

## 21. โพโตทรานซิสเตอร์ (phototransistor)

21.1 การวัดปรากฏการณ์โพโตโวลต์เจ (photovoltage effect) สำหรับโพโตทรานซิสเตอร์

บทค้วม การวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเข้มแสงของโพโตทรานซิสเตอร์ด้วยโปรแกรมเทอร์บอปีกาสคัล

ลงชื่อ พันธุ์เมธารัฐ

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

ได้วัดแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเข้มแสงของโพโตทรานซิสเตอร์ด้วยโปรแกรมเทอร์บอปีกาสคัล

### Abstract

Voltage versus light intensity of phototransistor was measured with Turbo Pascal Program.

Key words : phototransistor

### คำนำ

สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ทำมาจากอะตอมของธาตุกัมุน 4 เช่น Si และ Ge หากนำไปเป็นอิเล็กตรอนและโพลิจานอิเล็กตรอนกับจานวนโดยลเท่ากัน สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์มี 2 ประเภท คือ สารกึ่งตัวนำชนิด p และสารกึ่งตัวนำชนิด n หากนำไปเป็นอิเล็กตรอนและโพลิจาน

สารกึ่งตัวนำชนิด p ทำมาจากอะตอมของธาตุกัมุน 4 ผสมกับ อะตอมของธาตุกัมุน 3 เช่น Si ผสมกับ B จานวน อิเล็กตรอนน้อยกว่าโพลิเท่ากัน ความต้านไฟฟ้าของสารจะขึ้นกับปริมาณอิเล็กตรอนกับโพลิและขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ( $E_g$ ) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนจากแกนวาเลนซ์ย้ายไปยังแกนการนำมีโพลิก็เดิร์ชันในแกนวาเลนซ์ อิเล็กตรอนและโพลิที่เกิดขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขณะที่สารได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก

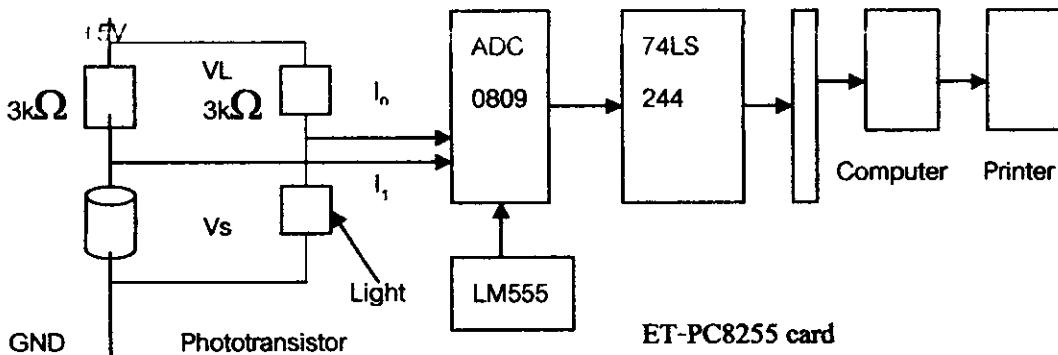
สารกึ่งตัวนำชนิด n ทำมาจากอะตอมของธาตุกัมุน 4 ผสมกับ อะตอมของธาตุกัมุน 5 เช่น Si ผสมกับ As จานวน อิเล็กตรอนมากกว่าโพลิเท่ากัน ความต้านไฟฟ้าของสารจะขึ้นกับปริมาณอิเล็กตรอนกับโพลิและขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ( $E_g$ ) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนจากแกนวาเลนซ์ย้ายไปยังแกนการนำมีโพลิก็เดิร์ชันในแกนวาเลนซ์ อิเล็กตรอนและโพลิที่เกิดขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขณะที่สารได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก

โดยอุดเรียงกระแสทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด p ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด n และงปปรากฏการณ์เรียงกระแสไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าในแหล่งกำเนิดโดยได้ทิศทางเดียว พฤติกรรมโอห์มิก (ohmic behavior) คือ การที่ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าแบบเรียงเส้นพบรในตัวต้านทานค่าคงที่ พฤติกรรมไม่โอห์มิก (non-ohmic behavior) คือ การที่ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าเป็นแบบไม่เป็นเรียงเส้นพบรในไดโอด

ทรานซิสเตอร์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด p ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด n ทรานซิสเตอร์มี 2 แบบ คือ แบบ PNP และแบบ NPN ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าและทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เมื่อนำทรานซิสเตอร์ไปต่อ กับอุปกรณ์อื่นๆ ก็จะได้อุปกรณ์ที่มีชื่อว่า เทก (gate) ได้ โพโตทรานซิสเตอร์ทำมาจากทรานซิสเตอร์รวมตลาดต่อกับโพโตไดโอด โพโตทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ทางแสง (optic switch) และหัววัดแสง (optical switch )

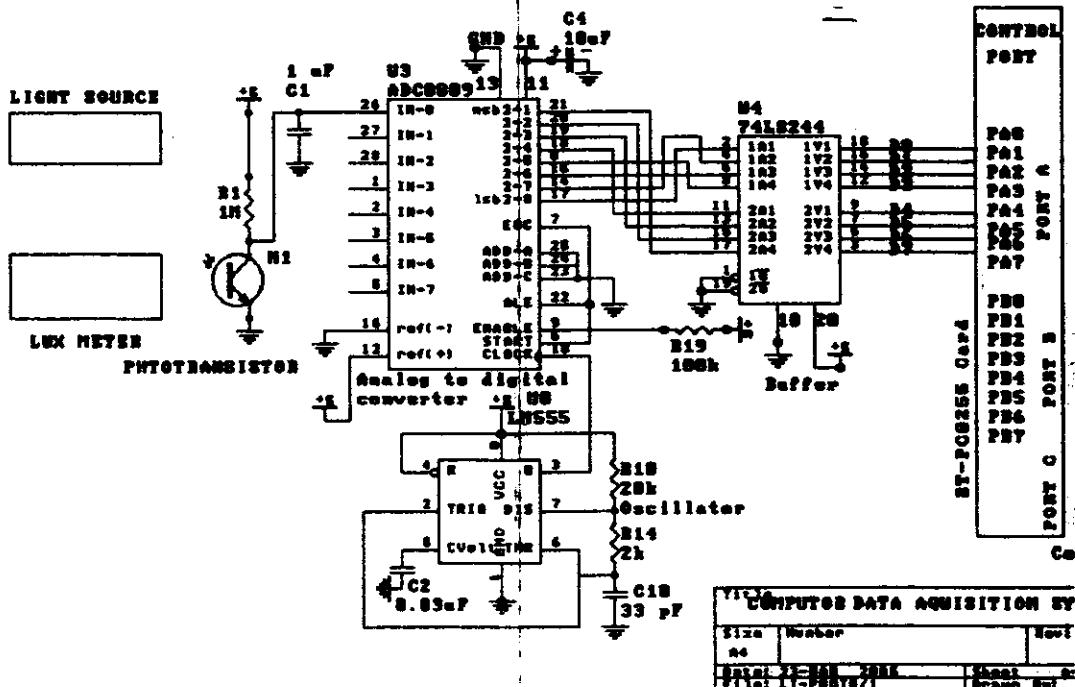
### วิธีการทดลอง

- 1) ได้อ่านค่าอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการจากประสมการณ์ทั่วไป (Barney, 1988 และ Stankovic, 1994) มาตัดแปลง แล้วเรียบเป็นบล็อกโดยแบ่งส่วนสำหรับแสดงเส้นได้ทางด้านไฟฟ้าที่เขียนกับความเข้มแสงของไฟโดยรวมชิสเตอร์ด้านคอมพิวเตอร์ (รูปที่ 21.1.2) ประกอบนั้นและทดสอบจนได้รีซิมเม้นต์ตามดังนี้



รูปที่ 21.1.1(g) บล็อกโดยแบ่งส่วนสำหรับให้คอมพิวเตอร์แสดงเส้นได้ทางด้านไฟฟ้า  
ที่เขียนกับความเข้มแสงของไฟโดยรวมชิสเตอร์ด้วยคอมพิวเตอร์

COMPUTER INTERFACING CIRCUIT BOARD VOLTAGE VS LIGHT INTENSITY MEASUREMENT OF PHOTOTRANSISTOR



รูปที่ 21.1.1(h) บล็อกโดยแบ่งส่วนสำหรับให้คอมพิวเตอร์แสดงเส้นได้ทางด้านไฟฟ้า  
ที่เขียนกับความเข้มแสงของไฟโดยรวมชิสเตอร์ด้วยคอมพิวเตอร์

- 2) ให้คอมพิวเตอร์วัดความเข้มแสง (LI) ชั่ว (LI) กับ (AV) สร้างตารางและสร้างกราฟ ระหว่าง LI กับ AV แสดงสมการ พิมพ์ใส่โปรแกรม
- 3) เขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์แสดงเส้นได้ทางด้านไฟฟ้าที่เขียนกับความเข้มแสงของไฟโดยรวมชิสเตอร์

