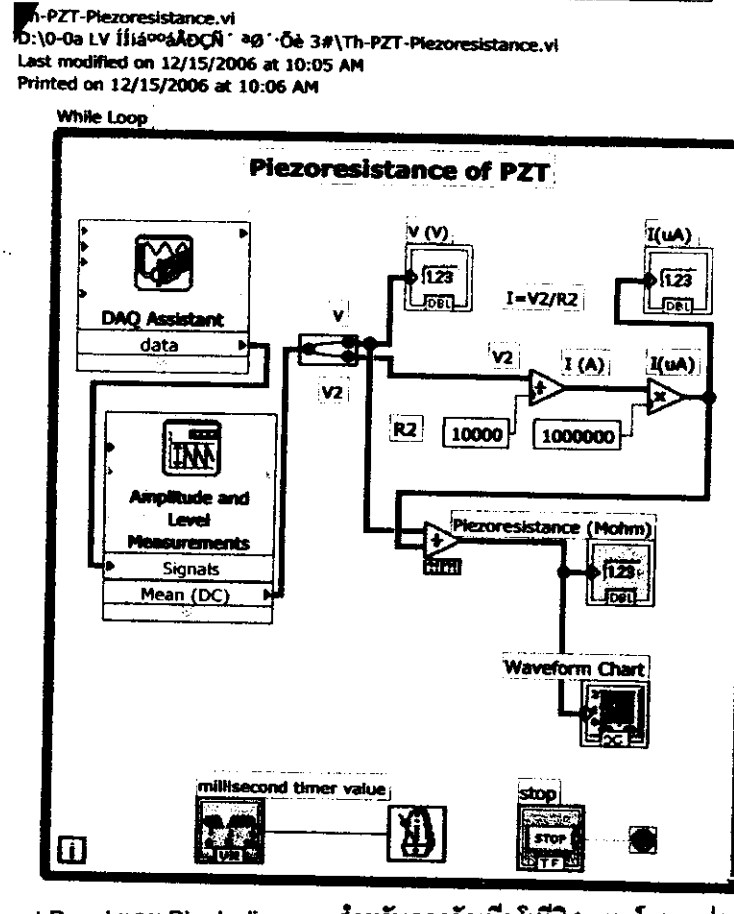
จัดวงจรดังรูปที่ 9.2.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้ามาให้อุปกรณ์ PZT ที่ทำหน้าที่เป็นลำโพง คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นเดินทางผ่านน้ำมาที่อุปกรณ์ PZT ที่ทำหน้าที่เป็นไมโครโฟน แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R1 และ R2 ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเท่ากับ V1 และ V2 ตามลำดับ เมื่อ V=V1+V2 ให้แรงดันไฟฟ้า V และ V2 เข้า AI0 และ AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์ คำนวณ R=V/I สั่งให้แสดง R บนจอ

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ รูปที่ 9.2.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V และ V2 ส่งค่า V และ V2 ไปที่ Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) ส่งมาที่ Split signal ซึ่งทำหน้าที่แยกแรงดันไฟฟ้าทั้งสองค่าออกจากกัน ใช้สูตร I=V2/R2 เมื่อ R2=10000 Ω แปลง I(A) ไปเป็น I(μA) ด้วย Multiply x1000000 คำนวณเพียโซรีซิสแตนซ์ (R) ด้วยสูตร R=V/I และ Divide แสดงค่า R ด้วย Numeric Indicator และ Waveform Graph Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



รูปที่ 9.2.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการวัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก





รูปที่ 9.2.2 Front Panel และ Block diagram สำหรับการวัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ผลการทดลอง

ผลการวัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกแสดงดังรูปที่ 9.2.2

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกชี้บอกสมบัติของสารในขณะที่เกิดปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กตริก

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงวัดเพียโซรีซิสแตนซ์ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ ฟิสิกส์วัสดุอิเล็กโตรเซรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

Http:// www.ni.com, LabVIEW [IM] Basic I. Introduction Course Manual,
National Instruments Corporation, 1993-2001.

9.3 การวัดกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

บทความ การวัดกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

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

ได้วัดกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

Abstract

The relationship of current and voltage of piezoelectric device was measured.

คำนำ

เพียเร (Pierre) และแจคคิว (Jacques) ได้ค้นพบไฟฟ้าเพียโซ (piezoelectricity) ในปี ค.ศ. 1880 ในระหว่างทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความดัน (pressure) ที่มีต่อการเกิดประจุไฟฟ้า (electric charge) โดยผลึกในสารควอทซ์ (quartz), ซิลค์เบลนด์ (zincblende), ทัวร์มาลีน (tourmaline) เกลือโรเชลล์ (rochelle salt) แคดี (Cady) ได้นิยาม " ไฟฟ้าเพียโซ " ว่าเป็นโพลาไรเซชันทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยอาศัยความเครียดเชิงกลที่เกิดขึ้นในผลึก โดยที่โพลาไรเซชันมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material) แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กตริก (ferroelectric property) การเกิดไฟฟ้าเฟอร์โรมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผลึกและความสมมาตรของผลึก

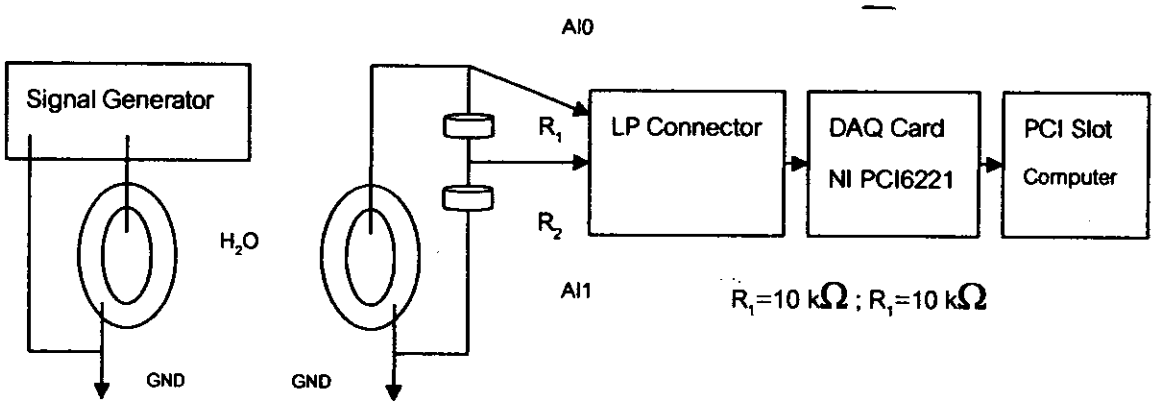
การประยุกต์ใช้งานของวัสดุเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำมาจากสารเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ ไมโครโฟน (microphone), ลำโพง (loudspeaker), หัววัดการสั่น (vibration sensor), ไฮโดรโฟน (hydrophone), อุปกรณ์กรองคลื่น (wave filters) และอุปกรณ์ทำความสะอาดอุลตราโซนิกส์ (ultrasonic cleaner)

บทความนี้เป็นการวัดกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

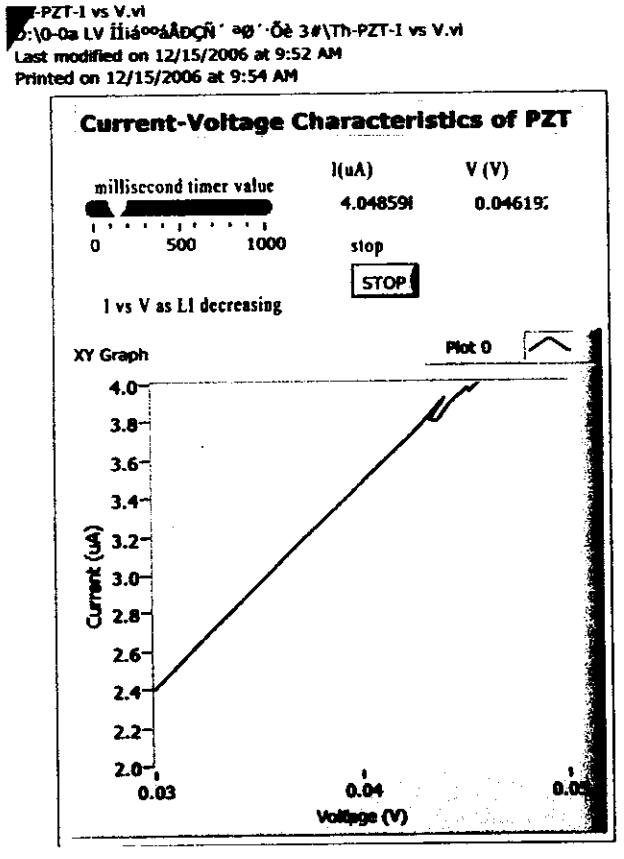
วิธีการทดลอง

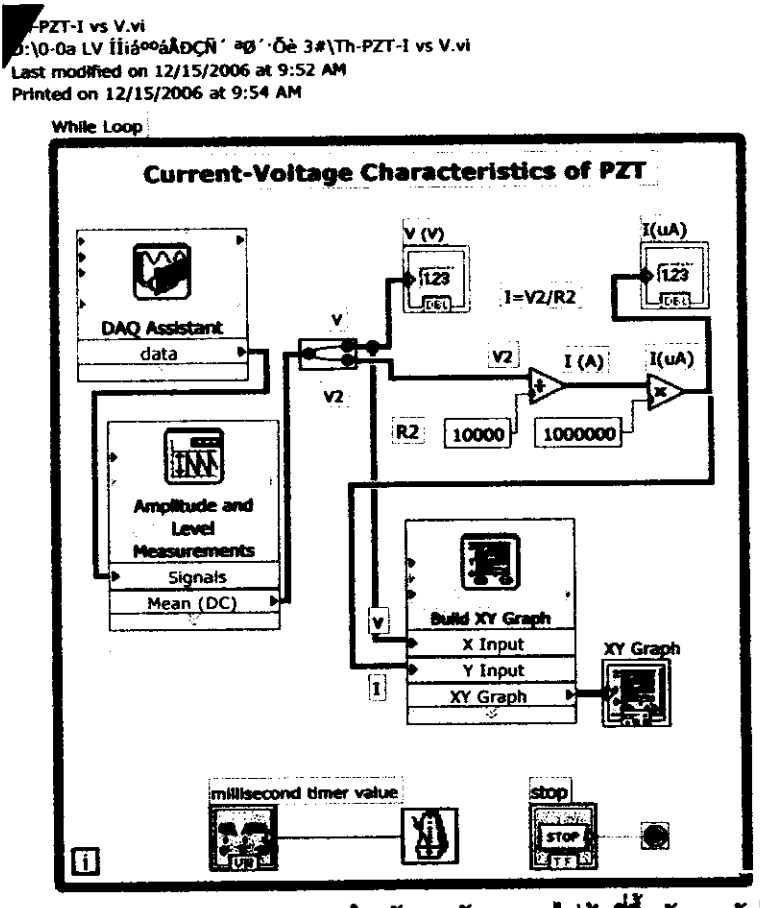
จัดวงจรดังรูปที่ 9.3.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้ามาให้อุปกรณ์ PZT ที่ทำหน้าที่เป็นลำโพง คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นเดินทางผ่านน้ำมาที่อุปกรณ์ PZT ที่ทำหน้าที่เป็นไมโครโฟน แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R1 และ R2 ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเท่ากับ V1 และ V2 ตามลำดับ เมื่อ V=V1+V2 ให้แรงดันไฟฟ้า V และ V2 เข้า AI0 และ AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์ คำนวณ R=V/I สั่งให้แสดง R บนจอ

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 47.2 และ 47.3 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V และ V2 ส่งค่า V และ V2 ไปที่ Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) ส่งมาที่ Split signal ซึ่งทำหน้าที่แยกแรงดันไฟฟ้าทั้งสองค่าออกจากกัน ใช้สูตร I=V2/R2 เมื่อ R2=10000 Ω แปลง I(A) ไปเป็น I(μA) ด้วย Multiply x1000000 แสดงค่า I และ V ด้วย Numeric Indicator นำค่า I และ V ไปเขียนกราฟด้วย Build XY Graph Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



รูปที่ 9.3.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก





รูปที่ 9.3.2 Front Panel และ Block diagram สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ผลการทดลอง

ผลการวัดกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกแสดงดังรูปที่ 9.3.2

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกใช้สำหรับการออกแบบวงจร

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงกระแสไฟฟ้าที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

เอกสารอ้างอิง

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

National Instruments Corporation, 1993-2001.

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

9.4 การวัดประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

บทความ การวัดประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

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

ได้วัดประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

Abstract

The charge-time of piezoelectric device was measured.

คำนำ

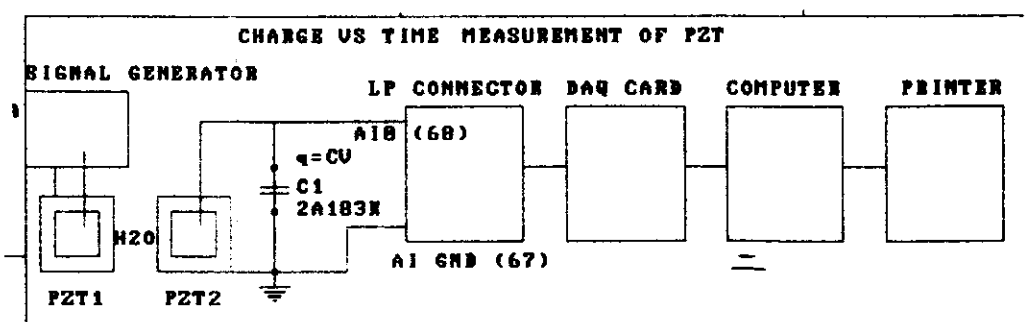
เพียเร (Pierre) และแจคคิว (Jacques) ได้ค้นพบไฟฟ้าเพียโซ (piezoelectricity) ในปี ค.ศ. 1880 ในระหว่างทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความดัน (pressure) ที่มีต่อการเกิดประจุไฟฟ้า (electric charge) โดยผลึกในสารควอทซ์ (quartz), ซิลค์เบลนด์ (zincblende), ทัวร์มาลีน (tourmaline) เกลือโรเชลล์ (rochelle salt) แคดี (Cady) ได้นิยาม " ไฟฟ้าเพียโซ " ว่าเป็นโพลาไรเซชันทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยอาศัยความเครียดเชิงกลที่เกิดขึ้นในผลึก โดยที่โพลาไรเซชันมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material) แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กตริก (ferroelectric property) การเกิดไฟฟ้าเฟอร์โรมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผลึกและความสมมาตรของผลึก การประยุกต์ใช้งานของวัสดุเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำมาจากสารเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ ไมโครโฟน (microphone), ลำโพง (loudspeaker), หัววัดการสั่น (vibration sensor), ไฮโดรโฟน (hydrophone), อุปกรณ์กรองคลื่น (wave filters) และอุปกรณ์ทำความสะอาดอุลตราโซนิกส์ (ultrasonic cleaner)

