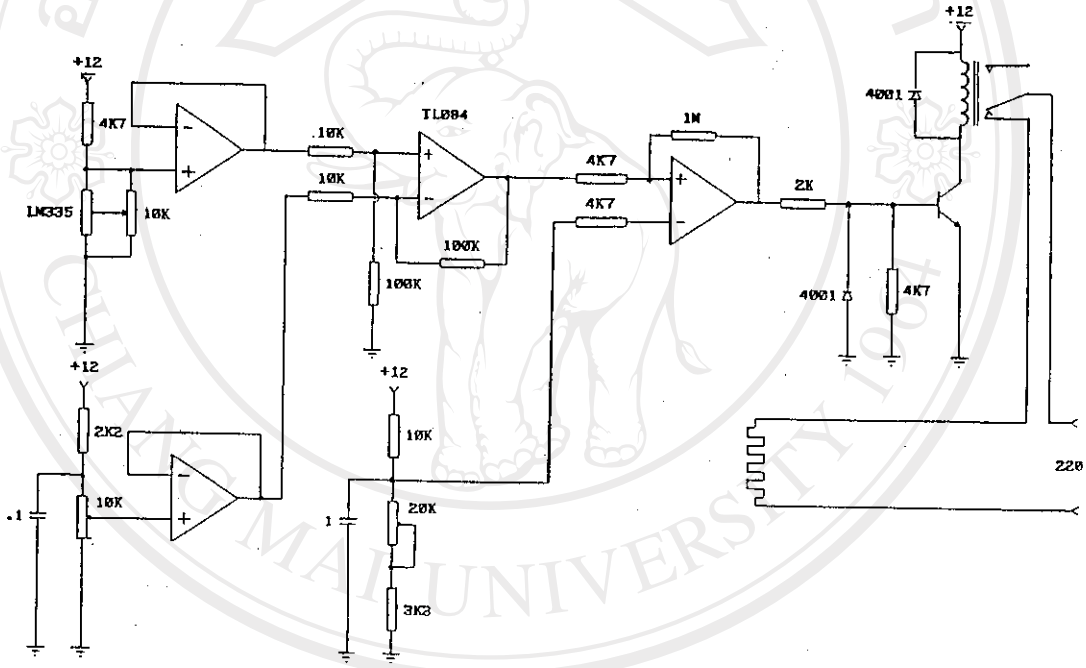
ภาคผนวก

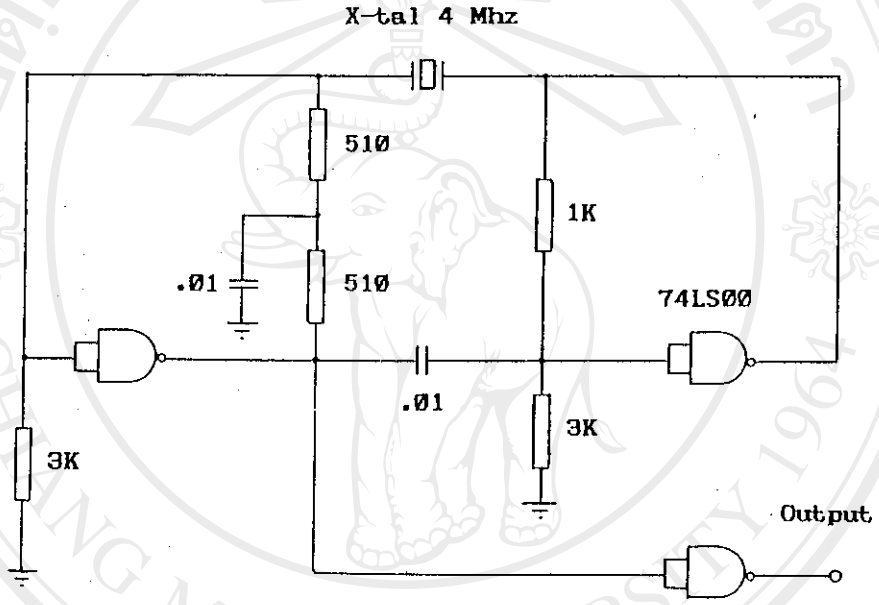
ผนวก ก.1



รูปที่ ผ.ก.1 วงจรควบคุมอุณหภูมิเตาต้มน้ำมันของปั๊มไอพุ่งกระจาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

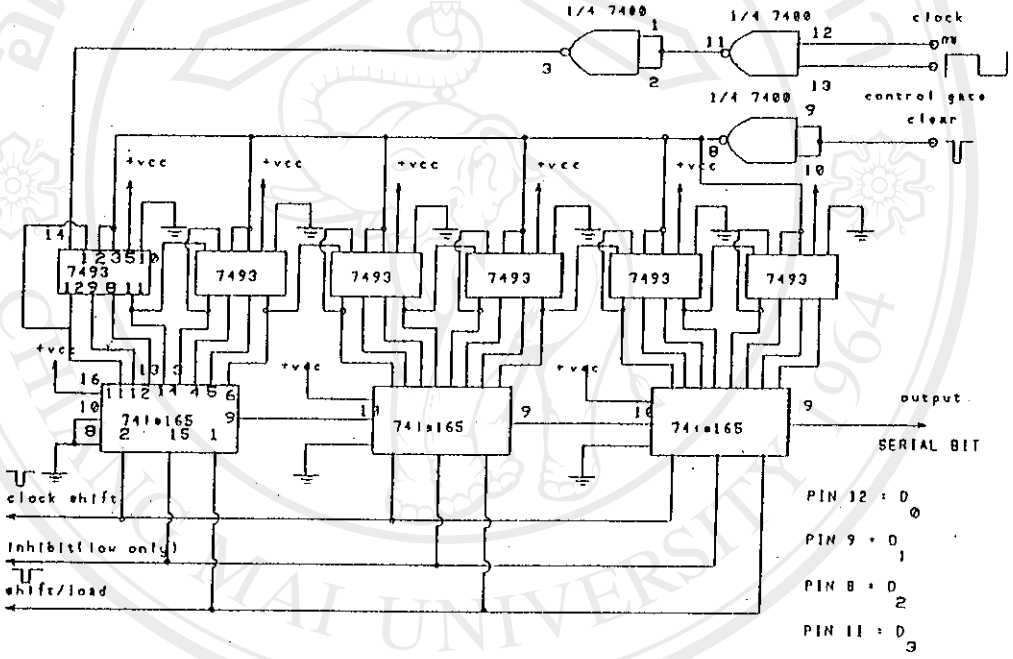
ผนวก ก-2



รูปที่ ผ.ก.2 วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้กับคริสตอลความถี่ 4 เมกกะเฮิรตซ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