#### 4) สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน

แหล่งจ่ายไฟฟ้าตรงจ่ายไฟฟ้าให้ผ่านสารตัวอย่าง Rs มีแรงดันไฟฟ้าปกติร่วมสารทักร่วมสารตัวอย่างเท่ากับ Vs และดัน Vs เข้าทางอินพุท Io ของ ADC0809 เพื่อแปลงแรงดันอนาลอก (AV) ให้เป็นแรงดันดิจิตอล (DV) LM 555 ทำหน้าที่ควบคุมให้ ADC8255 ทำงาน 送ผ่านบอร์ด 74LS244 และพอร์ตขาอัง A ของ ET-PC8255 card แล้วเข้าคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะอ่านแรงดันดิจิตอลแล้วแปลงเป็น แรงดันอนาลอก แรงดันอนาลอก คือ Vs สำนักความเร้มแสงสามารถคำนวนได้จาก  $Li = 11277 \cdot \exp(-1.1193 \cdot Vs)$  สั่งให้คอมพิวเตอร์แสดงสีบนพื้นที่ความต้านทานที่รีบบันความเร้มแสงของไฟโดยทราบเริสเซอร์ด้วยคำสั่ง line (x,y,x,y) โดยมีพิกัดทางแผน x และแกน Y ดังสมการ  $x := \text{round}((255 / 1000) * Li)$  และ  $y := \text{round}(305 - (Vs) * (255 / 5))$

#### 5) ให้คอมพิวเตอร์แสดงกราฟ R vs Li และพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์

```
Program Light_Intensity_sensor;
```

```
Uses crt;
```

```
Var
```

```
I,j, x,y,uv : Integer;
```

```
AV, LI : real;
```

```
Const PA = $0304;
```

```
Pcontrol = $0307
```

```
Begin
```

—

```
Cirscr;
```

```
gotoxy(28,2) ; writeln('LIGHT INTENSITY SENSOR TEST');
```

```
gotoxy(28,3) ; writeln('-----');
```

```
port[Pcontrol] := $90;
```

```
for I := 1 to 9000 do
```

```
begin
```

```
for j := 1 to 550 do
```

```
begin
```

```
uv := port[PA];
```

```
gotoxy(29,8) ; writeln('Digital Voltage = ', DV:3);
```

```
AV := (5/255)* DV; {V=AV=voltage drop on NTC thermistor}
```

```
gotoxy(28,12) ; writeln('Analog Voltage = ', AV:3:2);
```

```
gotoxy(50,12) ; writeln(' V');
```

```
LI := 50.448*AV+12.388;
```

```
gotoxy(20,20) ; writeln('*****');
```

```
gotoxy(19,22) ; writeln(' - >Measure Light Intensity = ', LI:3:2);
```

```
gotoxy(52,22) ; writeln(' Lux');
```

```
gotoxy(30,24) ; writeln('>>>#####<<<');
```

```
delay(20000);
```

```

end;
end;
end.

```

```

Program Voltage_versus_Light_Intensity_Graph ;
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, gemode, 'C:\tp\bgi');
  setgraphmode(gemode) ;
  setcolor(15) ; line(50,50,50,305); line(50,305,575,305);
  line(50,50,600,50); line(600,50,600,305);
  settextstyle (defaultfont, vardir,0);
  for p := 50 to 600 do
    begin
      if q mod 32 = 0 then
        begin
          line (p+18, 295, p+18, 305); str ( round(p / 32 - 1) , tex);
          outtexby (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, 5, q); str ( (( (305-q) mod 5)+1) ,tex);
              outtexby (20, q, tex);
            end;
        end;
    end;

```

```

end;

end;

end;

procedure plot;
var i, j, x, y, DV0, DV1 : integer;
    AV0, AV1, V, LI : real;
begin
    setcolor(3); outtextxy(205,11, 'Voltage vs Light Intensity Curve');
    setcolor(3); outtextxy(205,18, '-----');
    setcolor(5); outtextxy(50,30, 'Voltage (V)');
    setcolor(5); outtextxy(400,340, 'Light Intensity (x20 Lux)');
    setcolor(5); outtextxy(48,303,'*');

    port[Pcontrol] := $90;
    for i := 0 to 5500 do
        begin
            port[PB] := 0; {io}
            delay(30);
            DV0 := port[PA];
            AV0 := (5 / 255) * DV0;
            V := AV0; {V}
            port[PB] := 1; {I1}
            delay(30);
            DV1 := port[PA];
            AV1 := (5 / 255) * DV1;
            LI := 60.608 * AV1 * AV1 - 588 * AV1 + 1430.4;
            x := round((550 / (17 * 20)) * LI) + 50; y := round(305 - (255 / 5) * V);
            setcolor(15); line(x, y, x, y);
            delay(30);
        end;
    end;
begin {main}
repeat
    axis;
    plot;
    ch := readkey;

```

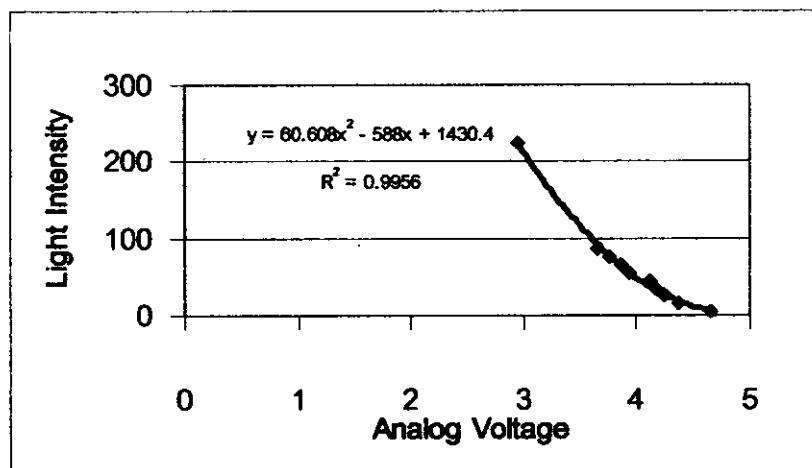
```

until ord(ch) = 27;
end.

```

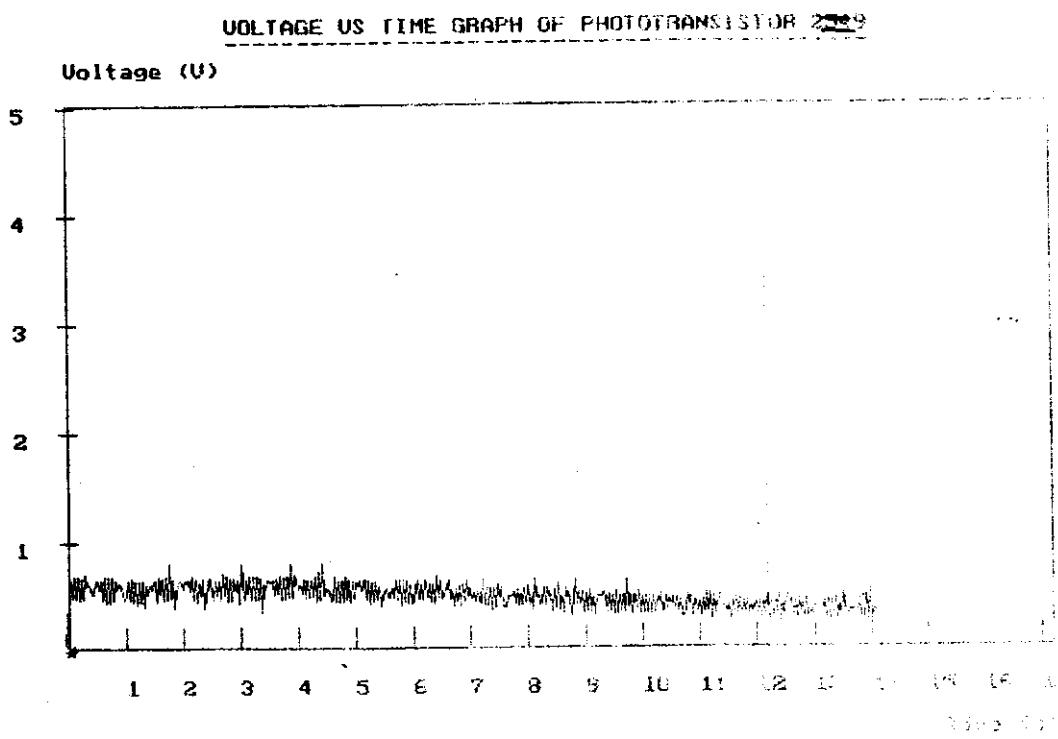
#### ผลการทดลอง,

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับแรงดันอนาคตอกรแสดงดังรูปที่ 21.1.2