บทความนี้เป็นการวัดประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

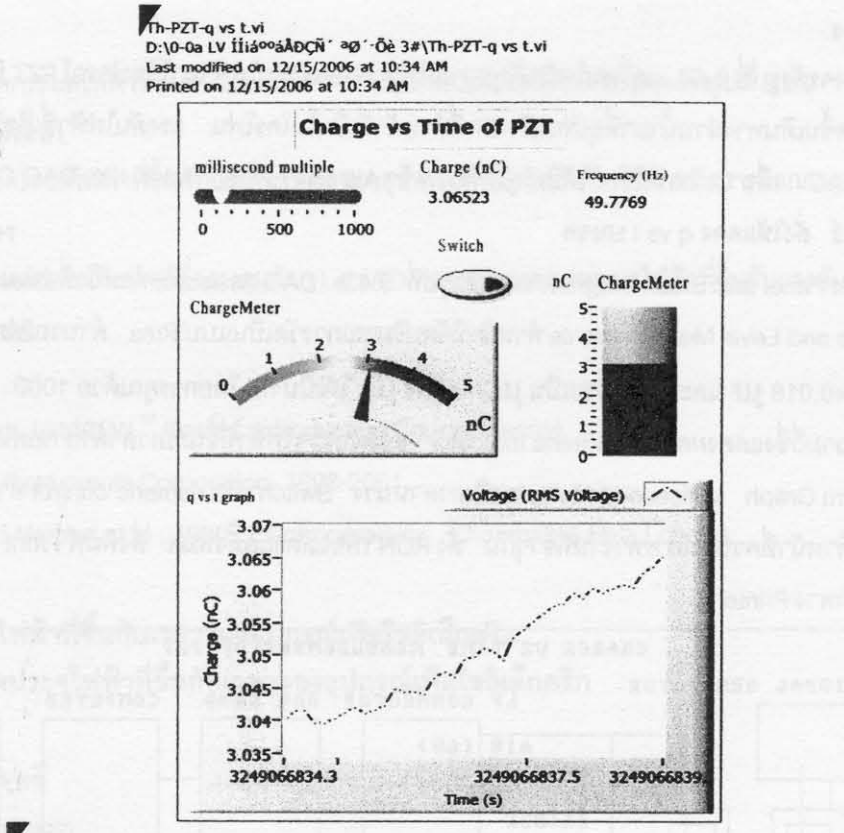
วิธีการทดลอง

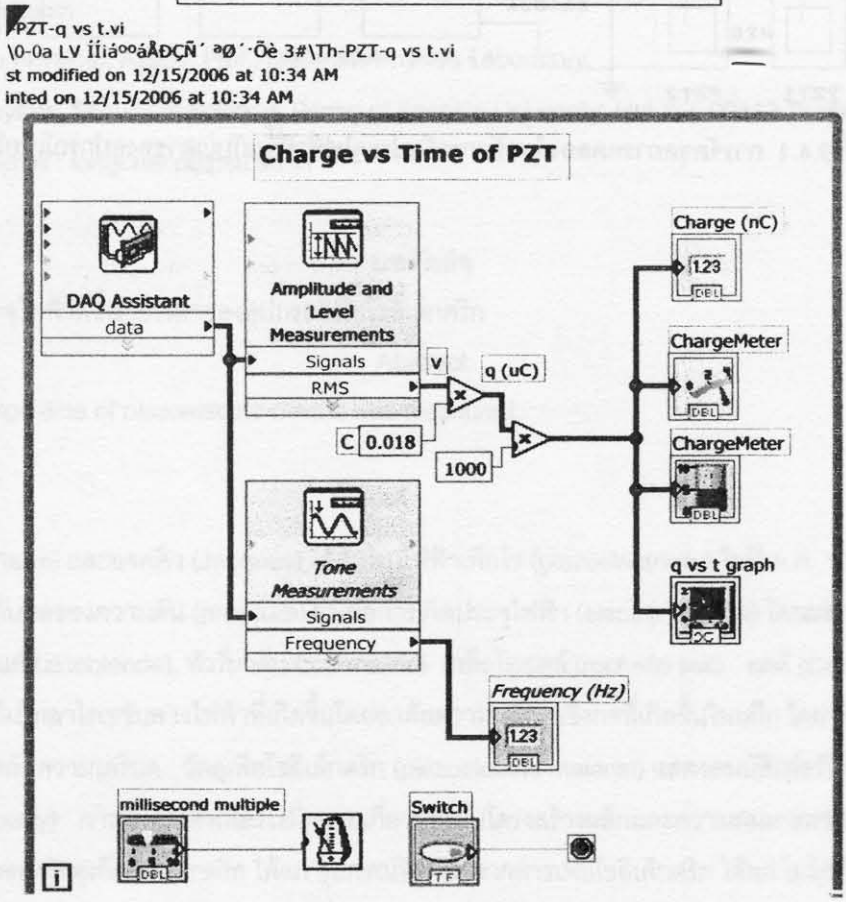
จัดวงจรดังรูปที่ 9.4.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้ามาให้อุปกรณ์ PZT ที่ทำหน้าที่เป็นลำโพง คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นเดินทางผ่านน้ำมาที่อุปกรณ์ PZT ที่ทำหน้าที่เป็นไมโครโฟน แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีค่า V คำนวณประจุไฟฟ้า q=CV เมื่อ C=2A183K ให้ประจุไฟฟ้า q เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์ สั่งให้แสดง q vs t บนจอ

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 9.4.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Rms คำนวณประจุไฟฟ้า q ด้วยสูตร q=CV เมื่อ C=0.018 μF และ C มีหน่วยเป็น μC แปลง μC ให้เป็น nC โดยการคูณด้วย 1000 Tone Measurements ทำหน้าที่วัดความถี่ซึ่งแสดงผลด้วย Numeric Indicator แสดงประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาด้วย Numeric Indicator และ และ Waveform Graph Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Switch เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



รูปที่ 9.4.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการวัดประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก





รูปที่ 9.4.2 Front Panel และ Block diagram สำหรับการวัดประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ผลการทดลอง

ผลการวัดประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกแสดงดังรูปที่ 9.4.2

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกชี้บอกสมบัติเพียโซอิเล็กตริก

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของอุปกรณ์-เพียโซอิเล็กตริก

เอกสารอ้างอิง

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

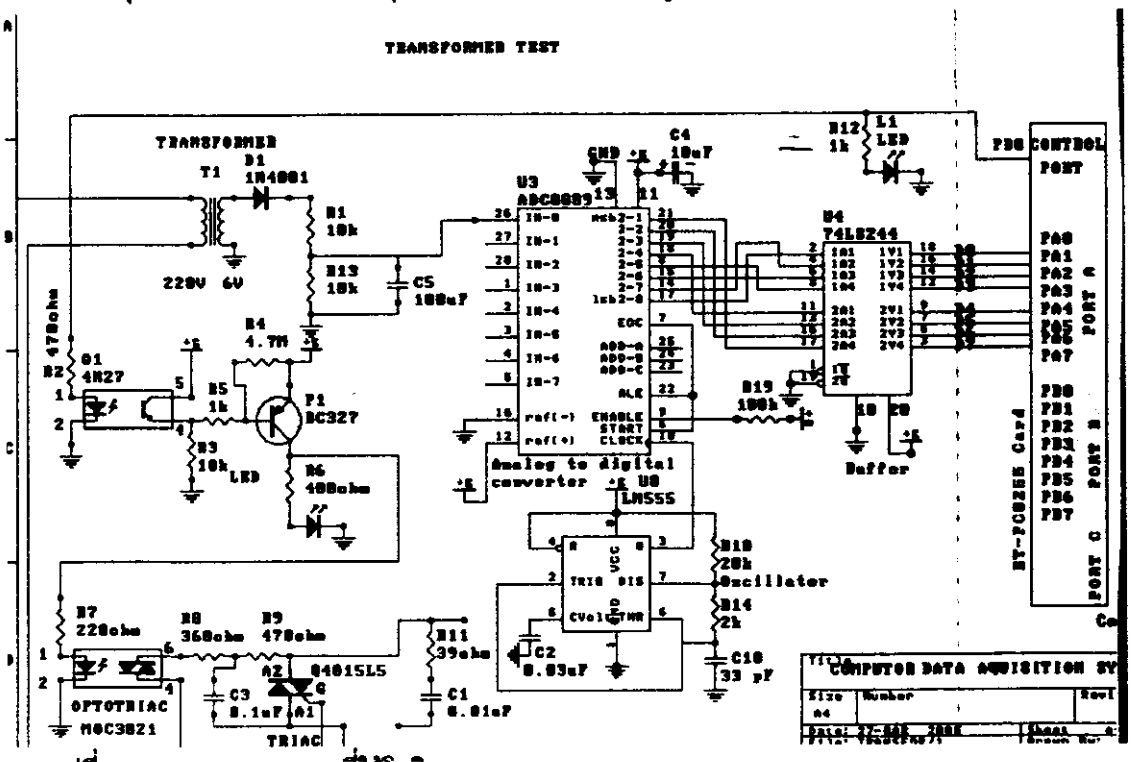
National Instruments Corporation, 1993-2001.

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

9.5 การควบคุมวงจรที่ใช้โพลิงและการทดสอบที่เกี่ยวข้อง

บทความ การควบคุมวงจรที่ใช้โพลิง

การจัดชุดทดลองสำหรับการควบคุมวงจรที่ใช้โพลิงแสดงดังรูปที่ 9.5.1



รูปที่ 9.5.1 การควบคุมวงจรที่ใช้โพลิง

บทความ ผลของการโพลิงที่มีต่อค่าความต้านทานไฟฟ้าและเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิของสารโครเมียมออกไซด์

Effect of Poling on Resistance value and Resistance vs Temperature Relation Curve of Cr_2O_3 Material

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์[1] **กิ่งกานต์ เปาะทอง**[2]

Thongchai Panmatarith Kingkan Poatong

ABTRACT

Disc shape pellet samples were prepared by Standard ceramic techniques. Electrodes were made with silver paste. Sample phase from XRD diffraction pattern was Cr_2O_3. Poling -electric field was 3.72 kV/mm and poling time was 47 s. Sample resistance before and after poling had 1.22 MΩ and 114.0 kΩ at 22 °C. Resistance after poling had value less than before poling 10.7 times. The equation that showed relation between resistance and temperature were $R = 0.0671T^2 - 21.981T + 1701.8$ (before poling) and $R = -0.0046T^2 - 0.0189T + 116.68$ (after poling). After poling, sample resistance and temperature sensitivity was to decrease. Sample had NTC thermistor's behaviour before and after poling.

บทคัดย่อ

ก้อนสารรูปจานที่เตรียมได้โดยวิธีเทคนิคเซรามิกส์มาตรฐาน ขั้วไฟฟ้าของสารทำจากกาวเงิน เฟสของสารในภาพถ่าย XRD เป็น Cr_2O_3 สนามไฟฟ้าโพลิงมีค่า 3.72 kV/mm และเวลาที่ใช้ในการโพลิงมีค่าเวลา 47s ความต้านทานไฟฟ้าของสารก่อนและหลังโพลิงมีค่า 1.22 MΩ และ 114.0 kΩ ที่ 22 °C ความต้านทานของสารหลังโพลิงมีค่าน้อยกว่าก่อนโพลิง 10.7 เท่า สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิของ Cr_2O_3 คือ $R = 0.0671T^2 - 21.981T + 1701.8$ (ก่อนโพลิง) และ $R = -0.0046T^2 - 0.0189T + 116.68$ (หลังโพลิง) สารหลังโพลิงมีความต้านทานและความไวต่อการตอบสนองต่ออุณหภูมิลดลง สารแสดงสมบัติเป็นเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC ก่อนและหลังโพลิง

[1]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112
[2]นักศึกษา ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา 90112

บทนำ

วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material) แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กตริก (ferroelectric property) โครงสร้างผลึกของสารเพียโซอิเล็กตริกเป็นแบบเพอรอฟสไกต์ซึ่งสามารถนำไปทำกระบวนการโพลิงให้กลายเป็นเฟอร์โรอิเล็กตริกเซรามิกส์ การเกิดไฟฟ้าเฟอร์โรมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผลึกและความสมมาตรของผลึก

ในปี 1833 ฟาราเดย์(Faraday)ได้ค้นพบและรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมกึ่งการนำไฟฟ้า(semiconducting behaviour)ของ Ag_2S หัววัดอุณหภูมิที่ทำมาจากเซรามิกส์ที่ใช้ในทางการค้า[1]เริ่มในปี 1940 และมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมกันอย่างกว้างขวางในปี 1950-1960 เทอร์มิสเตอร์ที่จะศึกษานี้เป็นแบบ NTC เทอร์มิสเตอร์แบบนี้จะมี NTCR สูง[3] NTCR ย่อมาจากสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานที่เป็นลบ(negative temperature coefficient of resistance) หรือค่า α ความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC ที่มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่อุณหภูมิเปลี่ยนไปเกิดจากผลของลักษณะสมบัติอินทรินซิค(intrinsic characteristics)

บทความนี้เป็นผลของการโพลิงที่มีต่อค่าความต้านทานไฟฟ้าและเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิของสารโครเมียมออกไซด์

วิธีการทดลอง

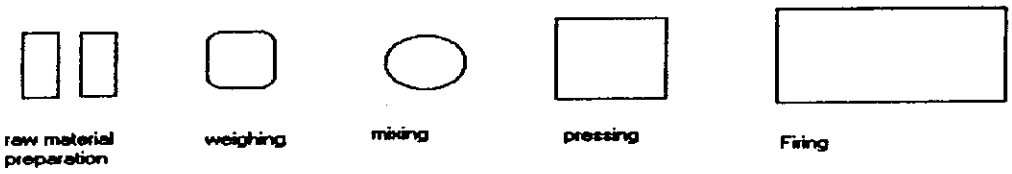
1) **เตรียมสาร ชี้บ่งลักษณะของสารด้วยเครื่อง** XRD **วัดขนาดและทำขั้วไฟฟ้า**

วัสดุอุปกรณ์

เครื่องชั่ง กระป๋องพลาสติก **ครก** ขวดหมุนผสมสาร **พีวีเอ** น้ำกลั่น **เบ้าอัดสาร เครื่องอัดสาร**(RIIK 25 tons) temperature controller (FCR-13A-R/M) thermocouple type K (CA) (model JB-35) **เครื่อง** XRD(Philips PW3710)

วิธีการทดลอง

เตรียมก้อนสาร Cr_2O_3 โดยวิธีเทคนิคเซรามิกส์มาตรฐาน(Standard ceramic techniques)ดังแสดงในรูปที่ 49.1 เริ่มจากสารเป็นผงในขวด คำนวณน้ำหนัก ชั่งผงของสาร หมุนผสมสารด้วยเครื่องหมุน หยดพีวีเอผสมน้ำ อัดเป็นก้อน นำสารไปเผาสองครั้งมีอุณหภูมิการเผาเป็น 900 °C และ 1100 °C นำก้อนสารที่ผ่านการเผาไปถ่ายด้วยเครื่อง XRD เพื่อดูเฟสของสาร ใช้ไมโครมิเตอร์วัดขนาดของสาร ทำขั้วด้วยกาวเงินซึ่งทำได้โดยผสมเงินกับกาว ทาบนผิวของสารแล้วอบด้วยเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ120 °C เป็นเวลา 10 นาที



รูปที่ 9.5.2 แสดงการเตรียมก้อนสารโดยวิธีเทคนิคเซรามิกส์มาตรฐาน

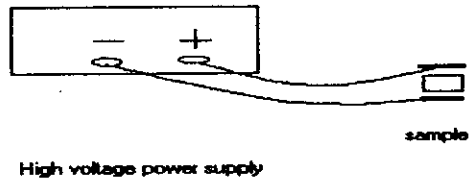
2) โพลิงสารและวัดความต้านทานไฟฟ้าของสารก่อนและหลังโพลิง

อุปกรณ์

แผงวงจรสำหรับโพลิง นาฬิกาจับเวลา Fluke 45 Dual Display Multimeter

วิธีการ

นำสารที่ผ่านการทำขั้วด้วยกาวเงินไปทำโพลิงซึ่งทำได้โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้า 10,000 V ไปที่สารเป็นเวลา 47 s ในอากาศ ที่อุณหภูมิห้อง การป้อนแรงดันไฟฟ้าเป็นแบบพัลส์ การจัดชุดทดลองแสดงดังรูปที่ 9.5.1 วัดความต้านทานไฟฟ้าของสารก่อนและหลังโพลิง



รูปที่ 9.5.3 แสดงการทดลองโพลิงสาร

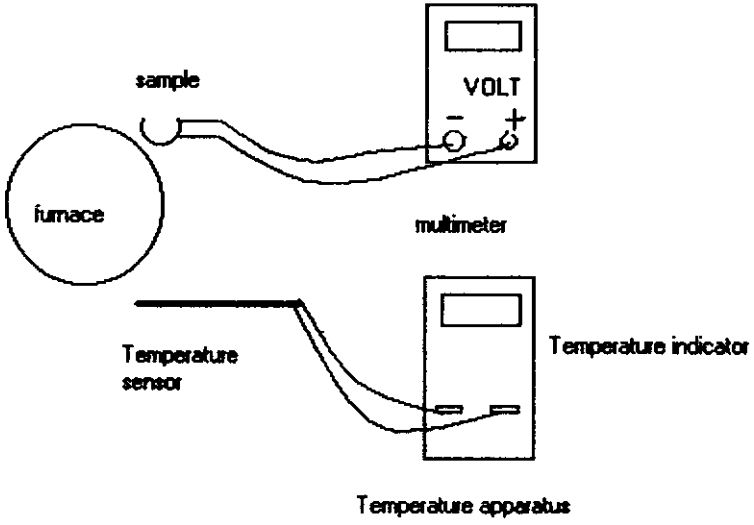
3) วัดความต้านทานที่อุณหภูมิต่าง ๆของสาร Cr_2O_3 ก่อนและหลังโพลิง

วัสดุอุปกรณ์

เตาไฟฟ้า Fluke 45 Dual Display Multimeter เครื่องวัดอุณหภูมิ (AVD M890C$^+$)

วิธีการ

การจัดชุดการทดลองดังแสดงในรูปที่ 9.5.4 วัดความต้านทานที่อุณหภูมิต่างๆ

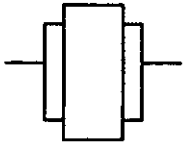


รูปที่ 9.5.4 แสดงการจัดชุดเครื่องมือสำหรับวัดความต้านทานที่อุณหภูมิต่างๆในย่านสูงกว่าอุณหภูมิห้อง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1) ผลการเตรียมสาร ชี้บ่งลักษณะของสารด้วยเครื่อง XRD วัดขนาดและทำขั้วไฟฟ้า

ได้ก้อนสารรูปจานมีความหนาและเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ มีค่า 2.69 mm และ 12.99 mm ตามลำดับ ภาพถ่าย XRD พบเฟสของสารเป็น Cr_2O_3 สารที่ทำขั้วไฟฟ้าแล้วแสดงในรูปที่ 9.5.6