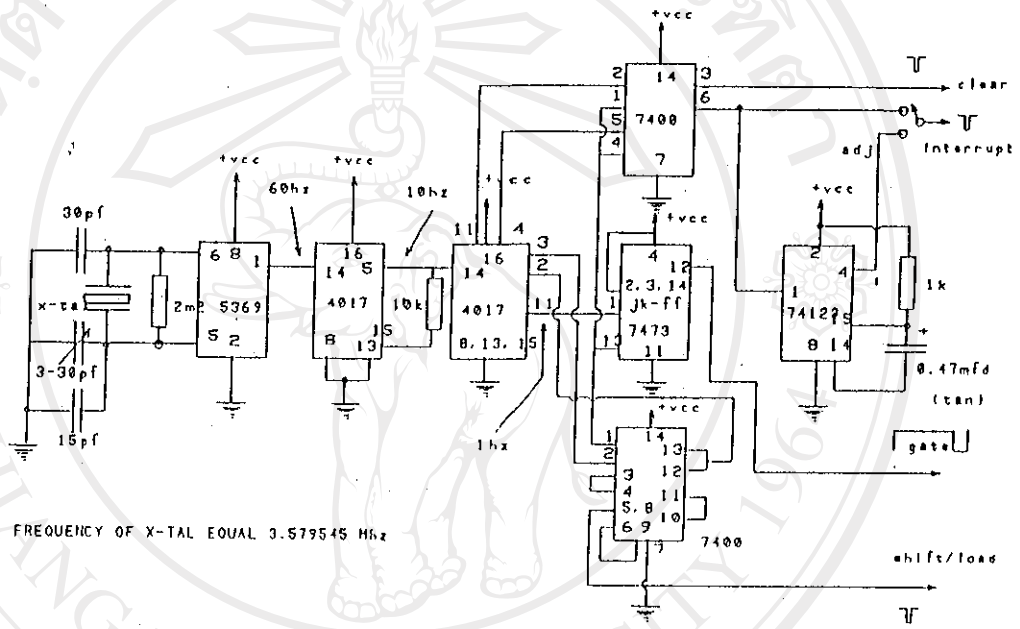
ผนวก ก.3



รูปที่ ผ.ก.3 วงจรนับเลขฐานสอง 24 บิต และรีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

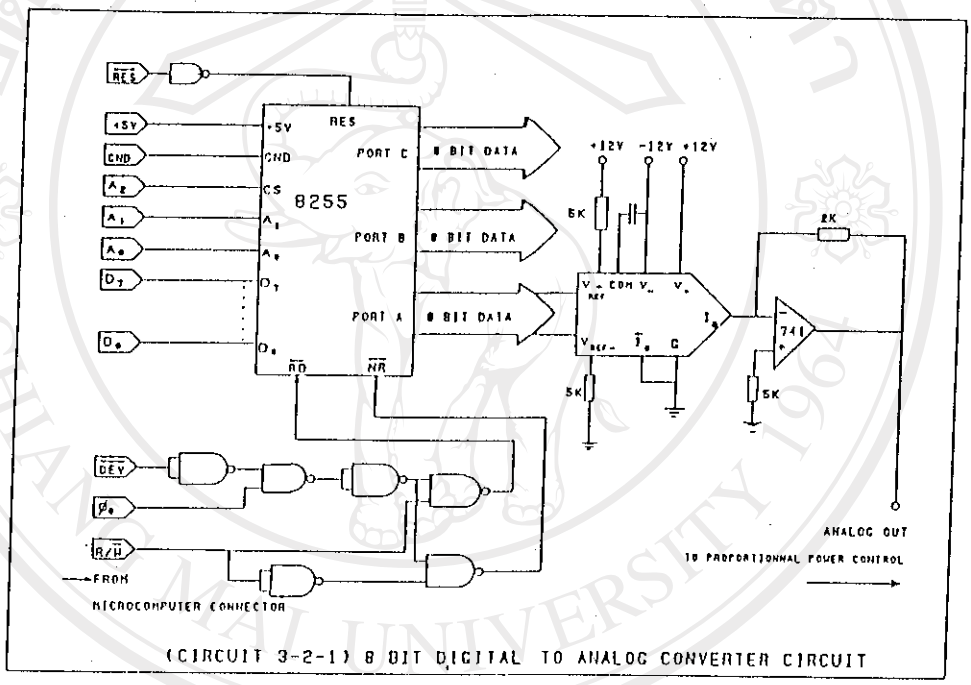
ผนวก ก-4



รูปที่ ผ.ก.4 วงจรสร้างฐานสัญญาณเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