รูปที่ 21.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับแรงดันอนาคตอกร

เส้นได้แรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเข้มแสงของไฟโดยสารชิสเทอร์ด้วยคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 21.1.3



รูปที่ 21.1.3 การแสดงเส้นได้แรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเข้มแสงของไฟโดยสารชิสเทอร์ด้วยคอมพิวเตอร์

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

การที่แรงดันไฟฟ้าของไฟโดยสารชิสเทอร์มีค่าขึ้นกับความเข้มแสงเกิดจากแสงทำให้พานะไฟฟ้ามีร้านวนเพิ่มขึ้น แรงดันไฟฟ้าจึงมีค่าเพิ่มขึ้น ผลที่ได้จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นหัววัดความเข้มแสง

## สรุปผลการทดลอง

ระบบเรื่องต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย Turbo Pascal สามารถแสดงแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเข้มแสงของไฟโดยท่านวิสเทอร์

### เอกสารอ้างอิง

ดุสิต เครื่องงาน และคณะ ศูนย์ปฏิบัติการสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525

ถนน รัชดาภิเษก 2534, อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บริษัทชีเอ็มเคชั่น จำกัด

George C. Barney, 1988, Intelligent Instrumentation, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall,

New York/London/Sydney/Toronto/Tokyo.

บทความ การวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเข้มแสงของไฟโดยท่านวิสเทอร์ด้วยโปรแกรมแลบวิว

### นางรัช 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

二

### บทคัดย่อ

ได้วัดแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเข้มแสงของไฟโดยท่านวิสเทอร์ด้วยโปรแกรมแลบวิว

#### Abstract

Voltage versus light intensity of phototransistor was measured with LabVIEW Program.

**Key words :** phototransistor

### คำนำ

สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ทำมาจากอะตอมของธาตุกัมุ 4 เช่น Si และ Ge พานะไฟฟ้าเป็นอิเล็กทรอนและไฮด์รอกันอิเล็กทรอนกับจำนวนไฮด์รอกัน สารกึ่งตัวนำในบริสุทธิ์มี 2 ประเภท คือ สารกึ่งตัวนำชนิด p และสารกึ่งตัวนำชนิด n พานะไฟฟ้าเป็นอิเล็กทรอนและไฮด์รอกัน

สารกึ่งตัวนำชนิด p ทำมาจากอะตอมของธาตุกัมุ 4 ผสมกับ อะตอมของธาตุกัมุ 3 เช่น Si ผสมกับ B จำนวนอิเล็กทรอนน้อยกว่าไฮด์รอกัน ความต้านไฟฟ้าของสารจะขึ้นกับปริมาณอิเล็กทรอนกับไฮด์รอกันซึ่งว่างແกบพลังงาน ( $E_g$ ) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กทรอนจากແกบพลังงานย้ายไปยังແกบพลังงานนำมีไฮด์รอกันขึ้นในແกบพลังงานซึ่งอิเล็กทรอนและไฮด์รอกันทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขณะที่สารได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก

สารกึ่งตัวนำชนิด n ทำมาจากอะตอมของธาตุกัมุ 4 ผสมกับ อะตอมของธาตุกัมุ 5 เช่น Si ผสมกับ As จำนวนอิเล็กทรอนมากกว่าไฮด์รอกัน ความต้านทานไฟฟ้าของสารจะขึ้นกับปริมาณอิเล็กทรอนกับไฮด์รอกันซึ่งว่าง

แบบพัฒนา (Eg) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนจากแกนヴァเลนซ์ย้ายไปยังแกนการนำเมื่อเกิดขึ้นในแกนヴァเลนซ์ อิเล็กตรอนและโอลที่เกิดขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขณะที่สารได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก

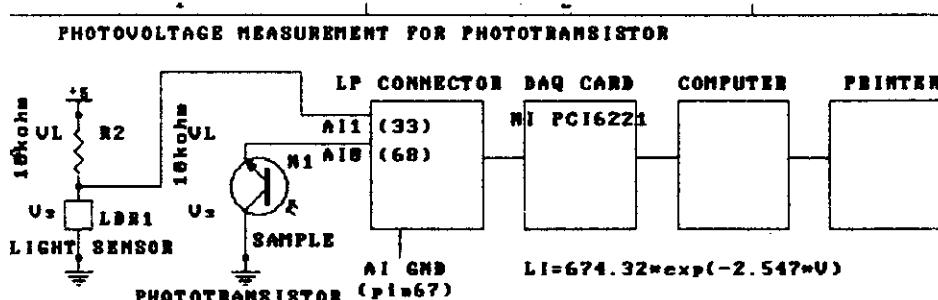
โดยเดิมเรียงกระแสทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด p ต่อ กับสารตัวนำชนิด n แสดงปรากฏการณ์เรียงกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าในลั่นได้โดยได้ทิศทางเดียว พฤติกรรมโอนมิก (ohmic behavior) คือ การที่ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าแบบเชิงเส้นพบในศักด้านทันท่วงที่ พฤติกรรมไม่โอนมิก (non-ohmic behavior) คือ การที่ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าเป็นแบบไม่เป็นเชิงเส้นพบในไดโอด

ทรานซิสเตอร์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด p ต่อ กับสารกึ่งตัวนำชนิด n ทรานซิสเตอร์มี 2 แบบ คือ แบบ PNP และแบบ NPN ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าและทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เมื่อนำทรานซิสเตอร์ไปต่อ กับ อุปกรณ์อื่นๆ จะได้อุปกรณ์ที่มีชื่อว่า เกต (gate) ได้ โดยทรานซิสเตอร์ทำมาจากทรานซิสเตอร์รวมภาคต่อ กับไฟโตไดโอด ไฟโตทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ทางแสง (optic switch) และหัววัดแสง (optical switch)

#### วิธีการทดลอง

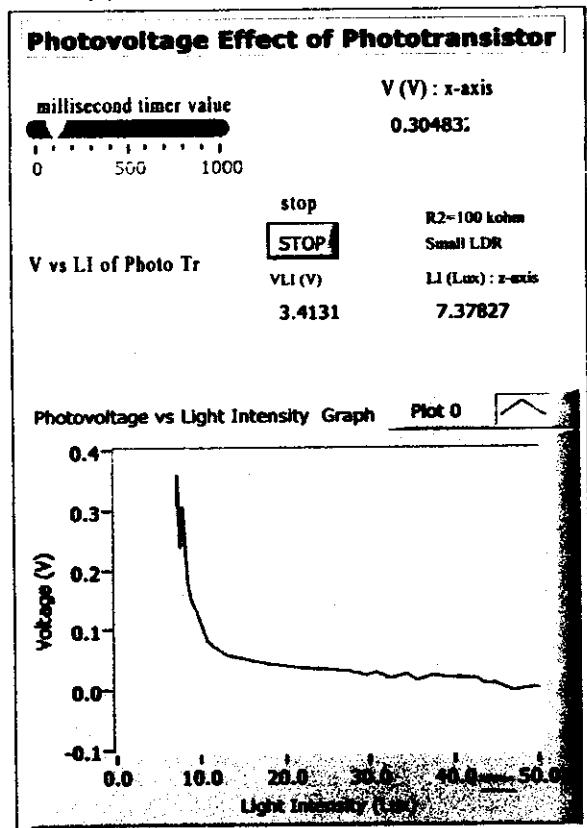
จัดวงจรดังรูปที่ 21.1.4 โดยใช้ทรานซิสเตอร์จะแปลงความเข้มแสงให้เป็นแรงดันไฟฟ้า ส่งเข้า AI0 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์ กระแสไฟฟ้าจากแผงจ่ายไฟฟ้า 5 V ในหลอดผ่าน RL=100 k $\Omega$  และ LDR (หัววัดแสง, ตัวเลือก) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าต่อกัน LDR เท่ากับ V ให้แรงดันไฟฟ้า V เข้า AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์ ส่งให้แปลงแรงดันไฟฟ้าต่อกันนี้ให้เป็นความเข้มแสง LI

Front Panel และ Block Diagram แสดงดังรูปที่ 21.1.5 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V และ VLI Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จัดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) ใช้ Split Signal แยก แรงดันทั้งสองออกจากกัน แสดงแรงดันไฟฟ้า V ด้วย Numeric Indicator ส่ง VLI เข้า Formula เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้า V ให้เป็นความเข้มแสง LI โดยใช้สูตร  $LI = -39.407V + 195.11$  แสดงค่า LI ด้วย Numeric Indicator ส่ง V และ LI เข้า Build XY Graph และ Graph Indicator เพื่อแสดงกราฟ V vs LI Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่ซ้ำกัน ส่ง RUN เพื่อแสดงผล ทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