รูปที่ 9.5.5 แสดงสารที่ทำขั้วไฟฟ้าแล้ว

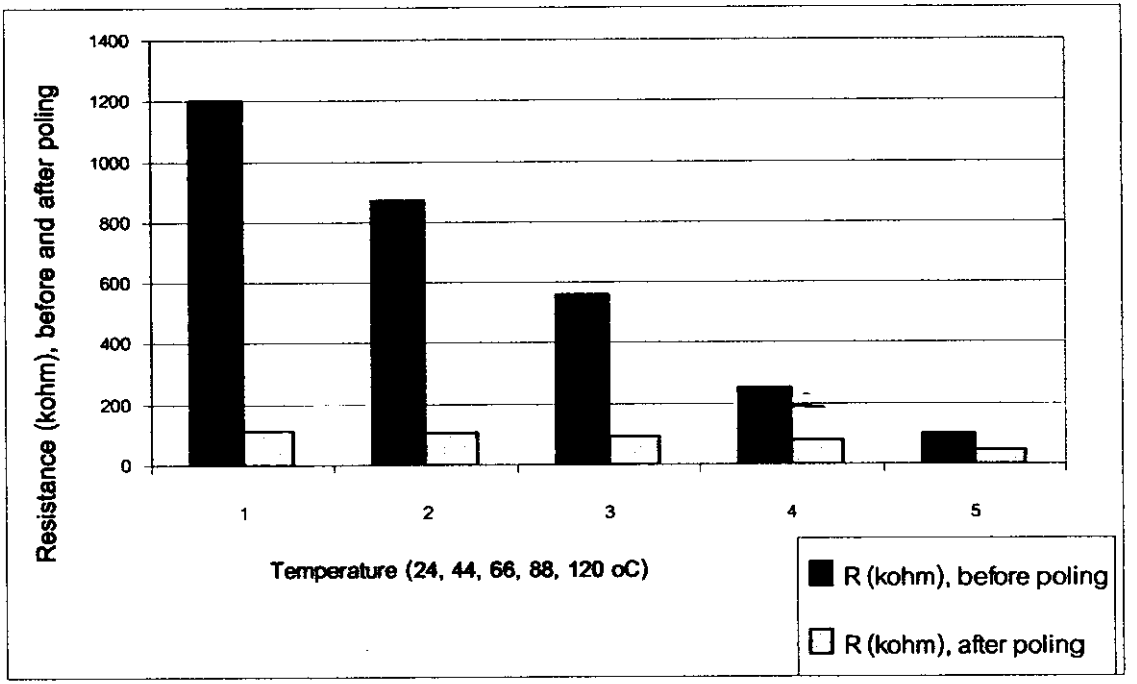
2) ผลการโพลิงสารและวัดความต้านทานไฟฟ้าของสารก่อนและหลังโพลิง

แรงดันไฟฟ้าที่ใช้โพลิง10,000 V เวลาที่ใช้ 47 s สนามไฟฟ้าโพลิงมีค่า 3.72 kV/mm เมื่อนำสนามไฟฟ้าออกไป โพลาไรเซชันบางส่วนจะค้างในสาร ผลการวัดความต้านทานไฟฟ้า(R)ก่อนโพลิงและหลังโพลิงด้วยเครื่องมัลติมิเตอร์ พบว่าได้ผลดังนี้

ก่อนโพลิง สารมีความต้านทานไฟฟ้า 1.22 MΩ (22 °C)

หลังโพลิง สารมีความต้านทานไฟฟ้า 114.0 kΩ (22 °C)

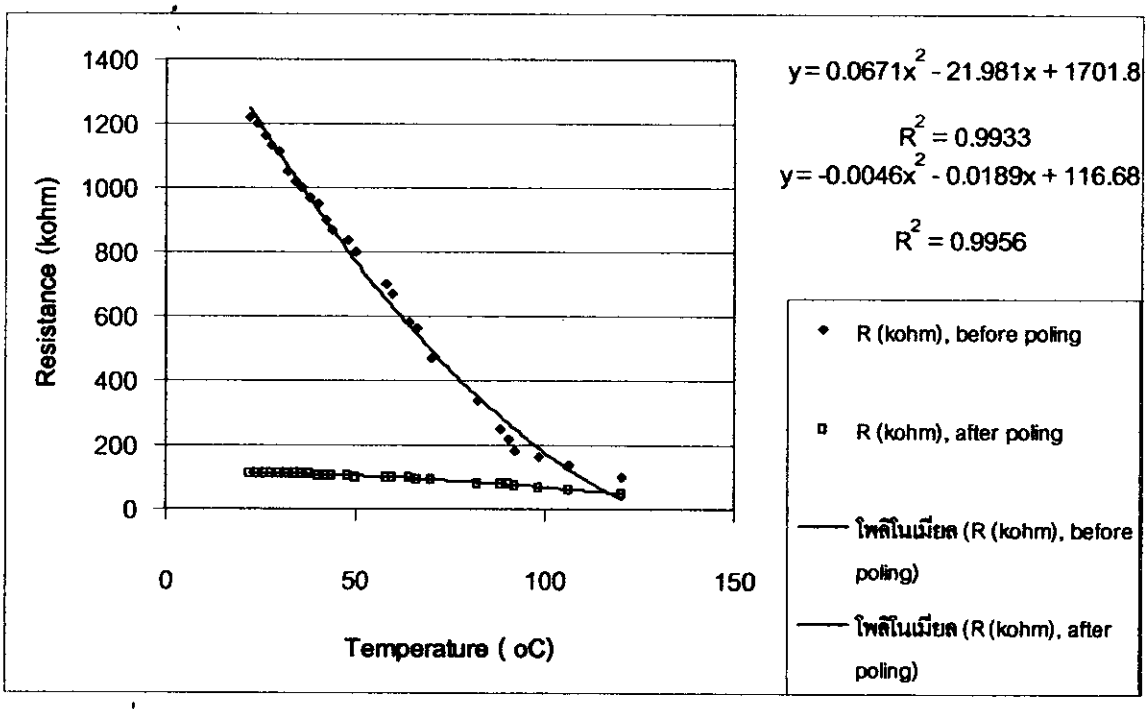
เมื่อเปรียบเทียบความต้านทานก่อนและหลังโพลิงพบว่าความต้านทานของสารหลังโพลิงมีค่าน้อยกว่าก่อนโพลิง 10.7 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 9.5.6



รูปที่ 9.5.6 แสดงการเปรียบเทียบความต้านทานก่อนและหลังโพลิงของสาร Cr_2O_3 ที่อุณหภูมิ 24, 44, 66, 88, 120 °C

3) ผลการวัดความต้านทานที่อุณหภูมิต่าง ๆของสาร Cr_2O_3 ก่อนและหลังโพลิง

ผลการวัดแสดงในรูปที่ 9.5.7 การเปรียบเทียบความต้านทานกับอุณหภูมิของสารพบว่าความชันของกราฟ ($\Delta R/\Delta T$)มีค่ามากกว่าหลังโพลิง ความไวในการตอบสนองต่อความร้อนของสารก่อนโพลิงมากกว่าหลังโพลิง



รูปที่ 9.5.7 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิของสาร Cr_2O_3 ก่อนและหลังโพลิง

สรุปผลการทดลอง

ก้อนสารรูปจานที่เตรียมได้มีขั้วไฟฟ้าทำจากกาวเงิน ผลการทดสอบพบว่าภาพถ่าย XRD พบเฟสของสารเป็น Cr_2O_3 ความต้านทานไฟฟ้าของสารก่อนและหลังโพลิงมีค่า 1.22 MΩ และ 114.0 kΩ ที่ 22 °C เมื่อเปรียบเทียบความต้านทานก่อนและหลังโพลิงที่ 22 °C พบว่าความต้านทานของสารหลังโพลิงมีค่าน้อยกว่าก่อนโพลิง 10.7 เท่า ความต้านทานของสารที่ลดลงเนื่องจากการโพลิงทำให้มีโพลาไรเซชันค้างในสาร

ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิ คือ

Cr_2O_3 ก่อนโพลิง : $R = 0.0671T^2 - 21.981T + 1701.8$

Cr_2O_3 หลังโพลิง : $R = -0.0046T^2 - 0.0189T + 116.68$

ความชันของกราฟ($\Delta R/\Delta T$)ก่อนโพลิงมีค่ามากกว่าหลังโพลิง สารมีลักษณะเป็นเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC ก่อนและหลังโพลิง การประยุกต์ใช้งานของสารเป็นหัววัดอุณหภูมิทำได้โดยการนำค่าความต้านทานที่อุณหภูมิต่างๆที่วัดได้จากการทดลองในหัวข้อ 3 มาทำเป็นตาราง เมื่อจะวัดก็นำสารนี้ไปรับความร้อน อ่านความต้านทานของสาร แปลงความต้านทานเป็นอุณหภูมิโดยอาศัยตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมินี้

คำนิยม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนทำงานแลกเปลี่ยนของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ประจำปี 2544 งานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จากห้องปฏิบัติการฟิสิกส์วัสดุ หน่วยเครื่องมือกลางและศูนย์เครื่องมือกลางของมหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. MARTINEZ SARRION, M. L., J. Mat. Sci. 30 : 2610-2615, 1995.
2. Moulson, A.J. and Herbert, J.M., Electroceramics, Chapman & Hall, London, 1990.
3. SOLIMAN, F. A. S., J. Mat. Sci. : Mat. In Elec. 4 : 293-300, 1993.

9.6 การทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

บทความ การทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก ด้วยโปรแกรมวิชวลเบสิก

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

Thongchai Panmatarith[1] and Sujitra Hanon[2]

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

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

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

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษาการทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกด้วยโปรแกรมวิชวลเบสิก

Abstract

The operation of loudspeaker and microphone of piezoelectric device was studied with Visual Basic Program.

คำนำ

วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material) แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กตริก (ferroelectric property) โครงสร้างผลึกของสารเพียโซอิเล็กตริกเป็นแบบเพอรอฟสไกต์ซึ่งสามารถนำไปทำกระบวนการโพลิงให้กลายเป็นเฟอร์โรอิเล็กตริกเซรามิกส์ การเกิดไฟฟ้าเฟอร์โรมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผลึกและความสมมาตรของผลึก ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กตริกแบบตรงเป็นปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแรงเชิงกล (mechanical force) เป็นแรงดันไฟฟ้า (electric voltage) ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กตริกแบบย้อนเป็นปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า (electric voltage) เป็นแรงสั่นเชิงกล (mechanical vibration) การประยุกต์ใช้งานของวัสดุเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำมาจากสารเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ ไมโครโฟน (microphone), ลำโพง (loudspeaker) ไมโครโฟน ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ลำโพงทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง

บทความนี้เป็นการทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

วิธีการทดลอง

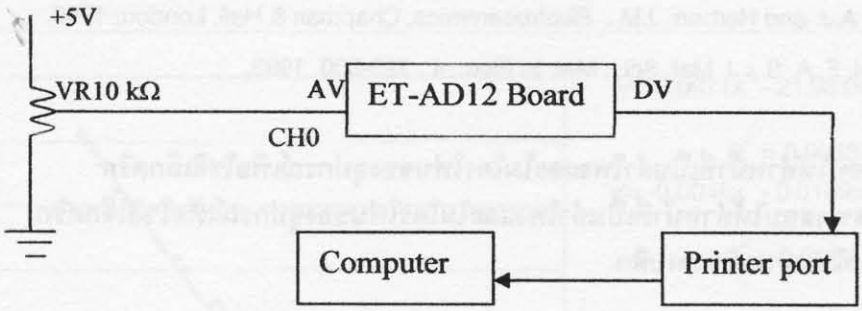
ก. การป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้เข้าคอมพิวเตอร์

วัสดุอุปกรณ์

1) ตัวต้านทานปรับค่าได้ VR10 kΩ
2) โฟโตบอร์ด
3) วงจรเชื่อมต่อ ET-AD12 Card
4) โปรแกรม Visual Basic
5) คอมพิวเตอร์

วิธีการทดลอง

1) จัดเตรียมบอร์ดการทดลองดังรูปที่ 9.6.1

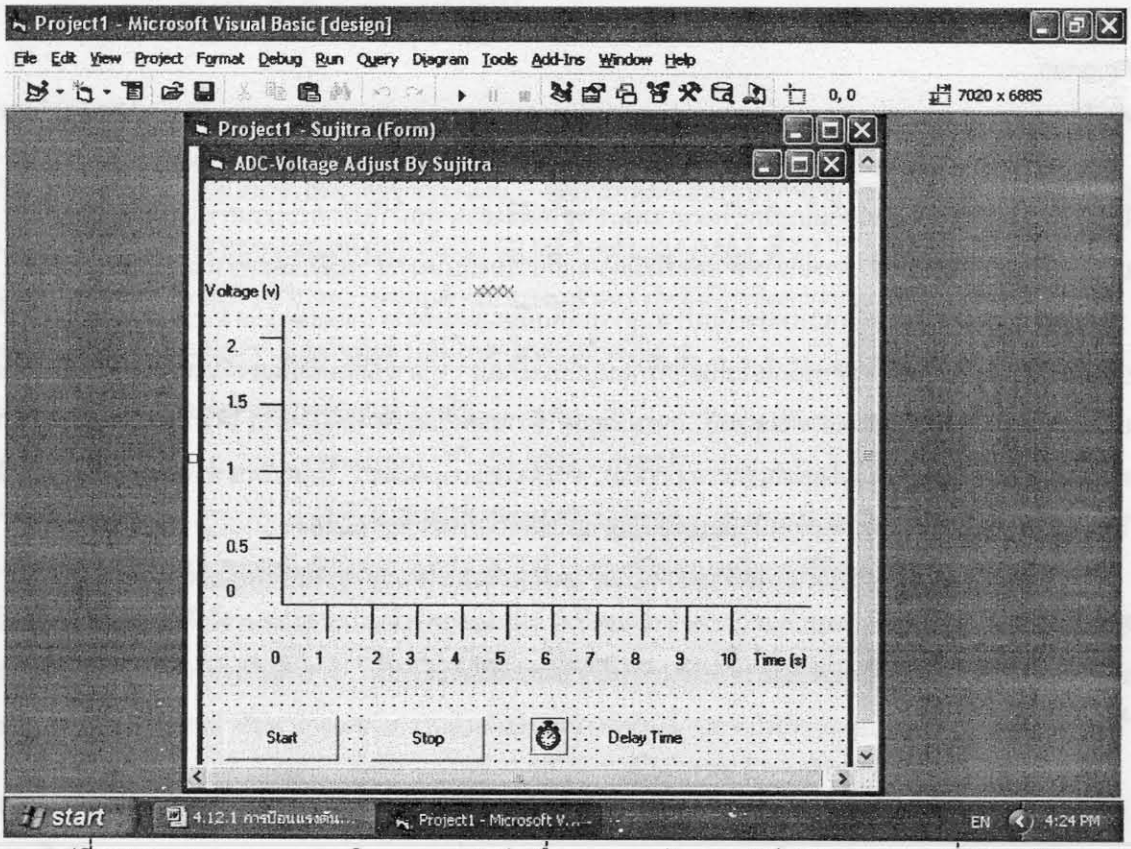


รูปที่ 9.6.1 แสดงการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้เข้าคอมพิวเตอร์

ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่ปรับค่าได้ในช่วง 0-5V เข้า ET-AD12 Board พอร์ทนี้จะแปลงแรงดันอนาลอก (AV) ให้เป็นแรงดันดิจิตอล (DV) ข้อมูลค่าแรงดันไฟฟ้าจะเข้าทางพอร์ทเครื่องพิมพ์ที่ละบิต บิต D_0 เข้าก่อน บิต $D_1D_2D_3D_4D_5D_6D_7$ ที่เหลือเข้าตามหลังกันไปตามลำดับ คำสั่งในโปรแกรมจะส่งแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ในรูปอนาลอก (0-5V) บนจอในลักษณะที่เป็นกราฟ

2) เขียนโปรแกรมสำหรับการวัดการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้เข้าโดยใช้โปรแกรม Visual Basic เปิด Visual Basic 6.0 แล้วเลือกสร้างแอพพลิเคชันแบบ Standard Exe

เมื่อปรากฏฟอร์มขึ้นให้ใส่คอนโทรลลงบนฟอร์มดังรูปที่ 9.6.2



รูปที่ 9.6.2 แสดงการวางคอนโทรลลงบนฟอร์มเพื่อแสดงการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้

Properties Window

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form Sujitra
   Caption          =  "ADC-Voltage Adjust By Sujitra"
   ClientHeight     =  6375
   ClientLeft       =  60
   ClientTop        =  450
   ClientWidth      =  6900
   LinkTopic        =  "Form1"
   ScaleHeight      =  6375
   ScaleWidth       =  6900
   StartUpPosition  =  3  'Windows Default
   Begin VB. Timer  Timer 1
         Interval       =  1
         Left           =  3480
         Top            =  5760
    End
    Begin VB.CommandButton Command 2
        Caption         =  "Stop"
         Height         =  495
         Left           =  1800
         TabIndex       =  1
         Top            =  5760
         Width          =  1215
    End
    Begin VB.CommandButton Command 1
        Caption         =  "Start"
         Height         =  495
         Left           =  240
         TabIndex       =  0
         Top            =  5760
         Width          =  1215
    End
    Begin VB.Label  Label 20
        Caption         =  "0"
         Height         =  255
```