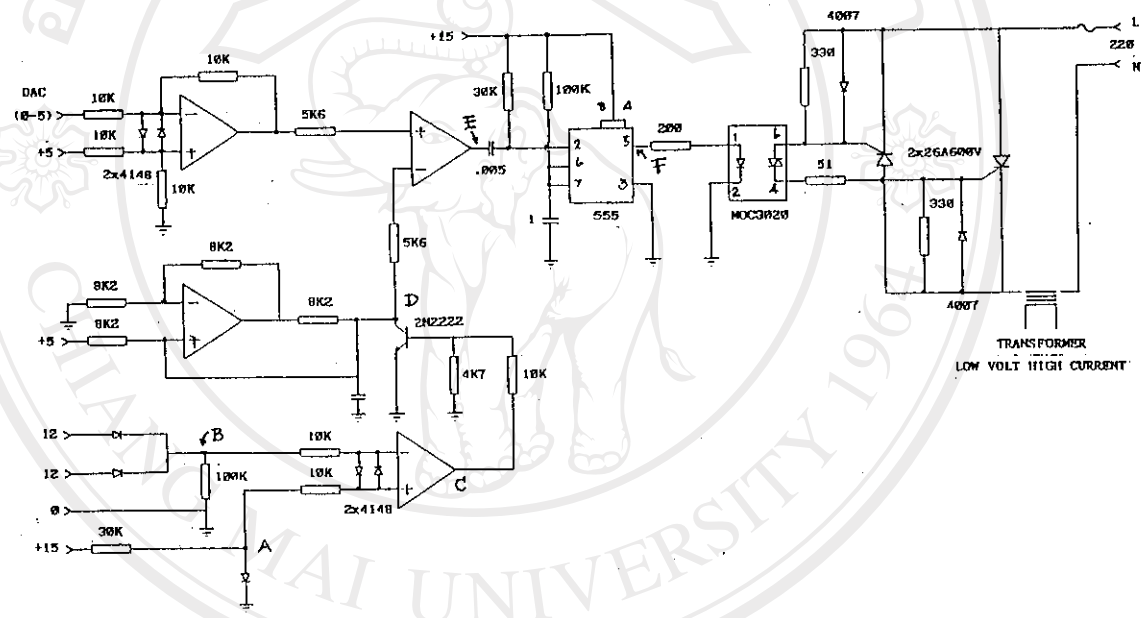
ผนวก ก. 5



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ผ.ก.5 วงจรแปลงผันดิจิตอลเป็นแอนะลอก

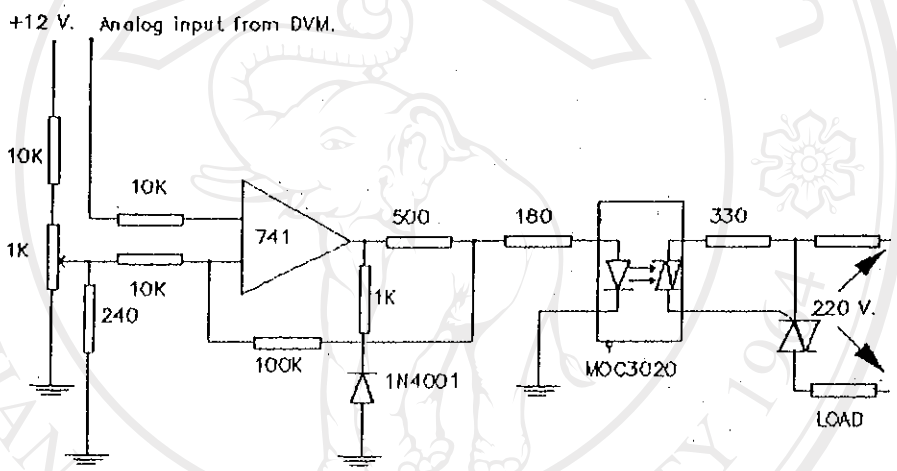
ผนวก ก.6



รูปที่ ผ.ก.6 วงจรควบคุมกำลังไฟเชิงสัดส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ก.7



รูปที่ ผ.ก.7 วงจรควบคุมอุณหภูมิบนแผ่นรองรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ข - 1

รายละเอียดภาษาเครื่องที่ใช้เป็นโปรแกรมย่อย ในการอ่านค่าความถี่ดริสตอล จาก I/O Game มีดังนี้

```
4000-   48          PHA
4001-   8A          TXA
4002-   48          PHA
4003-   98          TYA
4004-   48          PHA
4005-   78          SEI
4006-   AD 5A C0    LDA   $C05A
4009-   A9 00       LDA   #$00
400B-   8D 01 03    STA   $0301
400E-   8D 02 03    STA   $0302
4011-   8D 03 03    STA   $0303
4014-   8D 04 03    STA   $0304
4017-   8D 05 03    STA   $0305
401A-   8D 06 03    STA   $0306
401D-   8D 07 03    STA   $0307
4020-   8D 08 03    STA   $0308
4023-   8D 09 03    STA   $0309
4026-   AD 61 C0    LDA   $C061
4029-   0A          ASL
402A-   2E 03 03    ROL   $0303
402D-   AD 62 C0    LDA   $C062
4030-   0A          ASL
4031-   2E 06 03    ROL   $0306
4034-   AD 63 C0    LDA   $C063
4037-   0A          ASL
4038-   2E 09 03    ROL   $0309
```

แอดเดรส $4000-$4005 เป็นการขัดจังหวะอินเทอร์รัพท์เก็บค่าต่างๆไว้ที่ Strack

แอดเดรส $4006 เป็นการเซ็ตสัญญาณ AN1 ขา 14 ของ I/O Game เป็น Low

แอดเดรส $400B-$4026 เป็นการเคลียร์แอดเดรส $301-$309 เพื่อใช้เป็นทางส่งผ่านข้อมูล โดยโปรแกรมภาษาเบสิกจะมาอ่านข้อมูลที่แอดเดรสดังกล่าว

แอดเดรส $4029-$4038 ข้อมูลบิตสูงสุด(D_7) ของ HB(high byte) จะถูกชิฟท์(shift) โดยไม่ต้องผ่านขบวนการ clock/shift ไปไว้ที่แอดเดรส $303, $306, $309

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
403B-   A2 07       LDX   #$07
403D-   AD 5B C0    LDA   $C05B
4040-   AD 5A C0    LDA   $C05A
4043-   AD 61 C0    LDA   $C061
4046-   0A          ASL
4047-   2E 03 03    ROL   $0303
404A-   AD 62 C0    LDA   $C062
404D-   0A          ASL
404E-   2E 06 03    ROL   $0306
4051-   AD 63 C0    LDA   $C063
4054-   0A          ASL
4055-   2E 09 03    ROL   $0309
4058-   CA          DEX
4059-   D0 E2       BNE   $403D
*L