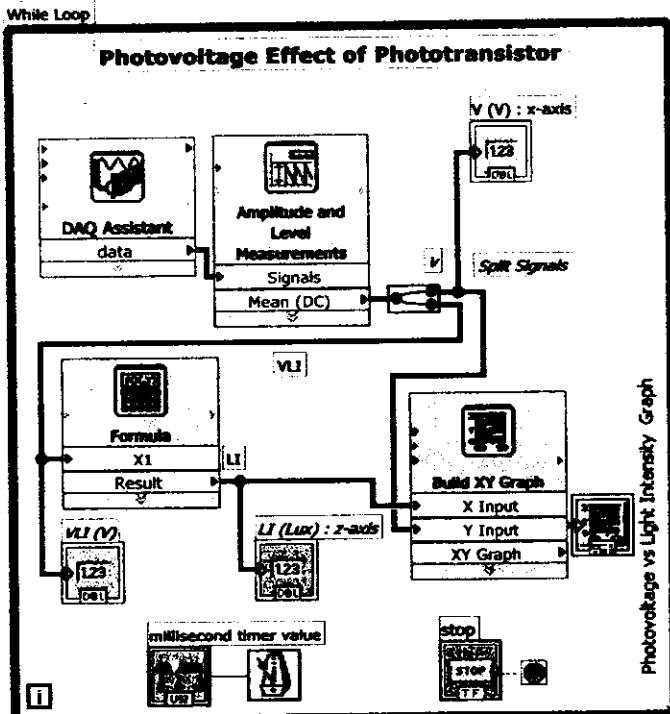


รูปที่ 21.1.4 การจัดคุณภาพทดลองสำหรับการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเข้มแสงของไฟโตทรานซิสเตอร์

Th-Photo Tr- Photovoltage Effect.vi  
D:\0-Ga LV \[1500\ADC\] \0\-\Öe 2 #\Th-Photo Tr- Photovoltage Effect.  
Last modified on 12/9/2006 at 8:52 AM  
Printed on 12/9/2006 at 8:52 AM



Th-Photo Tr- Photovoltaic Effect.vi  
D:\0-0a\LV\Th-Photo Tr- Photovoltaic Effect.vi  
Last modified on 12/9/2006 at 8:52 AM  
Printed on 12/9/2006 at 8:53 AM



รูปที่ 21.1.5 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการวัดแรงดันไฟฟ้าที่รีบุนกับความเข้มแสงของไฟโดยรวมเชิงเส้น

## ผลการทดลอง

ผลการวัดแรงดันไฟฟ้าที่รั้นกับความเข้มแสงของไฟโดยสารชิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 21.1.5

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวัดแรงดันไฟฟ้าที่รั้นกับความเข้มแสงของไฟโดยสารชิสเตอร์จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นหัววัดความเข้มแสงสู่ปั๊มผลการทดลอง

ระบบเริ่มต้นคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงผลการวัดแรงดันไฟฟ้าที่รั้นกับความเข้มแสงของไฟโดยสารชิสเตอร์

#### เอกสารอ้างอิง

ดุสิต เครื่องมือ และคณิต ศูนย์ปฏิบัติการสิ่งประดิษฐ์และเทคโนโลยี ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525

ถนนสุขุมวิท 2534, อิเควทรอเน็กซ์อุตสาหกรรม บริษัทที่เชิดญุเครื่น จำกัด

George C. Barney, 1988, Intelligent Instrumentation, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall,

New York/London/Sydney/Toronto/Tokyo.

21.2 การวัดปรากฏการณ์ไฟโดยรีสแตนซ์ (photoresistance effect) สำหรับไฟโดยสารชิสเตอร์ บทความ การวัดปรากฏการณ์ไฟโดยรีสแตนซ์สำหรับไฟโดยสารชิสเตอร์ด้วยโปรแกรมแลบวิว

### ชื่อ ผู้ชี้แนะตุธธีร์

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

ได้วัดปรากฏการณ์ไฟโดยรีสแตนซ์สำหรับไฟโดยสารชิสเตอร์ด้วยโปรแกรมแลบวิว

#### Abstract

Photoresistance effect was measured for phototransistor with LabVIEW Program.

**Key words :** phototransistor

### คำนำ

สารกึ่งตัวนำบิสุทธิ์ทำมาจากออกไซด์ของธาตุกลุ่ม 4 เช่น Si และ Ge พานะไฟฟ้าเป็นอิเล็กตรอนและโอลจานวนอิเล็กตรอนกับจำนวนโปรตอนเท่ากัน สารกึ่งตัวนำไม่บิสุทธิ์มี 2 ประเภท คือ สารกึ่งตัวนำชนิด p และสารกึ่งตัวนำชนิด n พานะไฟฟ้าเป็นอิเล็กตรอนและโอลจานวนน้อยกว่าโอลจานวนเท่ากัน ความต้านทานไฟฟ้าของสารจะรั้นกับปริมาณอิเล็กตรอนกับโอลจานวนที่อยู่ในตัวนำ

สารกึ่งตัวนำชนิด p ทำมาจากออกไซด์ของธาตุกลุ่ม 4 ผสมกับ ออกไซด์ของธาตุกลุ่ม 3 เช่น Si ผสมกับ B จำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าโอลจานวนเท่ากัน ความต้านทานไฟฟ้าของสารจะรั้นกับปริมาณอิเล็กตรอนกับโอลจานวนที่อยู่ในตัวนำ

แบบพลังงาน (Eg) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนจากแกนว่าเลนซ์ย้ายไปยังแกนการนำมีอิลเกิดขึ้นในแกนว่าเลนซ์ อิเล็กตรอนและไฮล์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขณะที่สารได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก

สารกึ่งตัวนำชนิด p ทำมาจากอะตอมของธาตุกลุ่ม 4 ผสมกับ อะตอมของชาตุกลุ่ม 5 เช่น Si ผสมกับ As จำนวน อิเล็กตรอนมากกว่าไฮล์เท่ากัน ความต้านทานไฟฟ้าของสารจะขึ้นกับปริมาณอิเล็กตรอนกับไฮล์และซึ่งว่าง แบบพลังงาน (Eg) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนจากแกนว่าเลนซ์ย้ายไปยังแกนการนำมีอิลเกิดขึ้นในแกนว่าเลนซ์ อิเล็กตรอนและไฮล์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขณะที่สารได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก

โดยเดิรย์กระแสทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด p ต่อกับสารตัวนำชนิด n แสดงปรากฏการณ์เดิรย์กระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าในแผ่นได้โดยได้ทิศทางเดียว พฤติกรรมโอล์มิก (ohmic behavior) คือ การที่ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าแบบเริงเส้นพบในตัวต้านทานค่าคงที่ พฤติกรรมไม่โอล์มิก (non-ohmic behavior) คือ การที่ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าเป็นแบบไม่เริงเส้นพบในไดโอด

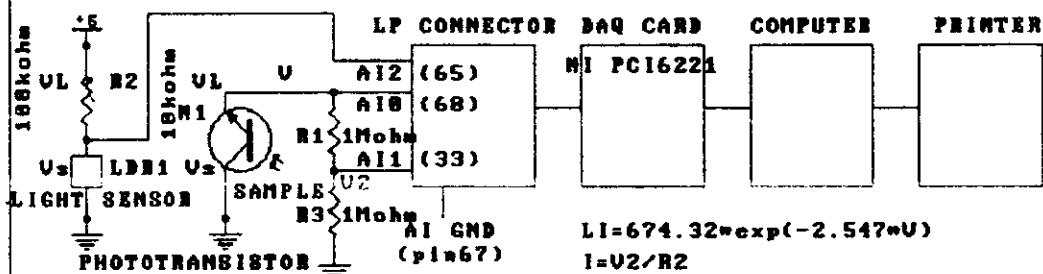
ทราบชิสเตอร์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด p ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด n ทราบชิสเตอร์มี 2 แบบ คือ แบบ PNP และแบบ NPN ทราบชิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าและทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เมื่อนำทราบชิสเตอร์ไปต่อ กับอุปกรณ์อื่นๆ ก็จะได้อุปกรณ์ที่มีชื่อว่า เกต (gate) ได้ โดยทราบชิสเตอร์ทำมาจากทราบชิสเตอร์รวมด้วยกันโดย ไดโอด โดยทราบชิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ทางแสง (optic switch) และหัววัดแสง (optical switch)