```
    Left            =  240
    TabIndex        =  21
    Top             =  4320
    Width           =  375
End
Begin VB.Label Label19
    Caption         =  "0"
    Height          =  255
    Left            =  720
    TabIndex        =  20
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label18
    Caption         =  "10"
    Height          =  255
    Left            =  5520
    TabIndex        =  19
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label17
    Caption         =  "9"
    Height          =  375
    Left            =  5040
    TabIndex        =  18
    Top             =  5040
    Width           =  375
End
Begin VB.Label Label16
    Caption         =  "8"
    Height          =  255
    Left            =  4560
    TabIndex        =  17
    Top             =  5040
    Width           =  375
```

```
End
Begin VB.Label Label15
    Caption         =  "7"
    Height          =  255
    Left            =  4080
    TabIndex        =  16
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label14
    Caption         =  "6"
    Height          =  375
    Left            =  3600
    TabIndex        =  15
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label13
    Caption         =  "5"
    Height          =  255
    Left            =  3120
    TabIndex        =  14
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label12
    Caption         =  "4"
    Height          =  255
    Left            =  2640
    TabIndex        =  13
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label11
    Caption         =  "3"
    Height          =  255
```

```
    Left            =  2160
    TabIndex        =  12
    Top             =  5040
    Width           =  135
End
Begin VB.Label Label10
    Caption         =  "2"
    Height          =  255
    Left            =  1800
    TabIndex        =  11
    Top             =  5040
    Width           =  135
End
Begin VB.Label Label9
    Caption         =  "1"
    Height          =  255
    Left            =  1200
    TabIndex        =  10
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Line Line17
    X1              =  5640
    X2              =  5640
    Y1              =  4560
    Y2              =  4920
End
Begin VB.Line Line16
    X1              =  5160
    X2              =  5160
    Y1              =  4560
    Y2              =  4920
End
Begin VB.Line Line15
    X1              =  4680
    X2              =  4680
```

```
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 14
    X1              =   4200
    X2              =   4200
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 13
    X1              =   3720
    X2              =   3720
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 12
    X1              =   3240
    X2              =   3240
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 11
    X1              =   2760
    X2              =   2760
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 10
    X1              =   2280
    X2              =   2280
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 9
    X1              =   1800
    X2              =   1800
```

```
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 8
    X1              =   1320
    X2              =   1320
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 7
    X1              =   860
    X2              =   860
    Y1              =   4560
    Y2              =   4580
End

Begin VB.Line Line 6
    X1              =   880
    X2              =   880
    Y1              =   4560
    Y2              =   4580
End
Begin VB.Label Label 2
    Caption         =   "Delay Time"
    Height          =   255
    Left            =   4320
    TabIndex        =   9
    Top             =   5880
    Width           =   855
End
Begin VB.Line Line 5
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   2400
    Y2              =   2400
End
```

```
Begin VB.Line Line 4
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   3840
    Y2              =   3840
End
Begin VB.Line Line 3
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   3120
    Y2              =   3120
End
Begin VB.Line Line 27
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   1680
    Y2              =   1680
End
Begin VB.Line Line 2
    X1              =   6480
    X2              =   840
    Y1              =   4560
    Y2              =   4560
End
Begin VB.Line Line 1
    X1              =   840
    X2              =   840
    Y1              =   1440
    Y2              =   4560
End
Begin VB.Label Label 8
    Caption         =   "XXXX"
    ForeColor       =   &H80000015&
    Height          =   255
    Left            =   2880
    TabIndex        =   8
```

```
    Top             = 1080
    Width           = 855
End
Begin VB.Label Label7
    Caption         = "Time (s)"
    Height          = 255
    Left            = 5880
    TabIndex        = 7
    Top             = 5040
    Width           = 615
End
Begin VB.Label Label6
    Caption         = "Voltage (v)"
    Height          = 255
    Left            = 0
    TabIndex        = 6
    Top             = 1080
    Width           = 975
End
Begin VB.Label Label5
    Caption         = "2."
    Height          = 255
    Left            = 240
    TabIndex        = 5
    Top             = 1680
    Width           = 255
End
Begin VB.Label Label4
    Caption         = "1.5"
    Height          = 255
    Left            = 240
    TabIndex        = 4
    Top             = 2280
    Width           = 255
End
Begin VB.Label Label3
```

```
        Caption         =  "1"
        Height          =  255
        Left            =  240
        TabIndex        =  3
        Top             =  3000
        Width           =  135
    End
    Begin VB.Label Label1
        Caption         =  "0.5"
        Height          =  255
        Left            =  240
        TabIndex        =  2
        Top             =  3840
        Width           =  255
    End
End
```

เขียนโค้ดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้เข้าคอมพิวเตอร์

```
'ADC-Voltage Adjust
Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As
Integer)
Public pwrite As Integer
Public pread As Integer
Public ch0buff As Integer
Public ad0buff As Integer
Public ch1buff As Integer
Public ad1buff As Integer
Public i      As Integer

Private Sub Form_Load()
ScaleMode = 3
DrawWidth = 2
pwrite = &H378
pread = &H379
Timer1.Enabled = False
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
Timer1.Enabled = True
Form1.Refresh
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Timer1.Enabled = False
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
For i = 56 To 400
Out pwrite, &HB
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H0
Out pwrite, &H2
Out pwrite, &H0
Out pwrite, &H2
ch0buff = 0
Out pwrite, &H1
For readcount = 1 To 12
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Next readcount
For readcount = 1 To 12
ad0buff = (Inp(pread) And &H80) / (2 ^ 7)
ch0buff = ch0buff Or (ad0buff * (2 ^ (readcount - 1)))
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Next readcount
Out pwrite, &HB
Label8.Caption = ch0buff
't = 248 - CInt(ch0buff / 20.38)
```

```
V = 100 + CInt(ch0buff / 20)
PSet (i, V), QBColor(12)
Call delay
Next i
End Sub

Sub delay()
Times = Timer
Do
DoEvents
Loop Until Timer >= Times + 0.002
Label2.Caption = Timer
End Sub
```

3) สั่ง Run บันทึกผล

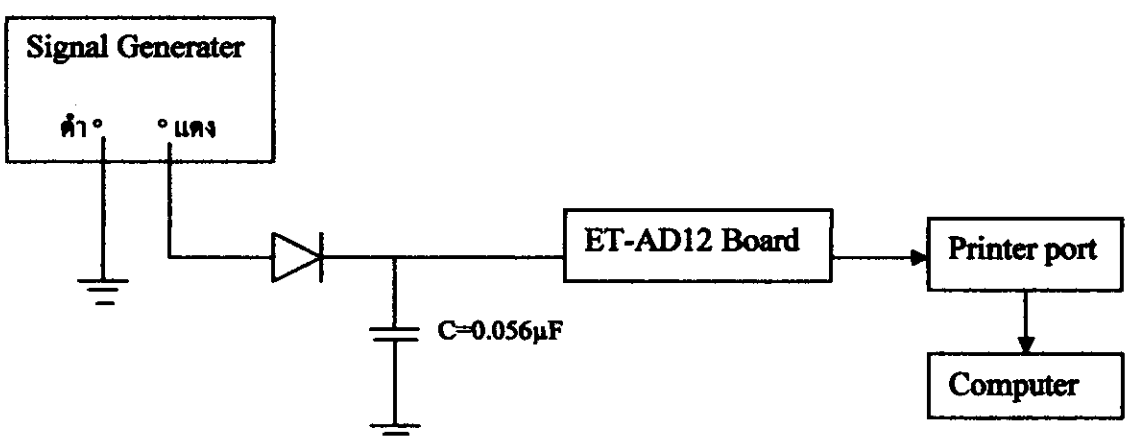
ข. การป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับความถี่ (f) ได้เข้าคอมพิวเตอร์

วัสดุอุปกรณ์

1) ไดโอด 1N4001
2) ตัวเก็บประจุ 0.056 µF
3) โฟโตบอร์ด
4) วงจรเชื่อมต่อ ET-AD12 Card
5) โปรแกรม Visual Basic
6) คอมพิวเตอร์

วิธีการทดลอง

1) จัดเตรียมบอร์ดการทดลองดังรูปที่ 9.6.3



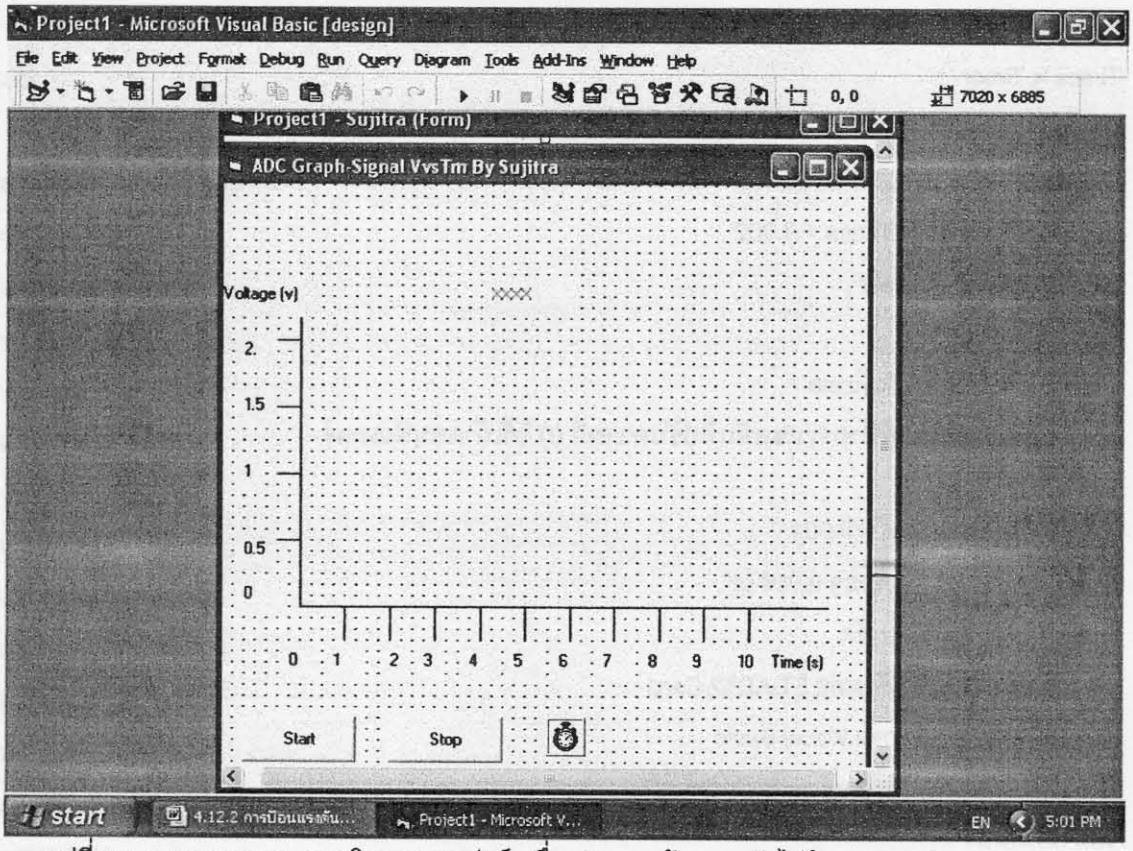
รูปที่ 9.6.3 แสดงการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับความถี่ (f) ได้เข้าคอมพิวเตอร์

แรงดันไฟฟ้าจาก Signal Generator ส่งผ่านได้เพื่อแปลง แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (V_{AC}) ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (V_{DC}) ส่งเข้า CH0 ของ ET-AD12 Board แล้วก็ส่งไปยัง Printer Port ส่งเข้า Computer

2) เขียนโปรแกรมสำหรับการวัดการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับความถี่ (f) ได้โดยใช้โปรแกรม Visual Basic

เปิด Visual Basic 6.0 แล้วเลือกสร้างแอพพลิเคชันแบบ Standard Exe

เมื่อปรากฏฟอร์มขึ้นให้ใส่คอนโทรลลงบนฟอร์มดังรูปที่ 9.6.4



รูปที่ 9.6.4 แสดงการวางคอนโทรลลงบนฟอร์มเพื่อแสดงการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับความถี่ (f) ได้

Properties Window

VERSION 5.00

Begin VB.Form Sujitra

Caption	=	"ADC Graph-Signal VvsTm By Sujitra"
ClientHeight	=	6375
ClientLeft	=	60
ClientTop	=	450
ClientWidth	=	6900
LinkTopic	=	"Form1"
ScaleHeight	=	6375
ScaleWidth	=	6900

```
StartUpPosition         =   3  'Windows Default
Begin VB. Timer  Timer 1
    Interval            =   500
    Left                =   3480
    Top                 =   5760
End
Begin VB.CommandButton Command 2
    Caption             =   "Stop"
    Height              =   495
    Left                =   1800
    TabIndex            =   1
    Top                 =   5760
    Width               =   1215
End
Begin VB.CommandButton Command 1
    Caption             =   "Start"
    Height              =   495
    Left                =   240
    TabIndex            =   0
    Top                 =   5760
    Width               =   1215
End
Begin VB.Label  Label 20
    Caption             =   "0"
    Height              =   255
    Left                =   240
    TabIndex            =   20
    Top                 =   4320
    Width               =   375
End
Begin VB.Label  Label 19
    Caption             =   "0"
    Height              =   255
    Left                =   720
    TabIndex            =   19
    Top                 =   5040
```

```
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label 18
    Caption         =  "10"
    Height          =  255
    Left            =  5520
    TabIndex        =  18
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label 17
    Caption         =  "9"
    Height          =  375
    Left            =  5040
    TabIndex        =  17
    Top             =  5040
    Width           =  375
End
Begin VB.Label Label 16
    Caption         =  "8"
    Height          =  255
    Left            =  4560
    TabIndex        =  16
    Top             =  5040
    Width           =  375
End
Begin VB.Label Label 15
    Caption         =  "7"
    Height          =  255
    Left            =  4080
    TabIndex        =  15
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label 14
    Caption         =  "6"
```

```
    Height          =  375
    Left            =  3600
    TabIndex        =  14
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label13
    Caption         =  "5"
    Height          =  255
    Left            =  3120
    TabIndex        =  13
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label12
    Caption         =  "4"
    Height          =  255
    Left            =  2640
    TabIndex        =  12
    Top             =  5040
    Width           =  255
End
Begin VB.Label Label11
    Caption         =  "3"
    Height          =  255
    Left            =  2160
    TabIndex        =  11
    Top             =  5040
    Width           =  135
End
Begin VB.Label Label10
    Caption         =  "2"
    Height          =  255
    Left            =  1800
    TabIndex        =  10
    Top             =  5040
```

```
    Width           =   135
End
Begin VB.Label Label 9
    Caption         =   "1"
    Height          =   255
    Left            =   1200
    TabIndex        =   9
    Top             =   5040
    Width           =   255
End
Begin VB.Line Line 17
    X1              =   5640
    X2              =   5640
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 16
    X1              =   5160
    X2              =   5160
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 15
    X1              =   4680
    X2              =   4680
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 14
    X1              =   4200
    X2              =   4200
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 13
    X1              =   3720
```

```
    X2              =   3720
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 12
    X1              =   3240
    X2              =   3240
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 11
    X1              =   2760
    X2              =   2760
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line10
    X1              =   2280
    X2              =   2280
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 9
    X1              =   1800
    X2              =   1800
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 8
    X1              =   1320
    X2              =   1320
    Y1              =   4560
    Y2              =   4920
End
Begin VB.Line Line 7
    X1              =   860
```

```
    X2              =   860
    Y1              =   4560
    Y2              =   4580
End

Begin VB.Line Line 6
    X1              =   880
    X2              =   880
    Y1              =   4560
    Y2              =   4580
End
Begin VB.Line Line 5
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   2400
    Y2              =   2400
End
Begin VB.Line Line 4
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   3840
    Y2              =   3840
End
Begin VB.Line Line 3
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   3120
    Y2              =   3120
End
Begin VB.Line Line 27
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   1680
    Y2              =   1680
End
Begin VB.Line Line 2
```

```
    X1              =   6480
    X2              =   840
    Y1              =   4560
    Y2              =   4560
End
Begin VB.Line Line 1
    X1              =   840
    X2              =   840
    Y1              =   1440
    Y2              =   4560
End
Begin VB.Label Label 8
    Caption         =   "XXXX"
    ForeColor       =   &H80000015&
    Height          =   255
    Left            =   2880
    TabIndex        =   8
    Top             =   1080
    Width           =   855
End
Begin VB.Label Label 7
    Caption         =   "Time (s)"
    Height          =   255
    Left            =   5880
    TabIndex        =   7
    Top             =   5040
    Width           =   615
End
Begin VB.Label Label 6
    Caption         =   "Voltage (v)"
    Height          =   255
    Left            =   0
    TabIndex        =   6
    Top             =   1080
    Width           =   975
End
```

```
    Begin VB.Label Label5
        Caption         =   "2."
        Height          =   255
        Left            =   240
        TabIndex        =   5
        Top             =   1680
        Width           =   255
    End
    Begin VB.Label Label4
        Caption         =   "1.5"
        Height          =   255
        Left            =   240
        TabIndex        =   4
        Top             =   2280
        Width           =   255
    End
    Begin VB.Label Label3
        Caption         =   "1"
        Height          =   255
        Left            =   240
        TabIndex        =   3
        Top             =   3000
        Width           =   135
    End