405B-   A2 08       LDX   #$08
405D-   CE 56 40    DEC   $4056
4060-   CE 4F 40    DEC   $404F
4063-   CE 48 40    DEC   $4048
4066-   D0 D5       BNE   $403D
4068-   A9 03       LDA   #$03
406A-   8D 48 40    STA   $4048
406D-   A9 06       LDA   #$06
406F-   8D 4F 40    STA   $404F
4072-   A9 09       LDA   #$09
4074-   8D 56 40    STA   $4056
4077-   EE 0A 03    INC   $030A
407A-   D0 03       BNE   $407F
407C-   EE 0B 03    INC   $030B
407F-   68          PLA
4080-   A8          TAY
4081-   68          PLA
4082-   AA          TAX
4083-   68          PLA
4084-   58          CLI
4085-   40          RTI
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แอดเดรส $403B-$407C เป็นการชิฟท์อีก 7 บิต ของ HB(high byte), MB(middle byte) และ LB(low byte) โดยอาศัยการทำ ASL(arithmatic shift left) และ ROL(rotate shift one bit) แล้ว BNE(branch onnot equal to zero)จะวนลูป(loop) 7 ครั้ง ถ้ายังไม่ครบ 7 บิตก็จะส่งสัญญาณ clock/shift ไปดึงข้อมูลจากภาค shift registor ทีละบิตจนครบ

แอดเดรส $407F-$4085 เป็นการคืนค่าต่างๆ จาก stack ให้แก่ระบบเพื่อทำงานตามปกติ

ผนวก ข.2

รายละเอียดโปรแกรมภาษาเบสิกที่ใช้ควบคุมอัตราการระเหยสาร มีดังนี้

```
10  HOME
20  POKE 768,65: REM  HEADER ASC(
    A)
30  INPUT "TIMES=";TM
40  INPUT "WHAT DO YOU WANT RATE
    SOUREC 1? ";RA
50  INPUT "WHAT DO YOU WANT RATE
    SOURCE 2?";RB
60  INPUT "WHAT DO YOU WANT RATE
    SOURCE 3?";RC
70  INPUT "VALUE OF DAC.1=";Q1
80  INPUT "VALUE OF DAC.2=";Q2
85  INPUT "VALUE OF DAC.3=";Q3
100  HOME
110 FA = FB = FC = 0
120  PRINT  CHR$ (4)"BLOAD TMM"
130 S0 = 49344:S1 = S0 + 1:S2 = S
    0 + 2:S3 = S0 + 3
140  POKE S3,128
150  POKE 1019,76: POKE 1020,0: POKE
    1021,64
160  POKE 778,0: POKE 779,0
170 X0 = 0
180 XN =  PEEK (778)
190  IF XN = X0 THEN 180
200 X0 = XN
205  GOTO 1700
```

บรรทัดที่ 20 เป็นการส่งแอสกี้โค๊ต A (ASCII Code) เป็น Header เพื่อบอก IBM ให้รู้ว่าจะมีการส่งข้อมูล

บรรทัดที่ 30-80 เป็นการใส่ข้อมูล (Input data) เช่น เวลา, อัตราการระเหย และค่าตัวเลขควบคุมเริ่มต้น

บรรทัดที่ 120 เป็นการโหลด (Load) โปรแกรมภาษาเครื่อง

บรรทัดที่ 130-140 เป็นการเซ็ตพอร์ต I/O 8255 เป็น output port

บรรทัดที่ 150 เป็นการให้ NMI ชี้ไปที่แอดเดรส $4000 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของภาษาเครื่อง (Machine languages)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

```
210 T = 256 *  PEEK (779) +  PEEK
    (778)
220 F3 = 65536 *  PEEK (771) + 25
    6 *  PEEK (770) +  PEEK (769
    )
230 F2 = 65536 *  PEEK (774) + 25
    6 *  PEEK (773) +  PEEK (772
    )
240 F1 = 65536 *  PEEK (777) + 25
    6 *  PEEK (776) +  PEEK (775
    )
260  CALL  - 16128
265  POKE 60,0: POKE 61,3
270  POKE 62,9: POKE 63,3
275  CALL  - 14015
300 R1 = F1 - FA
302 R2 = F2 - FB
304 R3 = F3 - FC
310  IF  ABS (R1) <  >  ABS (RA) THEN
     GOSUB 1500
315  IF  ABS (R1) =  ABS (RA) THEN
     1505
320  IF  ABS (R2) <  >  ABS (RB) THEN
     GOSUB 1510
325  IF  ABS (R2) =  ABS (RB) THEN
     1515
330  IF  ABS (R3) <  >  ABS (RC) THEN
     GOSUB 1520
335  IF  ABS (R3) =  ABS (RC) THEN
     1525
340  IF  ABS (R1) >  ABS (RA) THEN
     Q1 = Q1 - 1
345  IF  ABS (R1) <  ABS (RA) THEN
     Q1 = Q1 + 1
350  IF  ABS (R2) >  ABS (RB) THEN
     Q2 = Q2 - 1
```

บรรทัดที่ 210 ทำการอ่านค่าเวลา (วินาที)

บรรทัดที่ 220-240 ทำการอ่านค่าความถี่ของคริสตอลแต่ละตัว

บรรทัดที่ 260-275 เป็นการส่งข้อมูลที่เป็นความถี่ทั้ง 3 สู่ IBM (16 Bits)

บรรทัดที่ 300-304 เป็นการหาค่าอัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาทีของคริสตอลทั้ง 3 (Rate of frequency 3 sources)