#### วิธีการทดลอง

จุดงจรดังข้อที่ 21.2.1 โดยทราบชิสเตอร์จะแปลงความเข้มแสงให้เป็นแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้านี้จะทำให้มี กระแสไฟฟ้าในแผ่น  $R_1=1\text{ M}\Omega$  และ  $R_2=1\text{ M}\Omega$  ทำให้มีแรงดันไฟฟ้าต่อกครองเท่ากับ  $V_1$  และ  $V_2$  เมื่อ  $V=V_1+V_2$  ให้ แรงดันไฟฟ้า V และ  $V_2$  เข้าเข้า AI0 และ AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์ คำนวนกระแสไฟฟ้าที่ในแผ่นในผล  $I=V_2/R_2$  คำนวนความต้านทานโพโต (photoresistance) ด้วยสูตร  $R=V/I$  การวัด ความเข้มแสงทำได้โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า 5 V ในแผ่น  $RL=100\text{ k}\Omega$  และ LDR (หัววัดแสง, ตัวเล็ก) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าต่อกครอง LDR เท่ากับ V ให้แรงดันไฟฟ้า V เข้า AI1 ของ LP connector ผ่าน DAQ Card (PCI 6221) เข้าไปในคอมพิวเตอร์ ส่งให้แปลงแรงดันไฟฟ้าต่อกครองนี้ให้เป็นความเข้มแสง LI

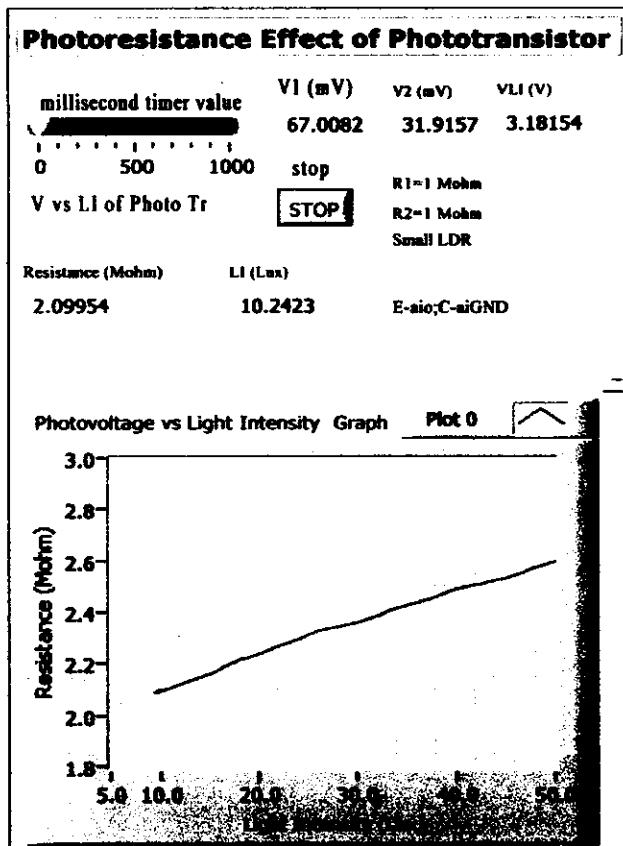
Front Panel และ Block Diagram แสดงดังข้อที่ 21.2.2 DAQ Assistant ทำหน้าที่อ่านแรงดันไฟฟ้า V,  $V_2$  และ  $VL$  ส่งค่าไปที่ Amplitude and Level Measurements ทำหน้าที่จดปริมาณการวัดเป็นแบบ Mean (DC) ส่งมาที่ Split signal ซึ่งทำหน้าที่แยกแรงดันไฟฟ้าทั้งสามค่าออกจากกัน แปลงหน่วยของ V จาก V ไปเป็น mV ด้วย Multiply x1000 แปลงหน่วยของ  $V_2$  จาก V ไปเป็น mV ด้วย Multiply x1000 คำนวนกระแสไฟฟ้า (I) ด้วย divide 1000000 คำนวนความต้านทานไฟฟ้า (R) ด้วยสูตร  $R=V/I$  แปลงหน่วยของ R จาก  $\Omega$  ไปเป็น  $\text{M}\Omega$  ด้วย Multiply x1000000 คำนวนความเข้มแสงโดยส่งเข้า Formula โดยใช้  $LI=674.32 \times \exp(-2.547 \times V)$  ส่ง R และ LI มาที่ Build XY Graph เพื่อ แสดงกราฟ R vs LI Millisecond Multiple เป็นเวลาหน่วง Stop Button เป็น numeric control ทำหน้าที่เปิดปิดสวิทช์ While Loop ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่สำคัญ สั่ง RUN เพื่อแสดงผลทั้งหมด สั่งพิมพ์ Front Panel และ Block Diagram ออกทาง Printer

## PHOTORESISTANCE MEASUREMENT FOR PHOTOTRANSISTOR

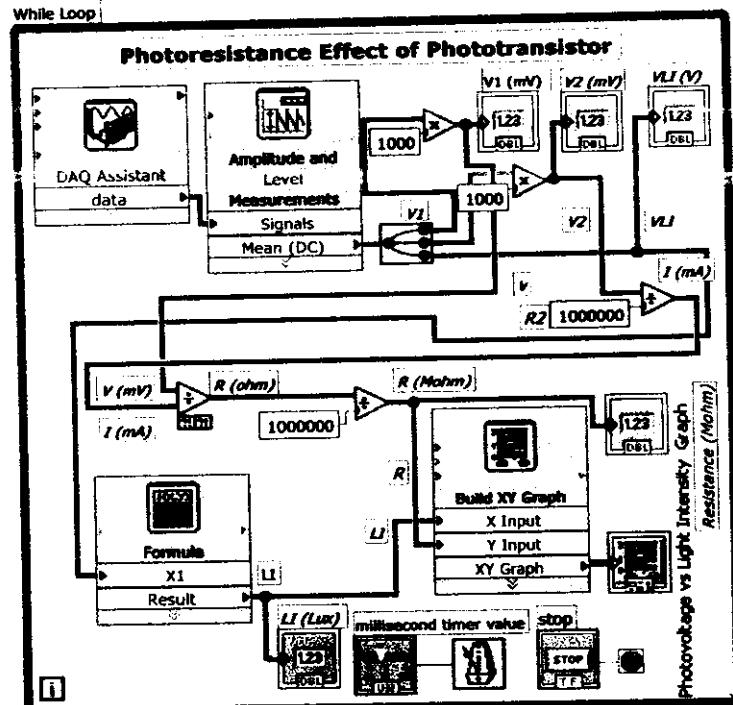


กปท 21.2.1 การจัดชุดการทดลองสำหรับการวัดปรากฏการณ์ไฟฟ้ารีสแควร์สำหรับไฟฟ้าหวานชีสเคอร์

Th-Photo Tr- Photoresistance Effect-OK.vi  
D:\0-0a LV II\áº»á»ADC\ ag\ ·Öé 2 #\Th-Photo Tr- Photoresistance Effect  
Last modified on 12/9/2006 at 10:23 AM  
Printed on 12/9/2006 at 10:24 AM



Th-Photo Tr- Photoresistance Effect-OK.vi  
D:\0-0a LV [ii]s00s\DCN\ 2 #\Th-Photo Tr- Photoresistance Effect-OK.vi  
Last modified on 12/9/2006 at 10:23 AM  
Printed on 12/9/2006 at 10:24 AM



รูปที่ 21.2.2 Front Panel และ Block Diagram สำหรับการวัดประกายการณ์ไฟโทรศัพท์แบบ  
สำหรับไฟโทรศัพท์ในเครือข่าย

ພວກເຮົາ

ผลการวัดความด้านท่านไฟฟ้าที่ซึ่งกับความเข้มแสงของไฟโคมห้องน้ำในชั้นเรียน

## วิเคราะห์ผลการจราจร

ผลการวัดความด้านท่านไฟฟ้าที่ขึ้นกับความเร็วแสงของไฟโคมงานชีสเตอร์บวกปากกฎหมายไฟโตรีสแตนด์  
สรุปผลการทดสอบ

ระบบเขียนต่อคอมพิวเตอร์ควบคุมด้วย LabVIEW สามารถแสดงผลการวัดแรงดันไฟฟ้าที่เชื่อมกับความเข้มแสงของไฟโดยรวมเริสเทอร์

ເອກສາຣອ້ານອີງ

คณวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525

บ้าน ภู่วัววะวน, 2534, อิเลคทรอนิกส์อุตสาหกรรม บริษัทชีเอ็มยูเคชั่น จำกัด

George C. Barney, 1988, Intelligent Instrumentation, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall,

New York/London/Sydney/Toronto/Tokyo

21.3 การวัดประจุการณ์ไฟฟ้าประชาร์แตนซ์ (photocapacitance effect) สำหรับไฟฟ้ากรานชิสเทอร์ บทความ การวัดประจุการณ์ไฟฟ้าประชาร์แตนซ์สำหรับไฟฟ้ากรานชิสเทอร์

รองศาสตรา พันธุ์เมธากุล<sup>1</sup> และ น.ส. นัทรา แตงงาม<sup>2</sup>

Thongchai Panmatarith<sup>1</sup> and Nattria 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

ได้วัดปรากฏการณ์ไฟฟ้าใน pn ตัวนำรับไฟฟ้าทรานซิสเตอร์

### Abstract

Photocapacitance effect was measured for phototransistor.