    Begin VB.Label Label1
        Caption         =   "0.5"
        Height          =   255
        Left            =   240
        TabIndex        =   2
        Top             =   3840
        Width           =   255
    End
End
```

เขียนโค้ดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับความถี่ (f) ได้เข้าคอมพิวเตอร์

```
'ADC-Signal Generator Voltage
Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As
Integer)
Public pwrite As Integer
Public pread As Integer
Public ch0buff As Integer
Public ad0buff As Integer
Public i      As Integer

Private Sub Form_Load()
ScaleMode = 3
DrawWidth = 2
pwrite = &H378
pread = &H379
Timer1.Enabled = False
End Sub

Private Sub Command1_Click()
Timer1.Enabled = True
Form1.Refresh
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Timer1.Enabled = False
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
For i = 56 To 400
Out pwrite, &HB
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
```

```
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H0
Out pwrite, &H2
Out pwrite, &H0
Out pwrite, &H2
ch0buff = 0
Out pwrite, &H1
For readcount = 1 To 12
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Next readcount
For readcount = 1 To 12
ad0buff = (Inp(pread) And &H80) / (2 ^ 7)
ch0buff = ch0buff Or (ad0buff * (2 ^ (readcount - 1)))
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Next readcount
Out pwrite, &HB
Label8.Caption = ch0buff
't = 248 - CInt(ch0buff / 20.38)
V = 100 + CInt(ch0buff / 20)
PSet (i, V), QBColor(12)
Next i
End Sub
```

3) สั่ง Run บันทึกผล

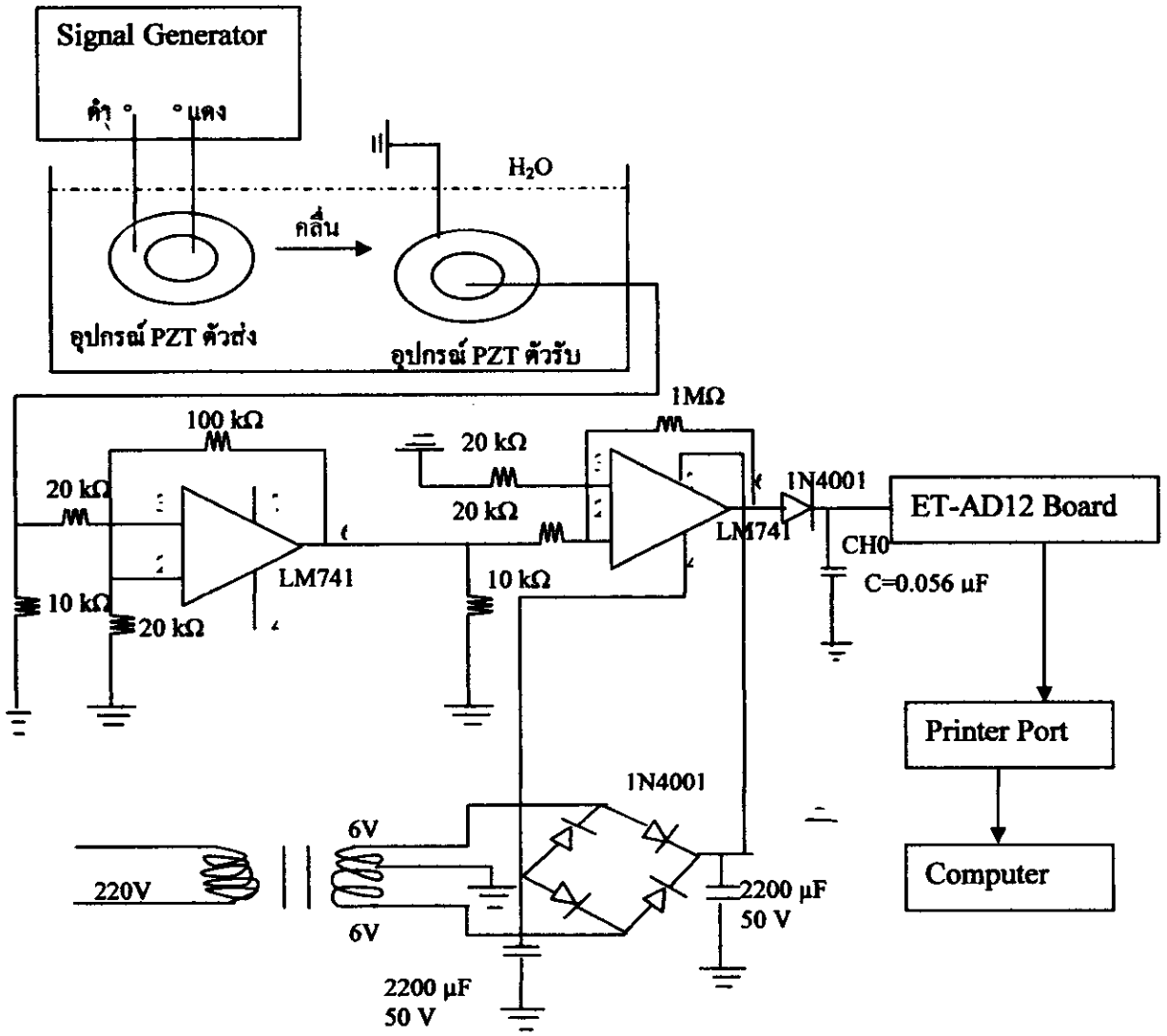
ค. การทดสอบอุปกรณ์ PZT

วัสดุอุปกรณ์

1) ไดโอด 1N4001 และ LM 741
2) ตัวเก็บประจุ 0.056 μF และตัวต้านทานขนาดต่างๆ
3) Op Amp 2 ตัว และน้ำ
4) อุปกรณ์ PZT หม้อแปลงไฟฟ้า และโฟโตบอร์ด
5) วงจรเชื่อมต่อ ET-AD12 Card
6) โปรแกรม Visual Basic
7) คอมพิวเตอร์

วิธีการทดลอง

1) จัดเตรียมบอร์ดการทดลองดังรูปที่ 9.6.5



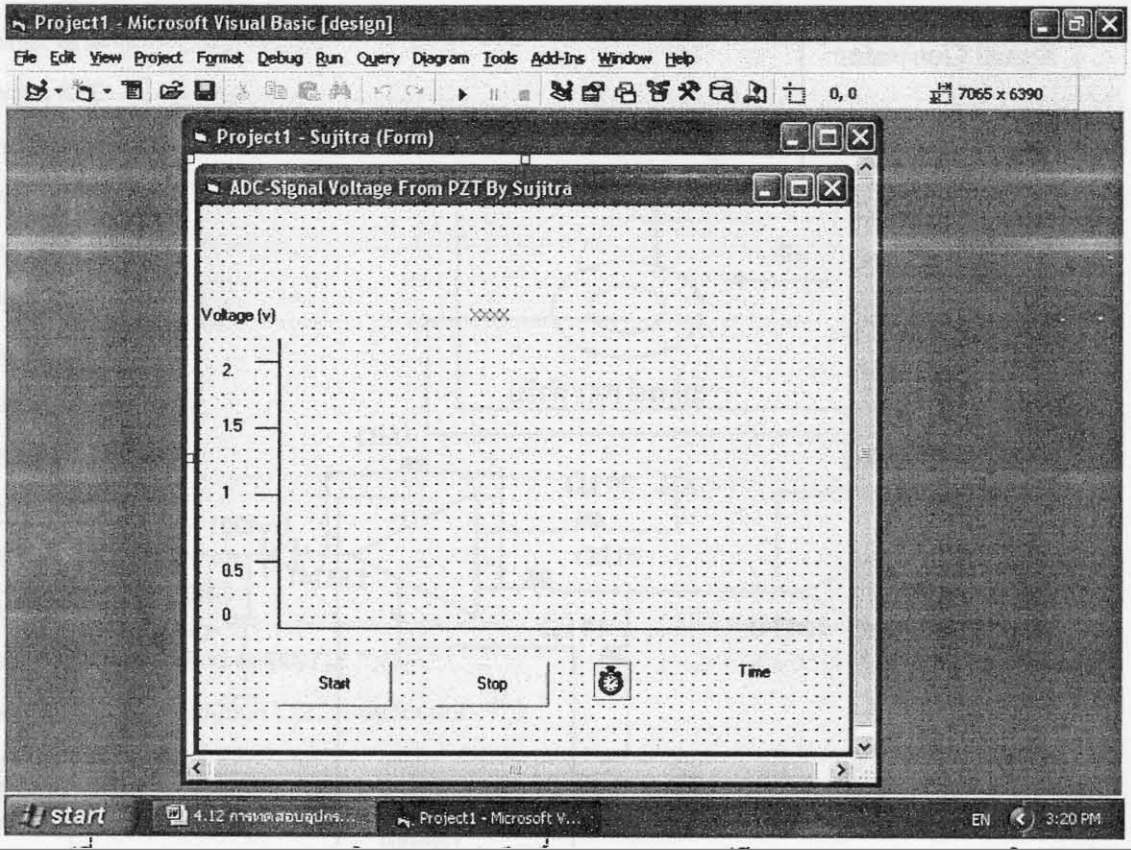
รูปที่ 9.6.5 แสดงการทดสอบอุปกรณ์ PZT เมื่อนำไปขยายด้วย Op Amp

เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า ส่งแรงดันไฟฟ้ามาให้อุปกรณ์ PZT ตัวส่ง อุปกรณ์จะสั่นเกิดเป็นคลื่น (indirect effect) คลื่นเคลื่อนที่ไปหาอุปกรณ์ PZT ตัวรับ มีแรงดันไฟฟ้าเกิดที่อุปกรณ์ตัวรับนี้ (direct effect) เนื่องจากแรงดันไฟฟ้ามีค่าต่ำเป็น mV ต้องนำไปขยายด้วย Op Amp แล้วส่งผ่านไดโอด 1N4001 เพื่อแปลง V_{AC} เป็น V_{DC} ส่งเข้า CH0 ของ ET-AD12 Board ผ่าน Printer port เข้าคอมพิวเตอร์ แสดงผลเป็นกราฟ (ใช้ Visual Basic)

2) เขียนโปรแกรมสำหรับการวัดอุปกรณ์ PZTโดยใช้โปรแกรม Visual Basic

เปิด Visual Basic 6.0 แล้วเลือกสร้างแอพพลิเคชันแบบ Standard Exe

เมื่อปรากฏฟอร์มขึ้นให้ใส่คอนโทรลลงบนฟอร์มดังรูปที่ 9.6.6


Project1 - Microsoft Visual Basic [design]
File Edit View Project Format Debug Run Query Diagram Tools Add-Ins Window Help
0, 0
7065 x 6390
Project1 - Sujitra (Form)
ADC-Signal Voltage From PZT By Sujitra
Voltage (v)
2.
1.5
1
0.5
0
Start
Stop
Time
start
Project1 - Microsoft V...
EN
3:20 PM

```
    Caption         =  "Stop"
    Height          =  495
    Left            =  2520
    TabIndex        =  1
    Top             =  4920
    Width           =  1215
End
Begin VB.CommandButton Command1
    Caption         =  "Start"
    Height          =  495
    Left            =  840
    TabIndex        =  0
    Top             =  4920
    Width           =  1215
End
Begin VB.Label Label20
    Caption         =  "0"
    Height          =  255
    Left            =  240
    TabIndex        =  9
    Top             =  4320
    Width           =  375
End
Begin VB.Line Line7
    X1              =  860
    X2              =  860
    Y1              =  4560
    Y2              =  4580
End
Begin VB.Line Line5
    X1              =  600
    X2              =  840
    Y1              =  2400
    Y2              =  2400
End
Begin VB.Line Line4
```

```
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   3840
    Y2              =   3840
End
Begin VB.Line Line3
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   3120
    Y2              =   3120
End
Begin VB.Line Line 27
    X1              =   600
    X2              =   840
    Y1              =   1680
    Y2              =   1680
End
Begin VB.Line Line 2
    X1              =   6480
    X2              =   840
    Y1              =   4560
    Y2              =   4560
End
Begin VB.Line Line 1
    X1              =   840
    X2              =   840
    Y1              =   1440
    Y2              =   4560
End
Begin VB.Label Label 8
    Caption         =   "XXXX"
    ForeColor       =   &H80000015&
    Height          =   255
    Left            =   2880
    TabIndex        =   8
    Top             =   1080
```

```
    Width           = 855
End
Begin VB.Label Label7
    Caption         = "Time (s)"
    Height          = 255
    Left            = 5760
    TabIndex        = 7
    Top             = 4920
    Width           = 615
End
Begin VB.Label Label6
    Caption         = "Voltage (v)"
    Height          = 255
    Left            = 0
    TabIndex        = 6
    Top             = 1080
    Width           = 975
End
Begin VB.Label Label5
    Caption         = "2."
    Height          = 255
    Left            = 240
    TabIndex        = 5
    Top             = 1680
    Width           = 255
End
Begin VB.Label Label4
    Caption         = "1.5"
    Height          = 255
    Left            = 240
    TabIndex        = 4
    Top             = 2280
    Width           = 255
End
Begin VB.Label Label3
    Caption         = "1"
```

```
        Height          =  255
        Left            =  240
        TabIndex        =  3
        Top             =  3000
        Width           =  135
    End
    Begin VB.Label Label1
        Caption         =  "0.5"
        Height          =  255
        Left            =  240
        TabIndex        =  2
        Top             =  3840
        Width           =  255
    End
End
```

เขียนโค้ดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของการทดสอบอุปกรณ์ PZT

```
'ADC-Signal Voltage From PZT
Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As
Integer)
Public pwrite As Integer
Public pread As Integer
Public ch0buff As Integer
Public ad0buff As Integer
Public i     As Integer

Private Sub Form_Load()
ScaleMode = 3
DrawWidth = 2
pwrite = &H378
pread = &H379
Timer1.Enabled = False
End Sub