บรรทัดที่ 340-365 เป็นการเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาที ที่อ่านมาว่าเท่ากับค่าที่ต้องการหรือไม่ ถ้ามากกว่าจะทำการลดค่า 8 bit digital to analog convertor (DAC) ถ้าน้อยกว่าจะทำการเพิ่ม เพื่อทำให้ได้อัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาที ตามที่ต้องการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
355  IF  ABS (R2) <  ABS (RB) THEN
     Q2 = Q2 + 1
360  IF  ABS (R3) >  ABS (RC) THEN
     Q3 = Q3 - 1
365  IF  ABS (R3) <  ABS (RC) THEN
     Q3 = Q3 + 1
410  IF Q1 > 255 THEN Q1 = 255
420  IF Q1 < 0 THEN Q1 = 0
430  IF Q2 > 255 THEN Q2 = 255
440  IF Q2 < 0 THEN Q2 = 0
450  IF Q3 > 255 THEN Q3 = 255
460  IF Q3 < 0 THEN Q3 = 0
470  POKE S0,Q1
480  POKE S1,Q2
490  POKE S2,Q3
500  VTAB (2): HTAB (9): INVERSE
     : PRINT "SOURCE 1": NORMAL
510  VTAB (4): HTAB (1): PRINT "F
     REQUENCY= ";F1;"  "
520  VTAB (5): HTAB (1): PRINT "R
     ELATIVE INTO POWER= ";Q1;"
     "
530  VTAB (6): HTAB (1): PRINT "R
     ATE=";R1;"                "
540  VTAB (8): HTAB (1): PRINT "-
     --------------"
550  VTAB (9): HTAB (9): INVERSE
     : PRINT "SOURCE 2": NORMAL
560  VTAB (11): HTAB (1): PRINT "
     FREQUENCY= ";F2;"  "
570  VTAB (12): HTAB (1): PRINT "
     RELATIVE INTO POWER=";Q2;"
      "
580  VTAB (13): HTAB (1): PRINT "
     RATE=";R2;"                "
```

บรรทัดที่ 470-490 เป็นการเพิ่มหรือลดค่า 8 bit digital to analog convertor (DAC) โดยผ่านทาง port A, B, และ C

บรรทัดที่ 500-635 เป็นการแสดงผลบนจอภาพของคอมพิวเตอร์ Apple เช่น ความถี่ของคริสตอลทั้ง 3 ตัว, อัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาที, ค่าที่เพิ่มหรือลดลงของ 8 bit digital to analog convertor (DAC)

บรรทัดที่ 640 เป็นการเซ็ตค่าความถี่เป็นค่าเก่า เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาที

บรรทัดที่ 650 ถ้าถึงเวลาที่ตั้งไว้ โปรแกรมจะยกเลิกการควบคุมระบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
585  VTAB (15): HTAB (1): PRINT "
     ---------------"
590  VTAB (17): HTAB (9): INVERSE
     : PRINT "SOURCE 3": NORMAL
600  VTAB (19): HTAB (1): PRINT "
     FREQUENCY= ";F3;"      "
610  VTAB (20): HTAB (1): PRINT "
     RELATIVE INTO POWER= ";Q3;"
       "
620  VTAB (21): HTAB (1): PRINT "
     RATE=";R3;"
     "
630  VTAB (1): HTAB (30): INVERSE
     : PRINT "TIMES(SEC.):": NORMAL

635  VTAB (2): HTAB (31): INVERSE
     : PRINT T: NORMAL
640 FA = F1:FB = F2:FC = F3
650  IF T = TM THEN 700
660  GOTO 180
700  END
1500  VTAB (6): HTAB (23): PRINT
     "*****": RETURN
1505  VTAB (6): HTAB (23): PRINT
     "      ": GOTO 320
1510  VTAB (13): HTAB (23): PRINT
     "*****": RETURN
1515  VTAB (13): HTAB (23): PRINT
     "      ": GOTO 330
1520  VTAB (21): HTAB (23): PRINT
     "*****": RETURN
1525  VTAB (21): HTAB (23): PRINT
     "                    ": GOTO
     340
1700  REM  READ KEYBOARD
1710 KE =  PEEK ( - 16384): POKE
      - 16368,0
```

บรรทัดที่ 660 วบลูป (loop)

บรรทัดที่ 1500-1525 เป็นการทำเครื่องหมาย ***** บนจอภาพ ในกรณีที่อัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาทีไม่เท่ากับค่าที่ต้องการ

บรรทัดที่ 1700-1780 เป็นการอ่านค่าคีย์บอร์ดว่าถูกกดหรือไม่

บรรทัดที่ 1800-1820 ถ้าคีย์ 1, 2, 3 ถูกกด จะมีผลทำให้มีการลดค่า 8 bit digital to analog convertor (DAC) ซึ่งทำให้อุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยสารจุดที่ 1, จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ลดลงด้วยตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
1720  IF KE < 127 THEN 210
1730  IF KE = 177 THEN  GOSUB 180
      0
1740  IF KE = 178 THEN  GOSUB 181
      0
1750  IF KE = 179 THEN  GOSUB 182
      0
1760  IF KE = 193 THEN  GOSUB 183
      0
1770  IF KE = 194 THEN  GOSUB 184
      0
1780  IF KE = 195 THEN  GOSUB 185
      0
1790  GOTO 210
1800 Q1 = Q1 - 1: RETURN
1810 Q2 = Q2 - 1: RETURN
1820 Q3 = Q3 - 1: RETURN
1830  INPUT "DAC. SOURCE1=";Q1: HOME

1835  RETURN
1840  INPUT "DAC. SOURCE2=";Q2: HOME

1845  RETURN
1850  INPUT "DAC. SOURCE3=";Q3: HOME

1855  RETURN
```

บรรทัดที่ 1830-1855 ถ้าคีย์ A, B, หรือ C ถูกกดจะเป็นการกำหนดให้ใส่ค่าตัวเลขควบคุม (DAC) ใหม่ ซึ่งจะมีผลต่ออุณหภูมิในการระเหยสารจุดที่ 1, จุดที่2, และจุดที่ 3 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ฌ - 3

รายละเอียดของภาษาเครื่องของคอมพิวเตอร์ 16 บิต ที่ใช้ในการรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ 8 บิต มีดังนี้