**Key words :** phototransistor

### คำนำ

สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่นำมาจากอะตอมของธาตุกลุ่ม 4 เช่น Si และ Ge พานะไฟฟ้าเป็นอิเล็กตรอนและไฮด์รอกอนอิเล็กตรอนกับจำนวนอยู่เท่ากัน สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์มี 2 ประนีก้า คือ สารกึ่งตัวนำชนิด p และสารกึ่งตัวนำชนิด n พานะไฟฟ้าเป็นอิเล็กตรอนและไฮด์รอกอน

สารกึ่งตัวนำชนิด p ทำมาจากอะตอมของธาตุกลุ่ม 4 ผสมกับ อะตอมของธาตุกลุ่ม 3 เช่น Si ผสมกับ B จำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าไฮด์รอกอน ความด้านทานไฟฟ้าของสารจะขึ้นกับปริมาณอิเล็กตรอนกับไฮด์รอกอนและซ่องว่างแบบพลังงาน ( $E_g$ ) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนจากแบบว่าเด่นเรียกไปยังแบบว่าเด่นนำมายிலเกิดขึ้นในแบบว่าเด่นซึ่งอิเล็กตรอนและไฮด์รอกอนที่เกิดขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขณะที่สารได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก

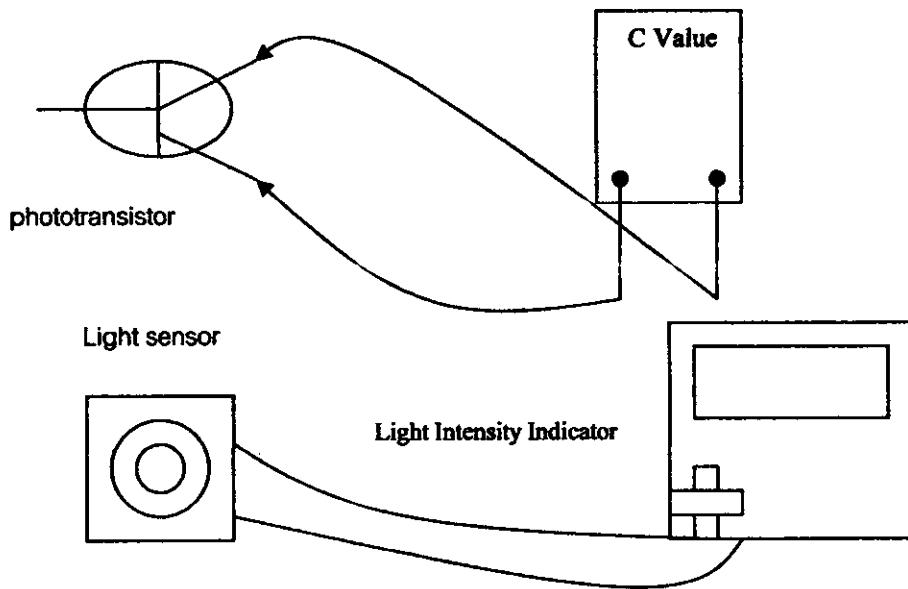
สารกึ่งตัวนำชนิด n ทำมาจากอะตอมของธาตุกลุ่ม 5 เช่น Si ผสมกับ As จำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าไฮด์รอกอน ความด้านทานไฟฟ้าของสารจะขึ้นกับปริมาณอิเล็กตรอนกับไฮด์รอกอนและซ่องว่างแบบพลังงาน ( $E_g$ ) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนจากแบบว่าเด่นเรียกไปยังแบบว่าเด่นนำมายிலเกิดขึ้นในแบบว่าเด่นซึ่งอิเล็กตรอนและไฮด์รอกอนที่เกิดขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขณะที่สารได้รับสนามไฟฟ้าจากภายนอก

โดยอุดริยงกระแสทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด p ซึ่งกับสารกึ่งตัวนำชนิด n แสดงปรากฏการณ์เรียงกระแสไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าในหลั่นได้โดยได้ทิศทางเดียว พฤติกรรมไฮด์รอกิก (ohmic behavior) คือ การที่ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าแบบเรียงเส้นพบในตัวต้านทานค่าคงที่ พฤติกรรมไม่ไฮด์รอกิก (non-ohmic behavior) คือ การที่ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าเป็นแบบไม่เรียงเส้นพบในไดโอด

ทราบชิสเตอร์ทำมาจากการสารกึ่งตัวนำชนิด p ซึ่งกับสารกึ่งตัวนำชนิด n ทราบชิสเตอร์มี 2 แบบ คือ แบบ PNP และแบบ NPN ทราบชิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าและทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เมื่อนำทราบชิสเตอร์ไปต่อ กับอุปกรณ์อื่นๆ ก็จะได้อุปกรณ์ที่มีชื่อว่า เกท (gate) ได้ โดยทราบชิสเตอร์ทำมาจากการทราบชิสเตอร์รวมมาต่อ กับไฟฟ้า โดยทราบชิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ทางแสง (optic switch) และหัววัดแสง (optical switch)

### วิธีการทดลอง

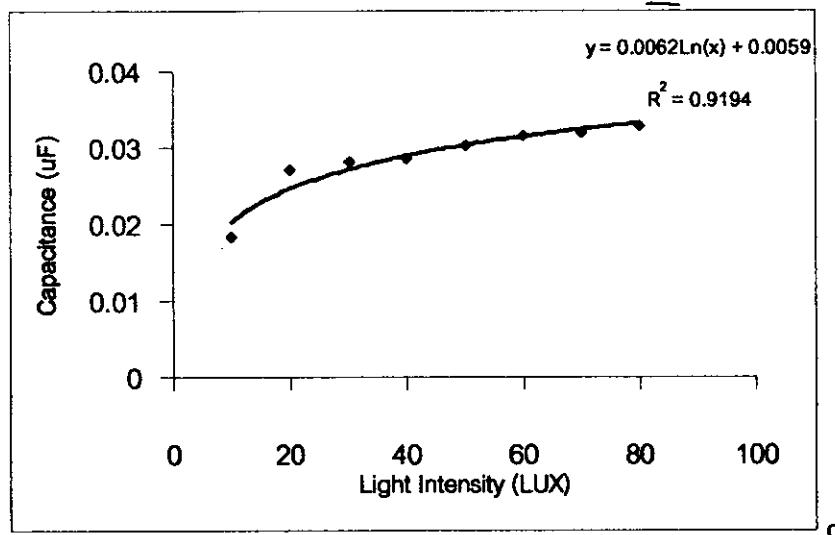
1. ประกอบวงจรดังรูปที่ 21.3.1



รูปที่ 21.3.1 แสดงวงจรสำหรับวัดปริมาณการณ์ค่าปาริเทนของไฟโคมราชนิสเดอร์

2. ทำการเปลี่ยนค่า LI และวัดความรุ่ไฟฟ้า (C) จากนั้นเรียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง LI กับ C  
ผลการทดลอง

จากกราฟทดลองจะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง LI กับ C ดังรูปที่ 21.3.2



รูปที่ 21.3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง LI กับ C

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาเส้นกราฟ (รูปที่ 21.3.2) จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความเข้มแสง(ไฟโคมราชนิสเดอร์) ตอบสนองต่อแสงแห่งเกิดแรงดันไฟฟ้า ความรุ่ไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงส่งผลทำให้เกิดปริมาณการณ์ไฟโคมราชนิสเดอร์

#### สรุปผลการทดลอง

ระบบการวัดที่ได้ศึกษาสามารถวัดปริมาณการณ์ไฟโคมราชนิสเดอร์ได้ค่าปาริเทนของไฟโคมราชนิสเดอร์ เอกสารข้างต้น

คุณิต เครื่องงาน และคณค คุณีบภูนิการสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาศึกษาฟ้า

คณะศึกษาฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525

ปีน ภูริธรรม, 2534, อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บริษัทชีเอ็คยูเคชัน จำกัด

George C. Barne, 1988, Intelligent Instrumentation, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall,

New York/London/Sydney/Toronto/Tokyo.

## 21.4 การทดสอบไฟโตกวนชิสเซอร์ให้ทำงานที่เป็นหัววัดแสง

บทความ การทดสอบไฟโตกวนชิสเซอร์ให้ทำงานที่เป็นหัววัดแสง

ธงชัย พันธ์เมฆาฤทธิ์<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

ได้ทดสอบไฟโตกวนชิสเซอร์ให้ทำงานที่เป็นหัววัดแสง

### Abstract

Phototransistor was tested for light sensor.