Private Sub Command1_Click()
Timer1.Enabled = True
```

```
Sujitra.Refresh
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Timer1.Enabled = False
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
For i = 56 To 400
Out pwrite, &HB
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H0
Out pwrite, &H2
Out pwrite, &H0
Out pwrite, &H2
ch0buff = 0
Out pwrite, &H1
For readcount = 1 To 12
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Next readcount
For readcount = 1 To 12
ad0buff = (Inp(pread) And &H80) / (2 ^ 7)
ch0buff = ch0buff Or (ad0buff * (2 ^ (readcount - 1)))
Out pwrite, &H3
Out pwrite, &H1
Next readcount
Out pwrite, &HB
Label8.Caption = ch0buff
V = 100 + CInt(ch0buff / 20)
PSet (i, V), QBColor(10)
Next i
```

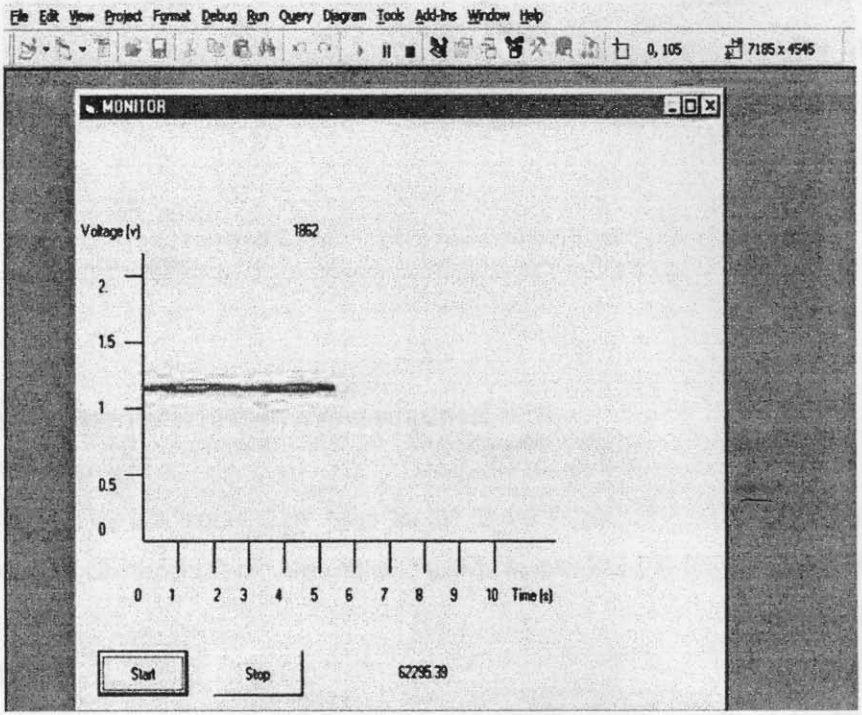
End Sub

3) สั่ง Run บันทึกผล

ผลการทดลอง

ก. ผลการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้เข้าคอมพิวเตอร์แสดงผลเป็นกราฟ

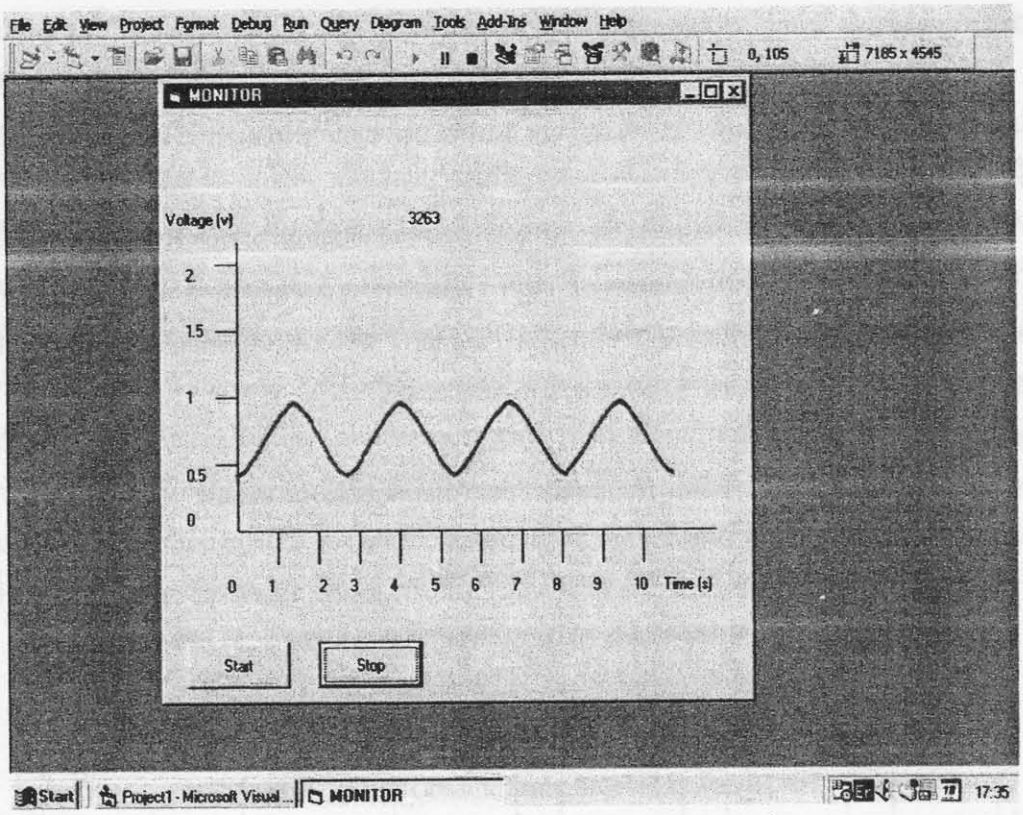
จากการเขียนโปรแกรมสำหรับการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้เข้าคอมพิวเตอร์แสดงผลเป็นกราฟ โดยใช้ภาษาวิชวลเบสิก จะได้ กราฟแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาที่วัดได้จากคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 9.6.7 พบว่า เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น แรงดันไฟฟ้าจะไปตามค่าที่ปรับ



รูปที่ 9.6.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า (V) และเวลา (s) ที่แสดงบน

ข. ผลการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับความถี่ (f) ได้เข้าคอมพิวเตอร์

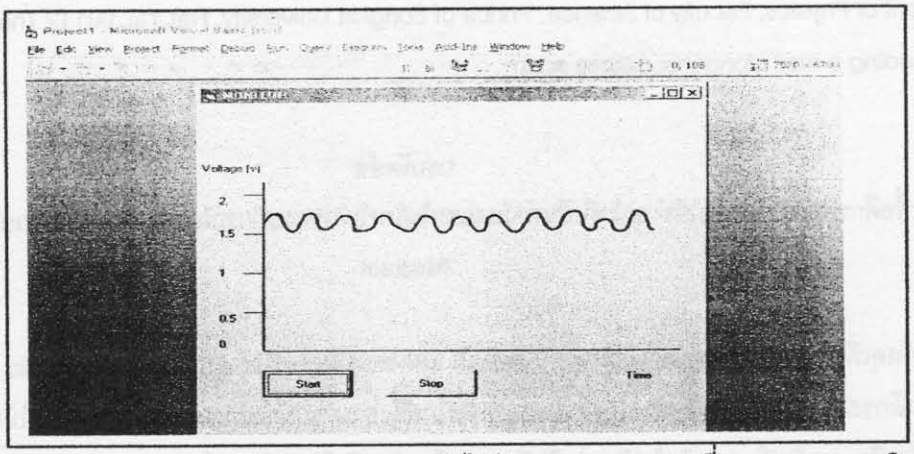
จากการเขียนโปรแกรมสำหรับการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับความถี่ (f) ได้เข้าคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาวิชวลเบสิก จะได้กราฟแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับความถี่ (f) ได้ขึ้นกับเวลา ที่วัดได้จากคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 9.6.8



รูปที่ 9.6.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า (V) และเวลา (s) ที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์

ค. ผลการทดสอบอุปกรณ์ PZT

จากการเขียนโปรแกรมสำหรับการทดสอบอุปกรณ์ PZT โดยใช้ภาษาวิชวลเบสิก จะได้ กราฟแรงดันไฟฟ้าขึ้นกับเวลาที่วัดได้จากคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 9.6.9



รูปที่ 9.6.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า (V) และเวลา (s) ที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การจ่ายสัญญาณไฟฟ้าเพื่อให้แรงดันไฟฟ้ามาเข้าอุปกรณ์ PZT ตัวส่ง พลังงานการสั่นจะส่งคลื่นเสียงเคลื่อนที่มากระทบอุปกรณ์ PZT ตัวรับ สามารถปรับความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าแล้ววัดแรงดันไฟฟ้า V และกระแสไฟฟ้า I จากอุปกรณ์ PZT ตัวรับในช่วงความถี่นั้นได้

สรุปผลการทดลอง

แผงวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมและโปรแกรมที่เขียนขึ้น สามารถวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้หลายอย่าง เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า นอกจากนี้ก็ยังสามารถใช้ในการทดสอบสมบัติเชิงฟิสิกส์ได้อีกด้วย ได้แก่ อุปกรณ์ PZT

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

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ ฟิสิกส์วัสดุอิเล็กโตรเซรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Http://www.Ett.co.th, Manual of ET-AD12 board, 2005-2007.

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

Ota, S. B., 1994, The temperature dependence of the forward characteristics of 1N4007 silicon diode, The Review of Scientific Instruments, 65(10) : 3289-3290.

บทความ การทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

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

เพื่อศึกษาการทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกด้วยโปรแกรมแลปวิว

Abstract

คำนำ

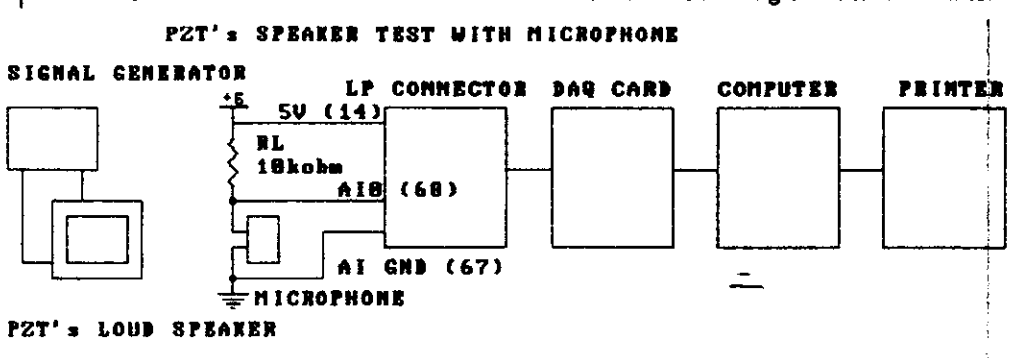
วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material) แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กตริก (ferroelectric property) โครงสร้างผลึกของสารเพียโซอิเล็กตริกเป็นแบบเพอรอฟสไกต์ซึ่งสามารถนำไปทำกระบวนการโพลิงให้กลายเป็นเฟอร์โรอิเล็กตริกเซรามิกส์ การเกิดไฟฟ้าเฟอร์โรมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผลึกและความสมมาตรของผลึก ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กตริกแบบตรงเป็นปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแรงเชิงกล (mechanical force) เป็นแรงดันไฟฟ้า (electric voltage) ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กตริกแบบย้อมเป็นปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า (electric voltage) เป็นแรงสั่นเชิงกล (mechanical vibration) การประยุกต์ใช้งานของวัสดุเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำมาจากสารเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ ไมโครโฟน (microphone), ลำโพง (loudspeaker) ไมโครโฟนทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ลำโพงทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง

บทความนี้เป็นการทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกด้วยโปรแกรม แลปวิว

วิธีการทดลอง

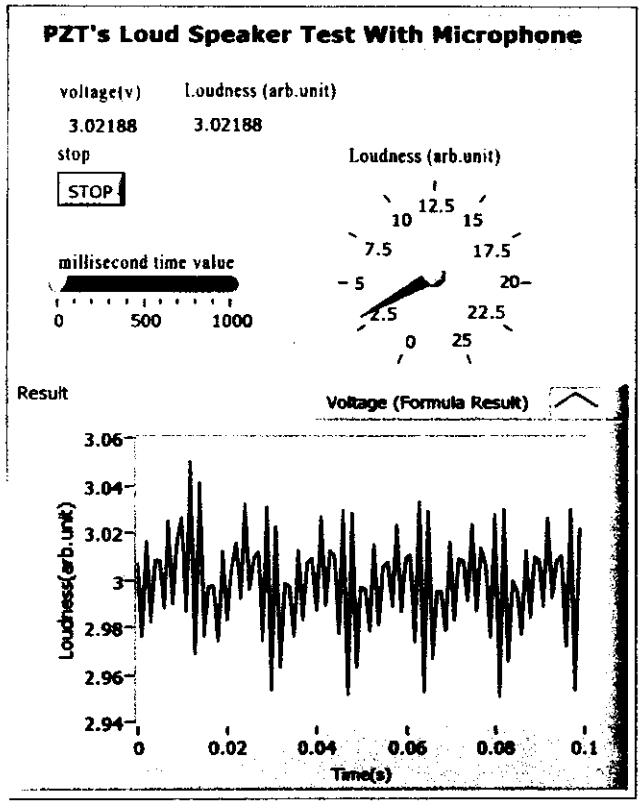
จัดวงจรดังรูปที่ 9.6.10 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้ามาให้อุปกรณ์ PZT ที่ทำหน้าที่เป็นลำโพง คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นเดินทางผ่านอากาศมาที่คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมไมโครโฟนนี้เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 9.6.11 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V คำนวณความดังของเสียง (loudness) ด้วย Formula แต่เนื่องจากไม่มีเครื่องมือปรับเทียบ ดังนั้นหน่วยของความดังของเสียงที่ใช้เป็น arb. unit Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) แสดงแรงดันไฟฟ้าด้วย Numeric Indicator และแสดงกราฟ V vs t บนจอ ด้วย Waveform Graph Indicator Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

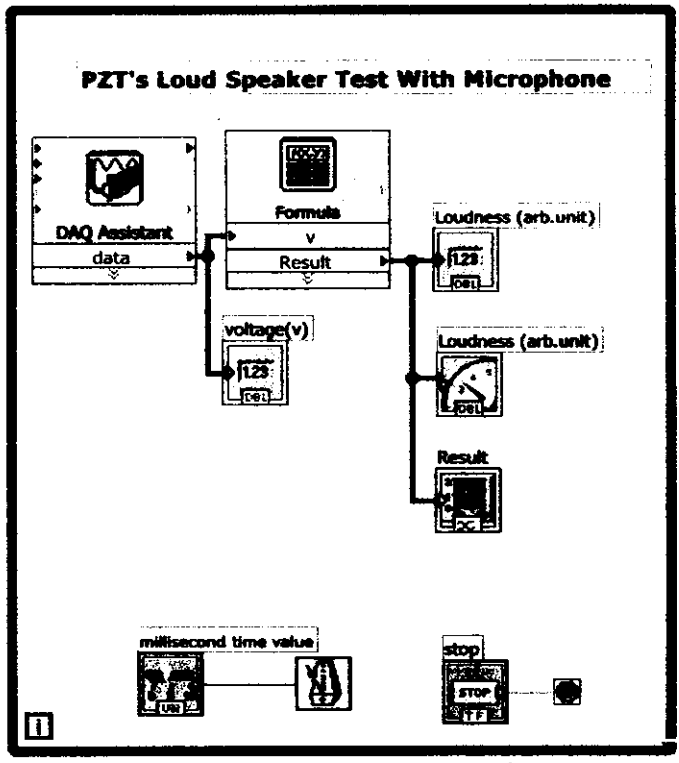


รูปที่ 9.6.10 การทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

Microphone-Loudness.vi
)-0a LV ÍÍiá°°áÅÐÇÑ´ ªØ´·Õè 1#\Th-Microphone-Loudness.vi
: modified on 12/15/2006 at 7:37 AM
ted on 12/15/2006 at 7:38 AM



Th-Microphone-Loudness.vi
):\0-0a LV ÍÍiá°°áÅÐÇÑ´ ªØ´·Õè 1#\Th-Microphone-Loudness.vi
Last modified on 12/15/2006 at 7:37 AM
Printed on 12/15/2006 at 7:38 AM



รูปที่ 9.6.11 front Panel และ Block สำหรับการทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟน ของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกแสดงดังรูปที่ 9.6.11

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบให้ทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกชี้บอกถึงการประยุกต์ใช้

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงการทำหน้าที่เป็นลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ ฟิสิกส์วัสดุอิเล็กโตรเซรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