```
0F0B:0109 56          PUSH    SI
0F0B:010A B81020      MOV     AX,2010
0F0B:010D 8ED8        MOV     DS,AX
0F0B:010F BE0000      MOV     SI,0000
0F0B:0112 8B0C        MOV     CX,[SI]
0F0B:0114 BA0000      MOV     DX,0000
0F0B:0117 B0C7        MOV     AL,C7
0F0B:0119 B400        MOV     AH,00
0F0B:011B CD14        INT     14
0F0B:011D BAFD03      MOV     DX,03FD
0F0B:0120 EC          IN      AL,DX
0F0B:0121 2401        AND     AL,01
0F0B:0123 74FB        JZ      0120
0F0B:0125 BAF803      MOV     DX,03F8
0F0B:0128 EC          IN      AL,DX
0F0B:0129 3C41        CMP     AL,41
0F0B:012B 75F0        JNZ     011D
0F0B:012D 8804        MOV     [SI],AL
0F0B:012F 46          INC     SI
0F0B:0130 49          DEC     CX
0F0B:0131 BB0000      MOV     BX,0000
0F0B:0134 BAFD03      MOV     DX,03FD
0F0B:0137 EC          IN      AL,DX
0F0B:0138 2401        AND     AL,01
0F0B:013A 7509        JNZ     0145
0F0B:013C 43          INC     BX
0F0B:013D 81FB0010    CMP     BX,1000
0F0B:0141 740B        JZ      014E
0F0B:0143 EBF2        JMP     0137
0F0B:0145 BAF803      MOV     DX,03F8
0F0B:0148 EC          IN      AL,DX
0F0B:0149 8804        MOV     [SI],AL
0F0B:014B 46          INC     SI
0F0B:014C E2E3        LOOP    0131
0F0B:014E B004        MOV     AL,04
0F0B:0150 46          INC     SI
0F0B:0151 8804        MOV     [SI],AL
0F0B:0153 5E          POP     SI
0F0B:0154 1F          POP     DS
0F0B:0155 5D          POP     BP
0F0B:0156 CB          RETF
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ข.4

รายละเอียดโปรแกรมภาษา Hbasic ที่นำข้อมูลอัตราการเปลี่ยนความถี่ของคริสตอลทั้ง 3 ตัว มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์กับเวลาที่เปลี่ยนไป มีดังนี้

```
10 'REM LOAD ROUTINES COMMUNICATIONS
20 BLOAD"APPLE.MAC"
30 REM ENTER NUMBER FOR XY COORDINATE
40 REM Y-COORDINATE
45 DIM XX#(1500),XZ#(1500),XY#(1500),M(1500)
50 CLS:KEY OFF
55 INPUT"File name?";FILE$
60 INPUT "Start of Frequency 1 = ";A1
70 INPUT "Start of Frequency 2 = ";A2
80 INPUT "Start of Frequency 3 = ";A3
90 INPUT "Data  of Frequency = ";B
100 INPUT "Scale of Frequency = ";C
105 M=0
110 GOSUB 1000
120 GOSUB 1610
130 OPEN FILE$ FOR OUTPUT AS#1
140 FOR GT=1 TO M
170 PRINT#1,XX#(GT),XZ#(GT),XY#(GT)
180 NEXT GT
190 CLOSE#1
200 END
1000 REM XY-SCALE
1010 CLS:SCREEN 2
1020 LOCATE 1,5 :PRINT "Frequency"
1030 LOCATE 2,1 :PRINT A1
1040 LOCATE 4,1 :PRINT A2
1050 LOCATE 6,1 :PRINT A3
1060 LINE (200,1)-(709,15),,BF
1090 LOCATE 23,8 :PRINT "0"
1100 LOCATE 23,20:PRINT "100"
1110 LOCATE 23,31:PRINT "200"
1120 LOCATE 23,42:PRINT "300"
1130 LOCATE 23,53:PRINT
1140 LOCATE 23,64:PRINT "500"
```

บรรทัดที่ 20-100 ทำการเรียกไฟล์ APPLE.MAC และมีการให้ใส่ข้อมูล เช่น ชื่อไฟล์ที่ต้องการจะเก็บข้อมูล, ความถี่เริ่มต้นของคริสตอลทั้ง 3 ตัว, ข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการจะเก็บ และสเกลที่จะใช้เขียนกราฟแสดงบนจอภาพ

บรรทัดที่ 130-190 เปิดไฟล์เก็บข้อมูล และปิดไฟล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
1150 LOCATE 23,75:PRINT "Time"
1160 LOCATE 1,28:PRINT "f1="
1170 LOCATE 1,41:PRINT "f2="
1180 LOCATE 1,54:PRINT "f3="
1185 LOCATE 23,28:PRINT"GRAPH OF CO-EVAP.3 SOURCES"
1190 REM CALCULATION SCALE
1200 F=INT(B/C)
1205 IF F>284 THEN F=285
1210 J=INT(285/F)
1220 REM PLOT XY-COORDINATE
1230 LINE(0,0)-(710,339),,B
1240 LINE (80,15)-(80,300)
1250 LINE -(700,300)
1260 REM PLOT X SCALE
1270 FOR I= 90 TO 680 STEP 10
1280 IF I=180 OR I=280 OR I=380 OR I=480 OR I=580 OR
I=680 THEN LINE (I,300)-(I,310)
1290 LINE (I,300)-(I,305)
1300 NEXT I
1310 REM PLOT Y-SCALE
1320 LINE (70, 25)-(80, 25)
1330 LINE (70,50)-(80,50)
1340 LINE (70,75)-(80,75)
1350 FOR K= 25  TO 15 STEP -J
1360 LINE (75,K)-(80,K)
1370 NEXT K
1380 FOR L= 25  TO 300 STEP J
1390 LINE (75,L)-(80,L)
1400 NEXT L
1410 LINE (681,20)-(709,280),,BF
1450 LOCATE  3,77:PRINT "R1"
1460 LOCATE  6,77:PRINT "R2"
1470 LOCATE  9,77:PRINT "R3"
1480 RETURN
1600 REM CALL DATA FROM RS-232
1610 LOCATE 1,75 :PRINT "wait"
1630 DEFINT I-N
1640 DEF SEG=&H2000:I=0:CALL I
1650 DEF SEG=&H2010
1660 FOR DT=0 TO  9
1670 D(DT)=PEEK(DT)
1680 NEXT DT
1690 LOCATE 1,75:PRINT "ready"
1700 IF D(0)<>65 THEN 1630
```

บรรทัดที่ 1000-1480 เขียนแกน X และแกน Y บนจอภาพ

บรรทัดที่ 1500-1700 อ่านค่าความถี่ของคริสตอลทั้ง 3 ตัว โดยผ่านทาง RS-232

บรรทัดที่ 1710-1740 เปลี่ยนเลขฐาน 16 เป็นเลขฐาน 10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
1710 REM COVERT HEX TO DEC
1720 XY#=(256^2*D(3))+(256*D(2))+D(1)
1730 XZ#=(256^2*D(6))+(256*D(5))+D(4)
1740 XX#=(256^2*D(9))+(256*D(8))+D(7)
1750 XX#(M)=XX#:XZ#(M)=XZ#:XY#(M)=XY#
1754 XXN#=XX#:XZN#=XZ#:XYN#=XY#
1756 R1=XXN#-XXO#:R2=XZN#-XZO#:R3=XYN#-XYO#
1758 IF R1>20 OR R1<(-20) THEN R1=0
1760 LOCATE 4,77:PRINT R1
1765 IF R2>20 OR R2<(-20) THEN R2=0
1770 LOCATE 7,77:PRINT R2
1775 IF R3>20 OR R3<(-20) THEN R3=0
1780 LOCATE 10,77:PRINT R3
1790 REM PLOT DATA FROM FREQUENCY 1 IN XY-SCALE
1800 LOCATE 1,75:PRINT "plot1"
1810 D=A1-XX#:N=25+INT(D*275/B)
1820 LOCATE 1,31:PRINT XX#
1825 IF XX#>A1 THEN 1840
1826 IF XX#<((A1-(B*C)))THEN 1840
1830 PSET (80+M,N)
1840 REM PLOT DATA FROM FREQUENCY 2 IN XY-SCALE
1850 LOCATE 1,75:PRINT "plot2"
1860 G=A2-XZ#:H=50+INT(G*275/B)
1870 LOCATE 1,44:PRINT XZ#
1875 IF XZ#> A2 THEN 1890
1876 IF XZ#<((A2-(B*C))) THEN 1890
1880 PSET(80+M,H)
1890 REM PLOT DATA FROM FREQUENCY 3 IN XY-SCALE
1900 LOCATE 1,75:PRINT "plot3"
1910 G1=A3-XY#:H1=75+INT(G1*275/B)
1920 LOCATE 1,57:PRINT XY#
1925 IF XY#>A3 THEN 1940
1926 IF XY#<((A3-(B*C))) THEN 1940
1930 PSET(80+M,H1)
1940 LOCATE 2,69:PRINT M
1945 XXO#=XX#:XZO#=XZ#:XYO#=XY#
1950 M=M+1
1955 IF INKEY$="+" THEN 130
1960 IF M>680 THEN 1980
1970 GOTO 1610
1980 RETURN
```