Key words : phototransistor

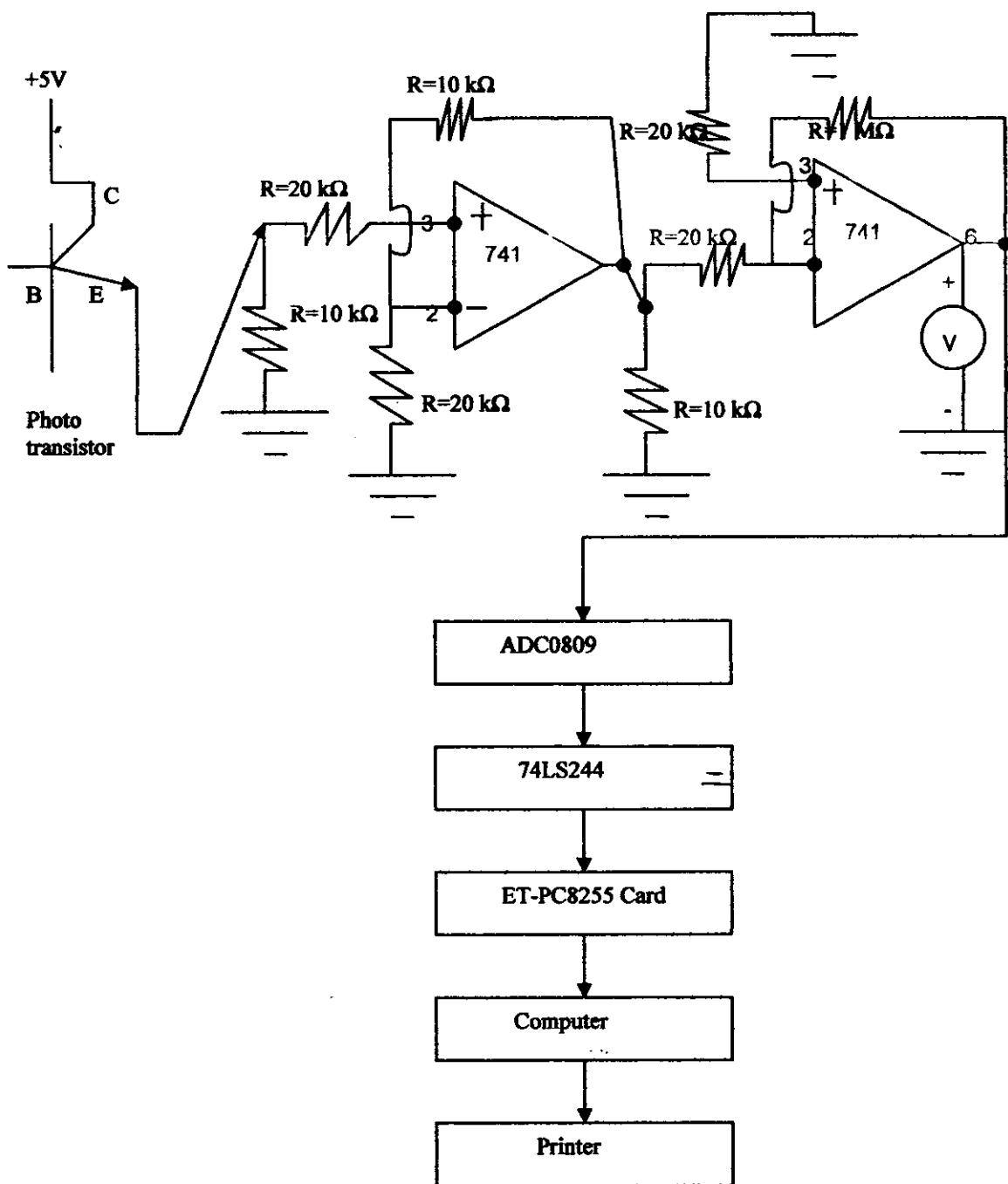
### คำนำ

ไฟโตไดโอดเป็นอุปกรณ์แสงชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยรายต่อ pn การใช้งานของไฟโตไดโอดจะให้กระแสไฟฟ้าในผ่านด้านที่เชื่อมกับแสงในขณะที่ไฟโตไดโอดชนิด DI ได้รับไปอัลกอลด้วยแรงดันไฟฟ้าค่านึงและมีแสงสองไปที่บีเวนรายต่อ ด้านแสงที่สองมีความยาวคลื่นที่พ่อนำจะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรโดยเป็นสัดส่วนกับความเข้มของแสงที่สองผ่านบนอุปกรณ์นั้น การทำงานเริ่มจากการมีแสงตกกระทบบีเวนรายต่อจะทำให้เกิดการแยกตัวของไฮดรัลและอิเล็กทรอนอิสระ ไฮดรัลและอิเล็กทรอนอิสระได้รับไปอัลกอลจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าร้านรายต่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลนี้ค่าน้อยมาก คือ อยู่ในช่วง 1-10 μA

เนื่องจากไฟโตไดโอดให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าค่า ดังนั้นจึงต้องขยายกระแสไฟฟ้าให้มีค่ามากขึ้น จึงมีการสร้างไฟโตกวนชิสเซอร์ ไฟโตกวนชิสเซอร์สร้างมาจากไฟโตไดโอดต่อ กับบีเวนชิสเซอร์รวมด้วย กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากไฟโตไดโอดจะถูกขยายด้วยทวนชิสเซอร์ ใน การใช้งานของไฟโตกวนชิสเซอร์ มีการให้แรงดันไปอัลกอลขา B และ E ส่วนรายต่อระหว่าง C กับ B จะได้รับแรงดันไปอัลกอล รายต่อ C กับ B มีลักษณะเป็นไฟโตไดโอดเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแบ่งค่ากระแสไฟฟ้าที่เชื่อมกับแสง

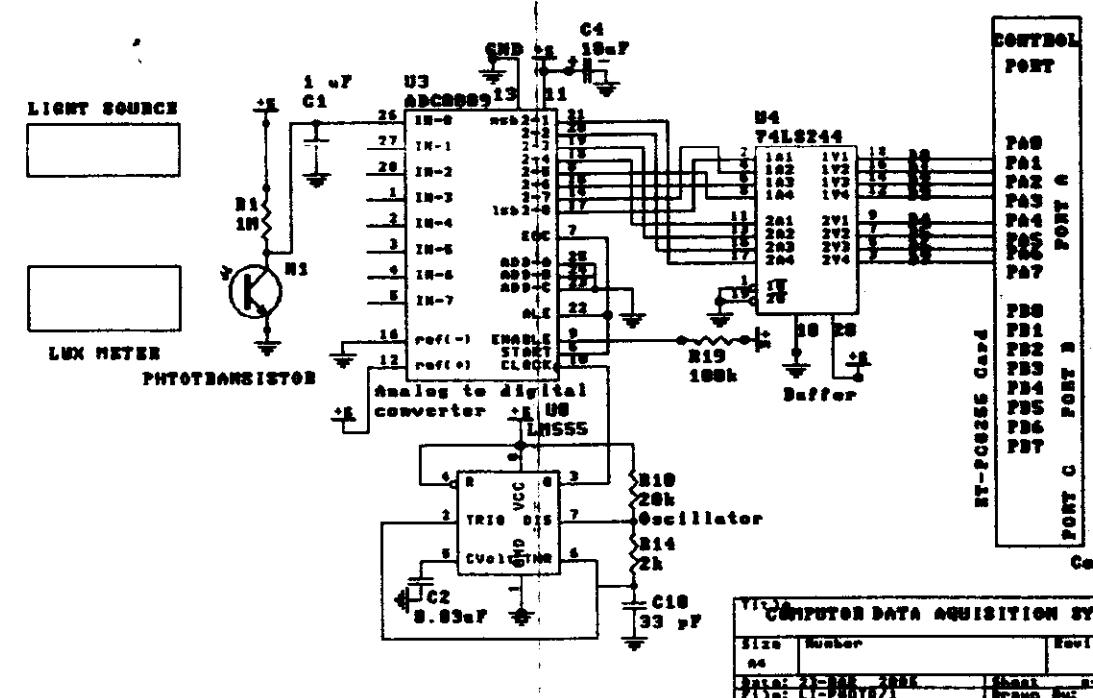
### วิธีการทดลอง

1. ประกอบวงจรดังรูปที่ 21.4.1 และเขียนโปรแกรมทดสอบหัววัดแสงที่ทำมาจากไฟโตกวนชิสเซอร์



รูปที่ 21.4.1(ก) แสดงการทดสอบหัววัดแสงที่ทำมาจากไฟโคมราชนิสเดอร์

## COMPUTER INTERFACING CIRCUIT BOARD VOLTAGE VS LIGHT INTENSITY MEASUREMENT OF PHOTOTRANS



รูปที่ 21.4.1(๑) วงจรเรียนต่อคอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบหัววัดแสงที่ทำมาจากไฟโคมร้านชิสเดอร์

## โปรแกรมทดสอบหัววัดแสงที่ทำมาจากไฟโคมร้านชิสเดอร์

```
Program Light_Intensity_Sensor;
```

```
Uses crt;
```

```
Var
```

```
i,j,x,y,uv : Integer;
```

```
AV, LI : real;
```

```
Const PA = $0304;
```

```
Pcontrol = $0307
```

```
Begin
```

```
Cirscr;
```

```
gotoxy(28,2) ; writeln('LIGHT INTENSITY SENSOR TEST');
```

```
gotoxy(28,3) ; writeln ('-----');
```

```
port[Pcontrol] := $90;
```

```
for i := 1 to 9000 do
```

```
begin
```

```
for j := 1 to 550 do
```

```
begin
```

```
uv:=port[PA];
```

```
gotoxy (29,8) ; writeln('Digital Voltage = ', DV:3);
```

```

AV:= (5/255)* DV; {V=AV=voltage drop on NTC thermistor}
gotoxy(28,12) ; writein('Analog Voltage = ',AV:3:2);
gotoxy(50,12); writein(' V');
LI:=50.448*AV+12.388;
gotoxy(20,20) ; writein('*****');
gotoxy(19,22) ; writein(' - - >Measure Light Intensity = ', LI:3:2);
gotoxy(52,22) ; writein(' Lux');
gotoxy(30,24); writein('>>>#####<<<');
delay(20000);
end;
end;
end.