Http:// www.ni.com, LabVIEW ™ Basic I. Introduction Course Manual,
National Instruments Corporation, 1993-2001.

9.7 การทดสอบหัววัดการสั่น

บทความ การทดสอบหัววัดการสั่นที่ทำมาจากอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

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

ได้ทดสอบหัววัดการสั่นที่ทำมาจากอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

Abstract

Vibration sensor made from piezoelectric device was tested.

คำนำ

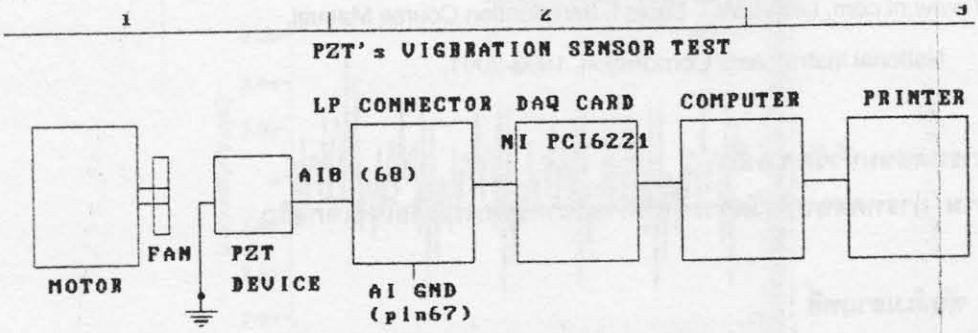
วัสดุเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric material) แสดงสมบัติเฟอร์โรอิเล็กตริก (ferroelectric property) โครงสร้างผลึกของสารเพียโซอิเล็กตริกเป็นแบบเพอรอฟสไกต์ซึ่งสามารถนำไปทำกระบวนการโพลิงให้กลายเป็นเฟอร์โรอิเล็กตริกเซรามิกส์ การเกิดไฟฟ้าเฟอร์โรมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างผลึกและความสมมาตรของผลึก ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กตริกแบบตรงเป็นปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแรงเชิงกล (mechanical force) เป็นแรงดันไฟฟ้า (electric voltage) ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กตริกแบบย้อมเป็นปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า (electric voltage) เป็นแรงสั่นเชิงกล (mechanical vibration) การประยุกต์ใช้งานของวัสดุเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำมาจากสารเพียโซอิเล็กตริก ได้แก่ ไมโครโฟน (microphone), ลำโพง (loudspeaker) ไมโครโฟนทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า การทำงานของอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกให้เป็นไมโครโฟนสามารถประยุกต์ทำเป็นหัววัดการสั่น

บทความนี้เป็นการทดสอบหัววัดการสั่นที่ทำมาจากอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริก

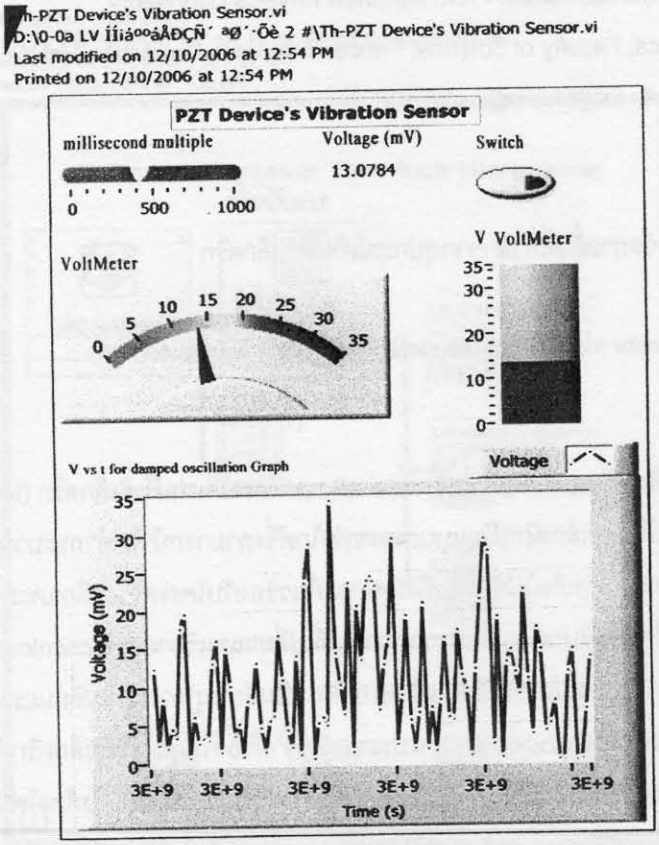
วิธีการทดลอง

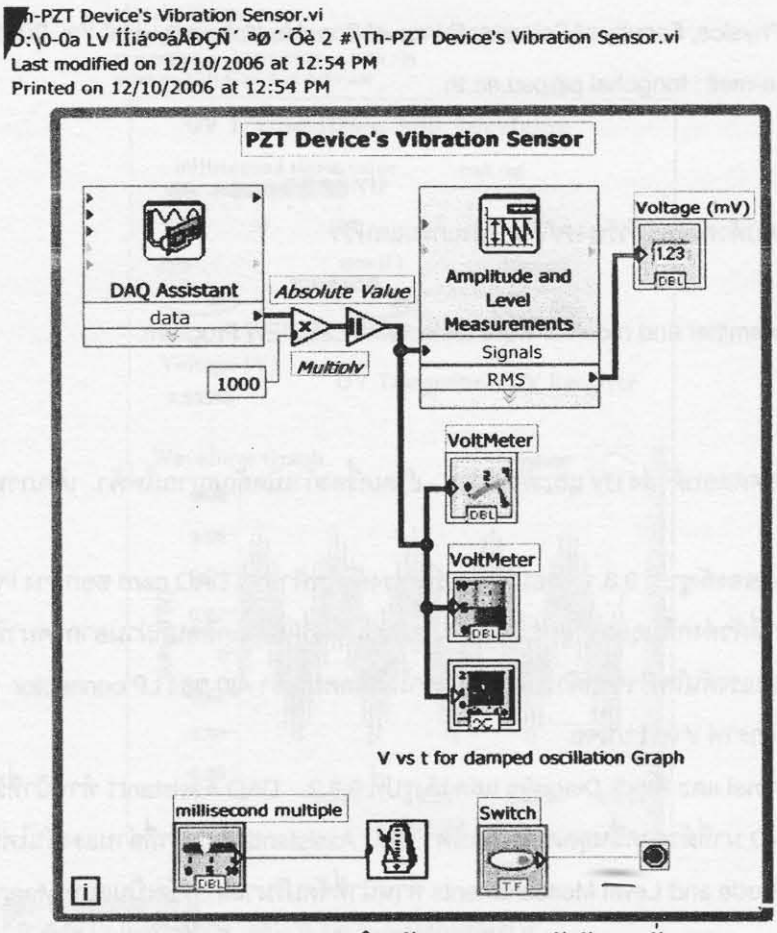
จัดชุดทดลองดังรูปที่ 9.7.1 จ่ายไฟฟ้า 5 V ให้มอเตอร์หมุน ใบพัดจะเสียดสีกับอุปกรณ์ PZT อุปกรณ์จะสั่น มี แรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้น ส่งแรงดันไฟฟ้า V เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 9.7.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V ขยายแรงดันไฟฟ้านี้ด้วย Multiply x1000 ทำแรงดันไฟฟ้าให้เป็นค่าบวกด้วย Absolute value แสดงแรงดันไฟฟ้าด้วย Numeric Indicator และแสดงกราฟ V vs t บนจอ ด้วย Waveform Graph Indicator ส่งเข้า Amplitude and Level Measurements เพื่อจัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Rms (เพื่อให้ค่านิ่งมากขึ้น) แล้วแสดงแรงดันไฟฟ้าด้วย Numeric Indicator Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer



รูปที่ 9.7.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการทดสอบหัววัดการสั่น





รูปที่ 9.7.2 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการทดสอบหัววัดการสั่น

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบหัววัดการสั่นแสดงดังรูปที่ 9.7.2

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบหัววัดการสั่นใช้ตรวจจัดการสั่นของเครื่องยนต์และการเต้นของหัวใจ

สรุปผลการทดลอง

อุปกรณ์ PZT สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นหัววัดการสั่นได้

เอกสารอ้างอิง

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

Tandon, R.P., 1993. Dielectric, piezoelectric and acoustic properties of high performance piezorubber composite hydrophone. J. Mater. Sci. Lett. 12 : 1182-1184.

9.8 การทดสอบตัวส่งและตัวรับ UV

บทความ การทดสอบตัวส่งและตัวรับ UV ด้วยโปรแกรมแลปวิว

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

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

ได้ทดสอบตัวส่งและตัวรับ UV ด้วยโปรแกรมแลปวิว

Abstract

UV transmitter and receiver were tested with LabVIEW Program

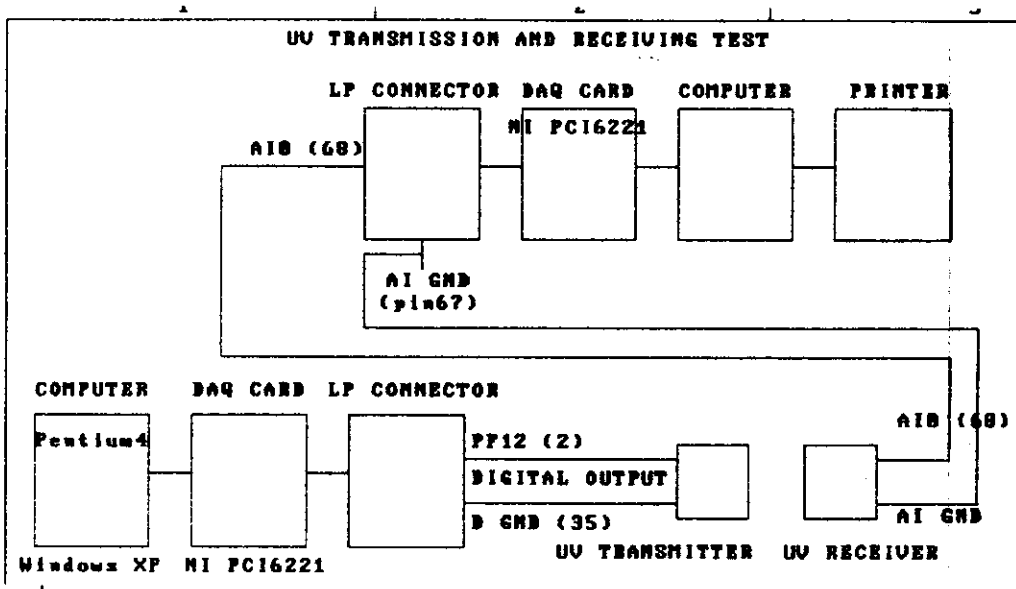
คำนำ

หลักการทดสอบตัวส่ง UV และตัวรับ UV เปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า เกิดภาพบนจออออสซิลโลสโคป

วิธีการทดลอง

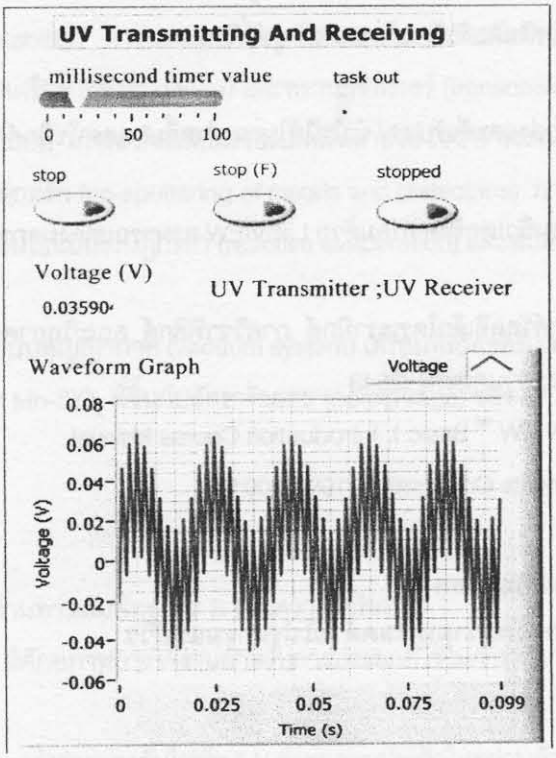
จัดชุดทดลองดังรูปที่ 9.8.1 คอมพิวเตอร์ส่งแรงดันไฟฟ้าผ่าน DAQ card ออกทาง PFI12 และ D GND ของ Lp connector มาที่ตัวส่งคลื่นอุลตราไวโอเลต (UV transmitter) คลื่นเคลื่อนที่ผ่านอากาศมาที่ตัวรับคลื่นอุลตราไวโอเลต (UV receiver) ส่งแรงดันไฟฟ้าจากตัวรับคลื่นอุลตราไวโอเลตมาเข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์แสดงกราฟ V vs t บนจอ

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 9.8.2 DAQ Assistant1 ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าที่มาจาก PFI12 และ D GND มาที่ตัวส่งคลื่นอุลตราไวโอเลต DAQ Assistant2 ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V แสดงผลด้วย Graph Indicator Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) แล้ว แสดงผลด้วย Numeric Indicator Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

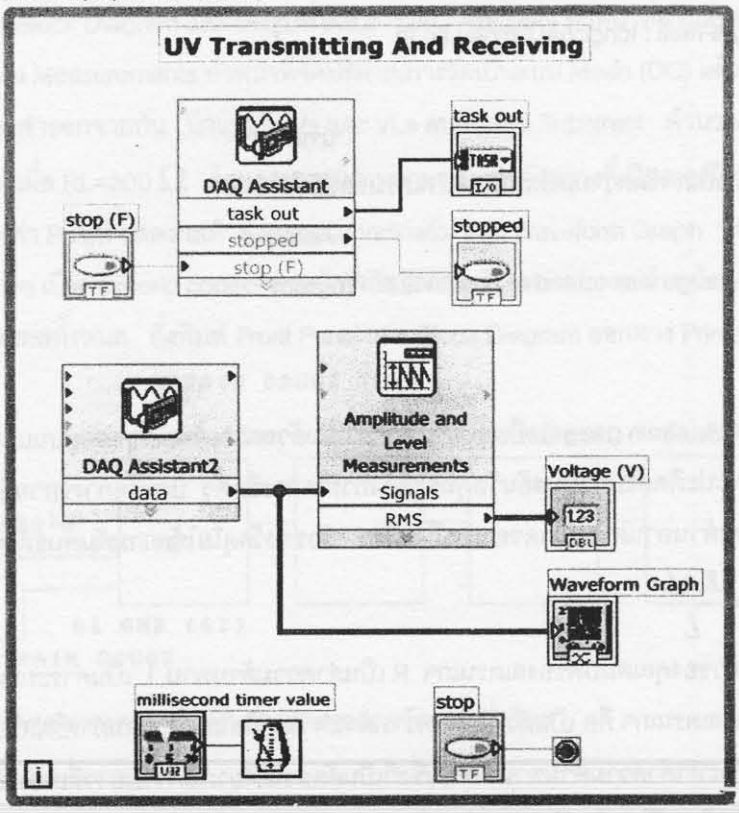


รูปที่ 9.8.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการทดสอบตัวส่งและตัวรับ UV

-Êè§áÅÐÃÑº UV.vi
\0-0a LV ÍÍiá°°áÅÐÇÑ´ ªØ´·Õè 3#\Th-Êè§áÅÐÃÑº UV.vi
st modified on 12/14/2006 at 8:59 AM
inted on 12/14/2006 at 8:59 AM



Th-Êè§áÅÐÃÑº UV.vi
D:\0-0a LV ÍÍiá°°áÅÐÇÑ´ ªØ´·Õè 3#\Th-Êè§áÅÐÃÑº UV.vi
Last modified on 12/14/2006 at 8:59 AM
Printed on 12/14/2006 at 8:59 AM



รูปที่ 9.8.2 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการทดสอบตัวส่งและตัวรับ UV

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบตัวส่งและตัวรับ UV แสดงดังรูปที่ 9.8.2

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบตัวส่งและตัวรับ UV นำไปใช้ในการส่งคลื่นอุลตราโซนิกส์

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงผลการทดสอบตัวส่งและตัวรับ UV

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ ฟิสิกส์วัสดุอิเล็กโตรเซรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

Http:// www.ni.com, LabVIEW ™ Basic I. Introduction Course Manual,
National Instruments Corporation, 1993-2001.

9.9 การทดสอบเกจวัดความเครียด

บทความ การทดสอบเกจวัดความเครียดด้วยโปรแกรมแลปวิว

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

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

ได้ทดสอบเกจวัดความเครียดด้วยโปรแกรมแลปวิว

Abstract

Strain gauge was tested with LabVIEW Program

คำนำ

สเตรนเกจ (strain gauge) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยลวดเส้นเล็กๆขดอยู่บนแผ่นกระดาษหรือพลาสติกบางๆ เมื่อต้องการใช้ก็จะปะติดลงบนแผ่นชิ้นวัสดุที่จะต้องการวัดการยืดตัว บิดหรือการขยายตัว โดยคุณสมบัติของสเตรนเกจจะเปลี่ยนค่าความต้านทานตามขนาดของการยืดหรือหดตัวของวัสดุโยให้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{K\Delta L}{L}$$