บรรทัดที่ 1754-1756 คำนวณอัตราการเปลี่ยนความถี่ของคริสตอลทั้ง 3 จุด

บรรทัดที่ 1758-1940 เขียนกราฟระหว่างความถี่กับเวลา

บรรทัดที่ 1955-1960 อ่านค่าจากคีย์บอร์ด ถ้าคีย์ F ถูกกดจะทำการเก็บไฟล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ค

รายละเอียดการคำนวณหาอัตราการระเหยสารอินเดียมและสารซิลิเนียม มีดังนี้

จากความสัมพันธ์ตามสมการ

จำนวนอะตอม = (มวลของสาร X เลขอโวกาโดร) / น้ำหนักโมเลกุลของสาร

ซึ่งน้ำหนักโมเลกุลของ In = 114.82

น้ำหนักโมเลกุลของ Se = 78.96

และ เลขอโวกาโดรมีค่า = 6.02204×10^{23}

ในกรณีที่ต้องการอัตราส่วนจำนวนอะตอมของ In:Se = 1:1 เมื่อนำมาคิดหามวลของสาร In และมวลของสาร Se จะได้ว่า

มวล In = $114.82 / 6.02204 \times 10^{23}$ กรัม

มวล Se = $78.96 / 6.02204 \times 10^{23}$ กรัม

ซึ่ง

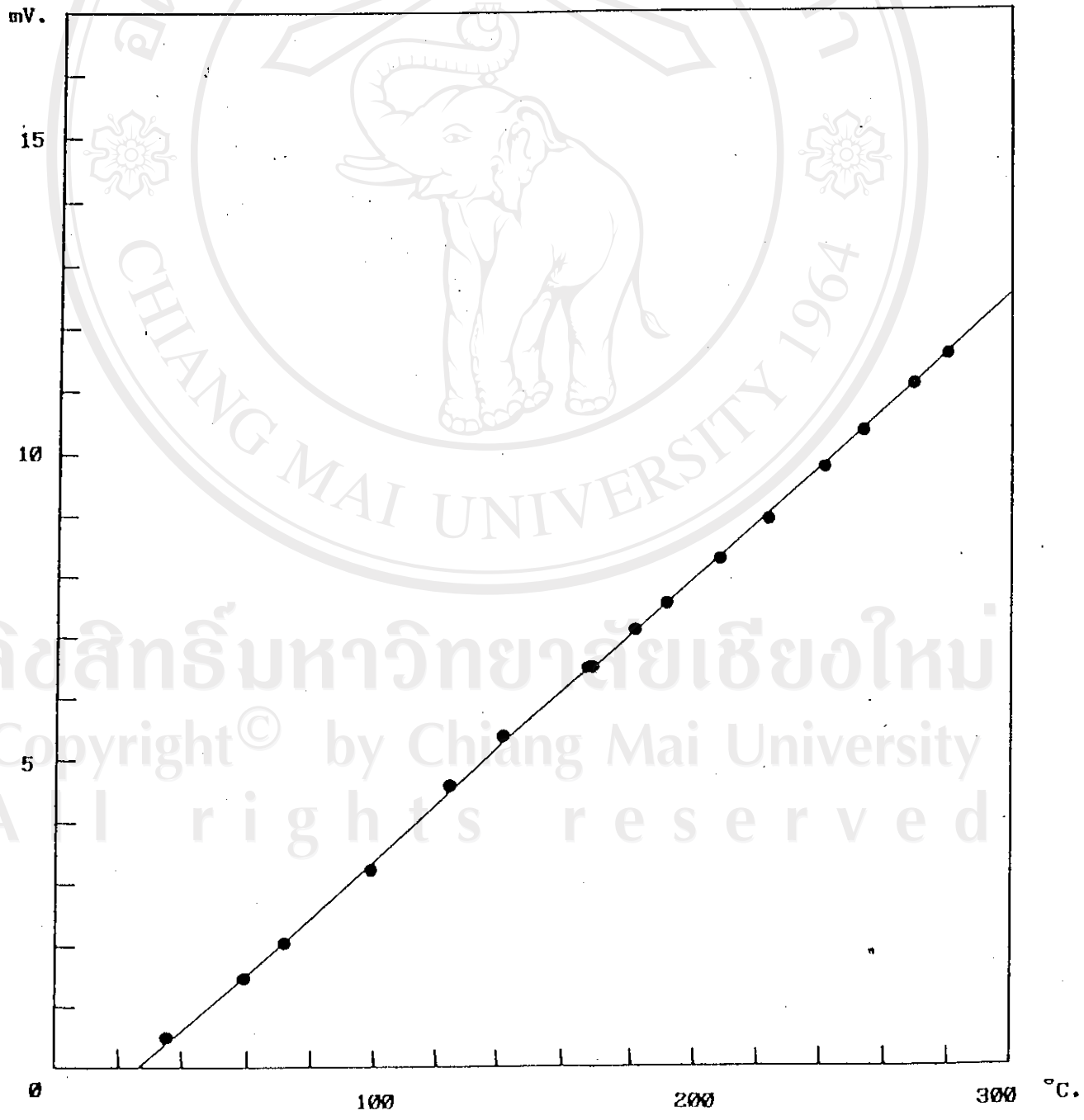
มวล In / มวล Se = 1.454154

เนื่องจากอัตราการระเหยสารต้องเป็นเลขจำนวนเต็ม เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคริสตอลที่ใช้เป็นมอนิเตอร์เป็นเลขจำนวนเต็ม จึงใช้อัตราการระเหยสารเป็นอัตราส่วนของมวล In:Se = 2:3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ง

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิ เมื่อใช้เทอร์โมคัพเบิลชนิดโครเมล-อลูเมลเป็นตัววัดอุณหภูมิ และใช้ดิจิตอลโวลต์มิเตอร์ของยาเมกรุ่น M10-8011-2 เป็นตัววัดแรงดันไฟฟ้า



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก จ. 1

ข้อมูลการวัดค่าความต้านทานและความเข้มแสงตกกระทบ ของแผ่นฟิล์มที่ 6 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการแอนนีลที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ความเข้มแสง ($W./m.^2$)	ความต้านทาน ($x10^6 ohm.$)		
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 7
5.50	6.00	9.65	110.00
6.09	5.95	9.60	109.00
6.79	5.90	9.55	108.50
7.61	5.85	9.50	107.00
8.59	5.80	9.45	106.00
9.78	5.70	9.35	105.00
11.22	5.55	9.20	103.50
13.02	5.40	9.15	102.00
15.28	5.25	9.00	101.00
18.18	5.10	8.80	100.00
22.00	4.90	8.65	98.00
27.16	4.75	8.30	95.00
34.38	4.50	8.05	92.00
44.90	4.20	7.80	85.00
61.11	3.95	7.50	81.00
88.00	3.60	7.15	73.00
137.50	3.15	6.60	66.00
244.44	2.70	5.95	56.00
550.00	2.10	5.40	44.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก จ.2

ข้อมูลการวัดค่าความต้านทานและความเข้มแสงตกกระทบ ของแผ่นฟิล์มที่ 7 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการแอนนีลที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ความเข้มแสง ($W./m.^2$)	ความต้านทาน ($x10^6 ohm.$)		
	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 6