```

2. ปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย +5 V ให้ผ่าน R= 3k $\Omega$  ผ่านขา C,E ของไฟต์ทรานซิสเตอร์เข้าทาง Input ขา 3 Op amp ขยาย ส่งออกขา 6 แรงดันจากขา 6 ส่งเข้าขา 2 ของ Op amp 741 ส่งออกขา 6 R = 100 k $\Omega$  ใช้กำหนดค่าทรายขยาย แรงดัน R = 1 M $\Omega$  ใช้กำหนดค่าทรายขยายแรงดัน ส่งผ่าน ADC0809 , 74244 , ETPC8255 Card , Computer ทำการปรับเทียบค่าโดยอ่านค่า Light Intensit (LI) จากเครื่องวัดความเข้มแสง และอ่านค่า AV จากการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

3. เสียนกราฟความสัมพันธ์ LI = f(AV) จากนั้นนำความสัมพันธ์ที่ได้มาศีร์ลงในโปรแกรม ให้คอมพิวเตอร์คำนวณ LI<sub>measure</sub> และอ่านค่า LI<sub>meas</sub> จากเครื่องวัดความเข้มแสง บันทึกลงในตาราง เสียนกราฟแห่ง ถ้าได้ใกล้เคียงกัน แสดงว่าคอมพิวเตอร์สามารถเป็นเครื่องอ่านความเข้มแสงได้

#### ผลการทดสอบ

จากการปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย +5 V ให้ผ่าน R= 3k $\Omega$  ผ่านขา C,E ของไฟต์ทรานซิสเตอร์เข้าทาง Input ขา 3 Op amp ขยาย ส่งออกขา 6 แรงดันจากขา 6 ส่งเข้าขา 2 ของ Op amp 741 ส่งออกขา 6 ส่งผ่าน ADC0809 , 74244 , ETPC8255 Card เข้าสู่ Computer คำนวณค่า AV บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่แสดงรายละเอียดต่างๆจะได้รับ ดังรูปที่ 21.4.2

#### LIGHT INTENSITY SENSOR TEST

---

Digital Voltage = 71

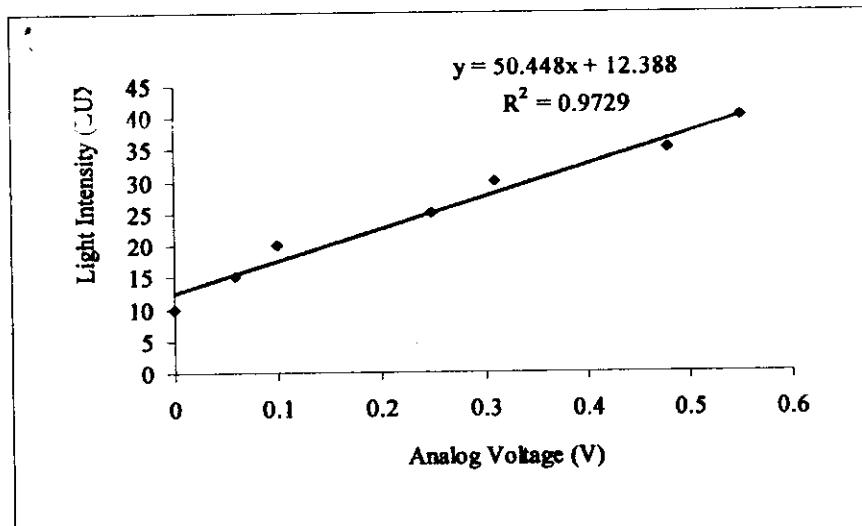
Analog Voltage = 1.39 V

\*\*\*\*\*

- - - >Measure Light Intensity = 82. Lux

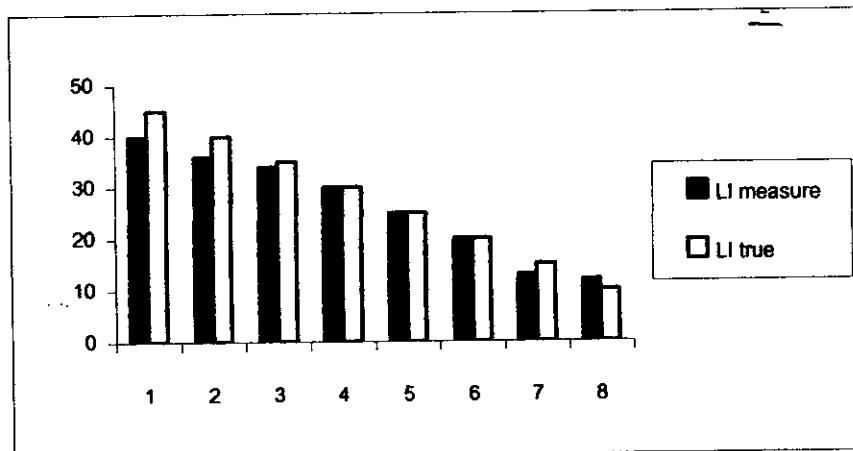
รูปที่ 21.4.2 ภาพบนจอคอมพิวเตอร์ขณะให้รับ

จากการทดลองปัจจัยที่มีผลต่อค่า LI ได้แก่ Analog Voltage (AV) และค่า AV ที่อ่านได้จากเครื่องวัดความเข้มแสง บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะได้เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง LI กับ AV ดังรูปที่ 21.4.3



รูปที่ 21.4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Light Intensity (LI) กับ Analog Voltage (AV)

ผลจากการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงที่คอมพิวเตอร์คำนวณได้ ( $LI_{measure}$ ) กับค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดความเข้มแสง ( $LI_{true}$ ) แสดงดังรูปที่ 21.4.4



รูปที่ 21.4.4 กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่า  $LI_{measure}$  กับ  $LI_{true}$

เมื่อนำมาคำนวณความสัมพันธ์ของเส้นกราฟ (รูปที่ 21.4.3) แล้วนำสมการความสัมพันธ์  $LI = 50.448(AV) + 12.388$  ไปคีย์ในโปรแกรมเพื่อให้คอมพิวเตอร์แสดงผลของความเข้มแสงบนจอ ( $LI_{measure}$ ) จากผลการทดลองโดยการเปลี่ยนค่าความเข้มแสงที่คอมพิวเตอร์คำนวณได้ ( $LI_{measure}$ ) กับค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดความเข้มแสง Digicon Lx-50 Lux Meter ( $LI_{true}$ ) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าคอมพิวเตอร์กับวงจรเรซิมต์และโปรแกรมที่เขียนขึ้นสามารถเป็นเครื่องวัดค่าความเข้มแสงได้ และเนื่องจากไฟใหญ่ท่านชีสเก็ตเตอร์ตอบสนองต่อแสงแล้วเกิดแรงต้านไฟฟ้า ความด้านท่านไฟฟ้าและความรุไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำเป็นหัววัดแสงได้

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ไฟใหญ่ท่านชีสเก็ตเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นหัววัดแสงจะนำไปใช้กับการทดลองเรื่องอื่นๆ

## สรุปผลการทดลอง

ระบบเขียนต่อคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วย Turbo Pascal สามารถแสดงการทดสอบไฟโถหัวน้ำอิสเทอร์ให้ทำหน้าที่เป็นหัวดูดแสง

### เอกสารข้างต้น

ฤทธิ์ เกรียงงาม และคณะ คู่มือปฏิบัติการสิ่งประดิษฐ์และ kontrol ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525

ยิน ภู่วรวรรณ, 2534, อิเลคทรอนิกส์อุตสาหกรรม บริษัทชีเอ็ตยูเคิล จำกัด

George C. Barne, 1988, Intelligent Instrumentation, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall,

New York/London/Sydney/Toronto/Tokyo.