เมื่อ K เป็นค่าคงตัวของคุณสมบัติของสเตรนเกจ R เป็นค่าความต้านทาน L เป็นค่าระยะทางที่ยืดหรือหดตัว ประโยชน์หลักของสเตรนเกจ คือ เป็นตัวที่ให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามการยืดหรือหดตัวของวัสดุที่ต้องการวัด ในการวัดนั้นเราก็จะหาค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นซึ่งก็เป็นสัดส่วนเดียวกับความยาวที่เพิ่มขึ้น ทำให้เรานำอาค่าความยาวที่เพิ่มขึ้นนี้ไปใช้ประโยชน์อื่น เช่น วัดความเค้นหรือความเครียดในคานเสาหรือโครงสร้างงานโยธา การวัดนั้นเราจะจะนำสเตรนเกจประกบติดกับคานหรือเสาที่ต้องการวัดแล้วใช้บริดจ์วัดค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไป

ฟิล์มเซอร์เมต (cermet film) เป็นวัสดุผสมระหว่างโลหะกับไดอิเล็กตริก (metal-dielectric composite) ฟิล์มเซอร์เมตนี้มีสมบัติที่สำคัญ เช่น สภาพต้านทานไฟฟ้ามีค่าสูงที่ควบคุมได้ สัมประสิทธิอุณหภูมิของความต้านทาน (TCR) และสมบัติที่เสถียรภาพดี (good stability) การประยุกต์ใช้ของฟิล์มเซอร์เมต เช่น ตัวต้านทานในไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (microelectronics) เกจวัดความเครียด (strain gauge) และทรานสซิฟเวอร์ (transceiver) ฟิล์มเซอร์เมตสามารถแสดงค่า TCR ที่เป็นบวก และ TCR ที่เป็นลบ การเตรียมฟิล์มเซอร์เมตมีหลายวิธี เช่น การระเหยเป็นไอร่วม (co-evaporation) สปัตเตอริงร่วมของโลหะและไดอิเล็กตริก (co-sputtering of metals and dielectrics) การระเหยเป็นไอแบบชั่วแวบเดียว (flash evaporation) การระเหยเป็นไอแบบไวปฏิกิริยา (reactive evaporation) และสปัตเตอริงแบบไวปฏิกิริยา (reactive sputtering) (Rajanna, 1993)

ใช้วิธีการระเหยร่วมในระบบสุญญากาศ (vacuum system) เตรียมฟิล์มเซอร์เมต Mn-SiO_2 วัดตัวประกอบเกจ (gauge factor) ของฟิล์มเซอร์เมต Mn-SiO_2 ที่ขึ้นกับอัตราร้อยละ (percentage) ของ SiO_2 คำนวณหาตัวประกอบเกจ (F) จากสมการ

$$F = \frac{(\Delta R / R)}{\varepsilon}$$

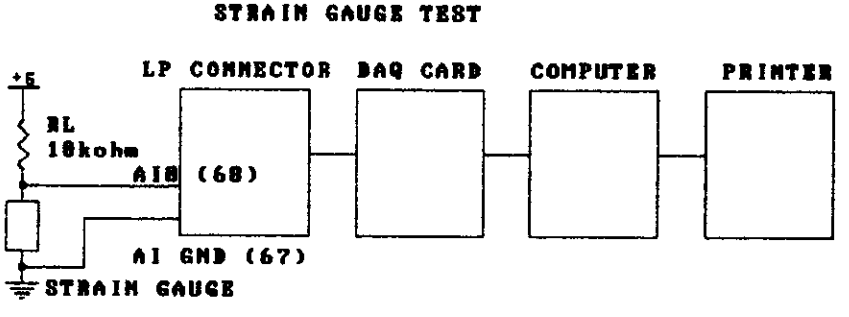
เมื่อ $\Delta R/R$ เป็นการเปลี่ยนความต้านทานสัมพัทธ์และ ε เป็นความเครียด

ฟิล์มเซอร์เมต Mn-SiO_2 มีศักยภาพการใช้งานสำหรับการประยุกต์ใช้ในการทำเกจวัดความเครียด

วิธีการทดลอง

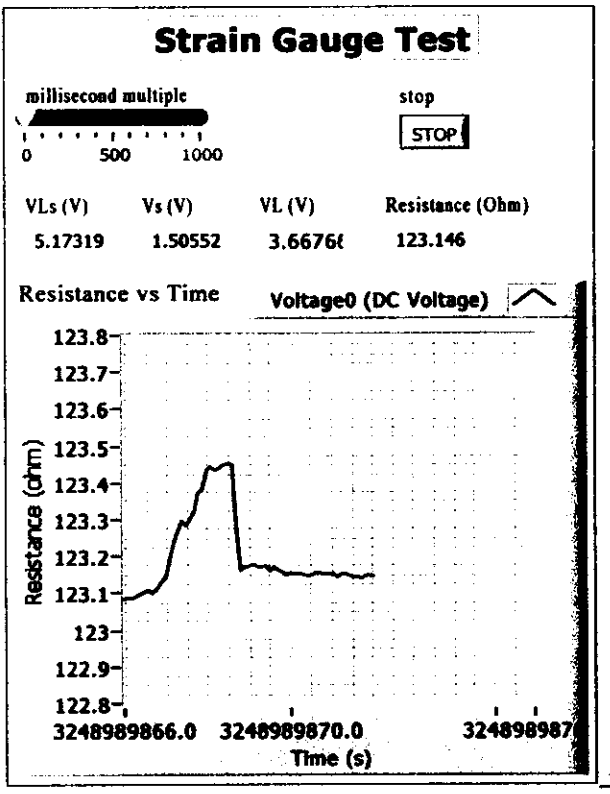
จัดวงจรดังรูปที่ 9.9.1 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 V จ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน 10 kΩ และสเตรนเกจ ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดเท่ากับ V ให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม V เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์ สั่งให้แสดงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสเตรนเกจที่ขึ้นกับเวลา (V vs t)

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 9.9.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า Vs และ VLs Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) แล้วส่งมาที่ Split signal เพื่อแยกแรงดันไฟฟ้าทั้งสองค่าออกจากกัน นำแรงดัน Vs และ VLs ลบกันด้วย Substract คำนวณกระแสไฟฟ้า IL=VL/RL=Is ด้วย Divide เมื่อ RL=300 Ω คำนวณความต้านทานของสารตัวอย่างที่เป็นเทอร์มิสเตอร์เชิงการค้าด้วย Divide (R=Vs/Is=V/I) ส่งค่า R ไปที่ แสดงผลด้วย Numeric Indicator และ Waveform Graph Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำๆกัน สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

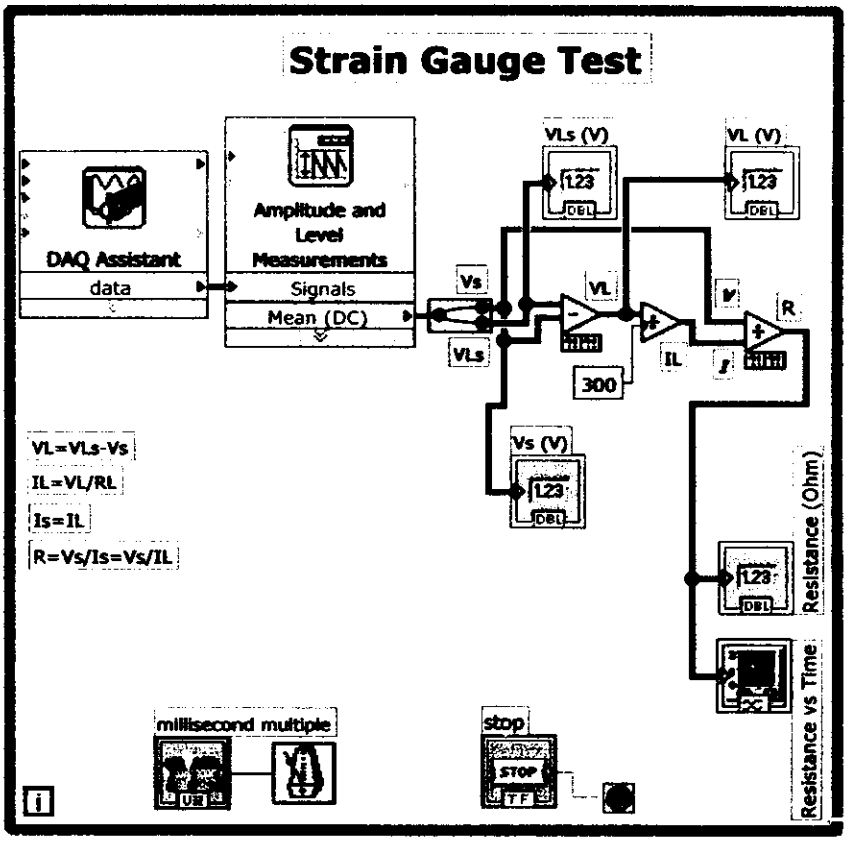


รูปที่ 9.9.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการทดสอบเกจวัดความเครียด

Strain Gauge.vi
:\0-0a LV ÍÍiá°°áÅÐÇÑ´ ªØ´·Õè 3#\Th-Strain Gauge.vi
ıst modified on 12/14/2006 at 1:12 PM
inted on 12/14/2006 at 1:12 PM



-Strain Gauge.vi
:\0-0a LV ÍÍiá°°áÅÐÇÑ´ ªØ´·Õè 3#\Th-Strain Gauge.vi
Last modified on 12/14/2006 at 1:12 PM
Printed on 12/14/2006 at 1:13 PM



รูปที่ 9.9.2 Front Panel และ Block diagram สำหรับการทดสอบเกจวัดความเครียด

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบเกจวัดความเครียดแสดงดังรูปที่ 9.9.2

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบเกจวัดความเครียดนำไปใช้ในการวัดความเครียดที่เกิดขึ้นในวัสดุ

สรุปผลการทดลอง

ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงการทดสอบเกจวัดความเครียด

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์ ฟิสิกส์วัสดุอิเล็กโตรเซรามิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2548

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

National Instruments Corporation, 1993-2001.

9.10 การวัดความดังของเสียงจากลำโพงพีแซดทีด้วยคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

บทความ การวัดความดังของเสียงจากลำโพงพีแซดทีด้วยคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนด้วยโปรแกรมแลปวิว

ธงชัย พันธ์เมธาฤทธิ์

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.

E-mail : tongchai.p@psu.ac.th

บทคัดย่อ

ได้วัดความดังของเสียงจากลำโพงพีแซดทีด้วยคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนด้วยโปรแกรมแลปวิว

Abstract

Sound loudness of sound fron PZT loudspeaker was measured by condenser microphone with LabVIEW Program

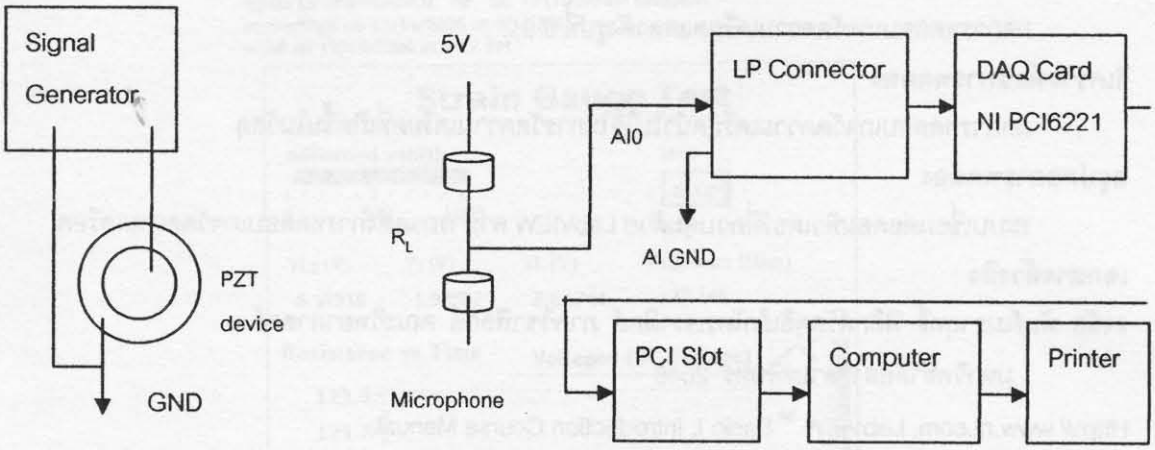
คำนำ

ลำโพงพีแซดที (PZT loudspeaker) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง การวัดเสียง (sound measurement) จะใช้คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ระดับความดังของเสียง [sound pressure level (SPL)] มีสูตรดังสมการ

$$SPL = 20\log_{10}\frac{P}{0.0002}, dB$$

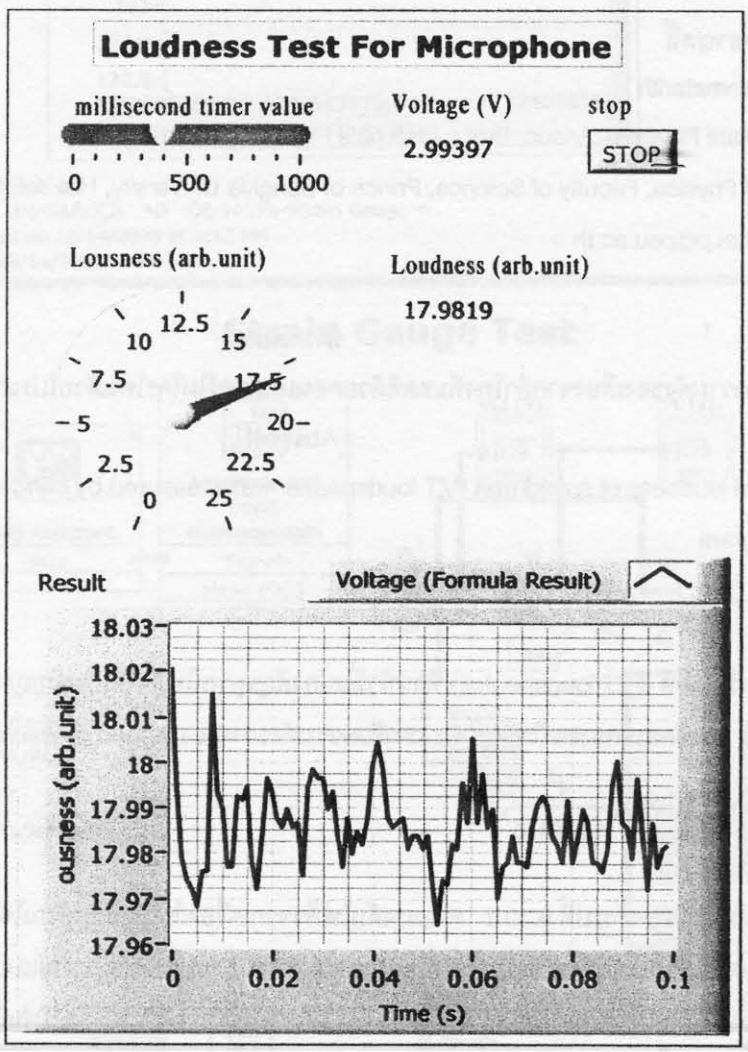
วิธีการทดลอง

จัดชุดการทดลองดังรูปที่ 9.10.1 จ่ายแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้ามาที่อุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกเชิงการค้า เกิดการแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นการสั่นเชิงกลตามหลักการของปรากฏการณ์แบบย้อม คลื่นจากอุปกรณ์เพียโซอิเล็กตริกเคลื่อนที่ไปตกกระทบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมไมโครโฟนนี้ (V) จะเปลี่ยนแปลงตามเวลา (t) ให้แรงดันไฟฟ้า V นี้เข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card เข้าคอมพิวเตอร์ แปลงแรงดันไฟฟ้า (V) นี้เป็นความดังของเสียง (sound loudness, SL) (รูปที่ 9.10.2)

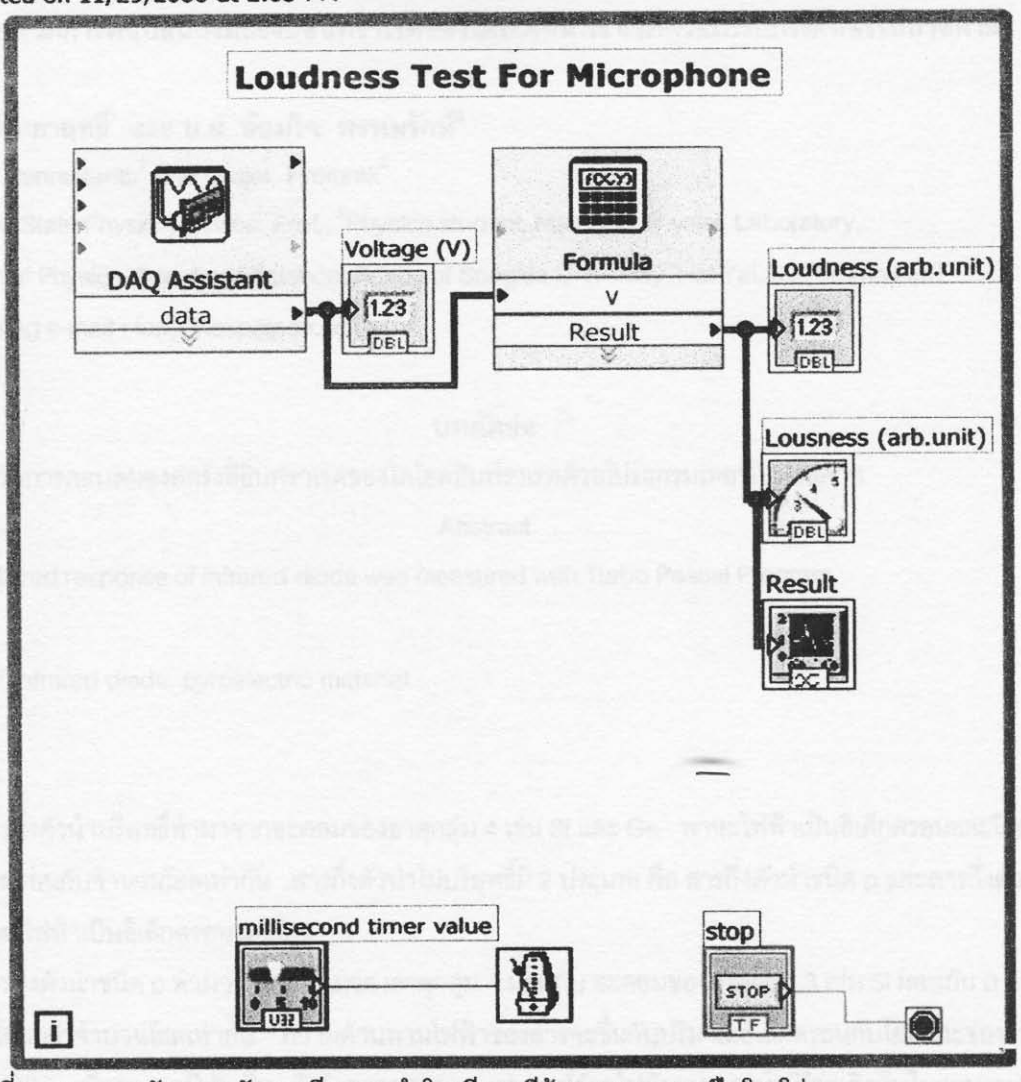


รูปที่ 9.10.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการวัดความดังของเสียงจากลำโพงพีแซดที
ด้วยคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

icrophone.vi
D:\0-0a áÅ» Mid Term ¾Ø¸ 2-2549\Norma-Ampol\Microphone.vi
Last modified on 11/29/2006 at 2:01 PM
Printed on 11/29/2006 at 2:02 PM



icrophone.vi
D:\0-0a áÅ» Mid Term ¾Ø¸ 2-2549\Norma-Ampol\Microphone.vi
Last modified on 11/29/2006 at 2:01 PM
Printed on 11/29/2006 at 2:03 PM



รูปที่ 9.10.1 การวัดความดังของเสียงจากลำโพงพีแซดทีด้วยคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

ผลการทดลอง

ผลการวัดความดังของเสียงจากลำโพงพีแซดทีด้วยคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนแสดงดังรูปที่ 9.10.1

วิเคราะห์การทดลอง

ผลการวัดความดังของเสียงจากลำโพงพีแซดทีด้วยคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนจะดัดแปลงไปใช้ในปฏิบัติการฟิสิกส์

สรุปผลการทดลอง

ได้วิธีการวัดผลการวัดความดังของเสียงจากลำโพงพีแซดทีด้วยคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

เอกสารอ้างอิง

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