5.50	3.90	7.50	21.70
6.09	3.90	7.45	21.40
6.79	3.85	7.40	21.00
7.61	3.80	7.30	20.50
8.59	3.75	7.20	19.90
9.78	3.70	7.10	19.50
11.22	3.60	7.00	19.00
13.02	3.50	6.85	18.50
15.28	3.40	6.70	18.10
18.18	3.25	6.50	17.60
22.00	3.10	6.30	16.20
27.16	2.85	6.15	15.70
34.38	2.60	5.90	14.10
44.90	2.25	5.60	13.30
61.11	1.85	5.15	11.90
88.00	1.55	4.70	11.00
137.50	1.10	4.10	10.00
244.44	0.80	3.60	9.10
550.00	0.30	3.10	8.30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก จ-3

ข้อมูลการวัดค่าความต้านทานและความเข้มแสงตกกระทบ ของแผ่นฟิล์มที่ 8 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการแอนนีลที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ความเข้มแสง ($W./m.^2$)	ความต้านทาน ($x10^7 ohm.$)		
	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5
5.50	1.90	4.00	78.50
6.09	1.87	3.97	78.00
6.79	1.85	3.95	77.00
7.61	1.80	3.85	75.00
8.59	1.75	3.70	73.50
9.78	1.70	3.60	70.00
11.22	1.62	3.50	67.00
13.02	1.55	3.35	64.50
15.28	1.50	3.20	59.00
18.18	1.44	3.10	56.00
22.00	1.36	2.93	53.00
27.16	1.30	2.75	49.00
34.38	1.20	2.60	45.00
44.90	1.11	2.39	39.00
61.11	1.02	2.19	36.00
88.00	0.91	1.96	29.00
137.50	0.81	1.73	24.50
244.44	0.69	1.45	18.50
550.00	0.55	1.13	13.50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ฉ - 1

ข้อมูลการวัดกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ ที่อุณหภูมิห้องของแผ่นฟิล์มที่ 6 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการแอนนีลที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ความต่างศักย์ (V.)	กระแสไฟฟ้า ($x10^{-4}$A.)		
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 7
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.20	0.57	0.04
10.00	2.65	1.25	0.08
15.00	4.10	1.85	0.14
20.00	5.70	2.45	0.18
25.00	7.30	3.05	0.22
30.00	9.00	3.65	0.27
35.00	10.50	4.20	0.31
40.00	12.00	4.75	0.36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ฉ.2

ข้อมูลการวัดกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ ที่อุณหภูมิห้องของแผ่นฟิล์มที่ 7 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการแอนนีลที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ความต่างศักย์ (V.)	กระแสไฟฟ้า ($x10^{-4}$A.)		
	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 6
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.78	0.94	0.12
10.00	3.10	1.68	0.23
15.00	4.55	2.44	0.35
20.00	6.15	3.05	0.47
25.00	7.70	3.65	0.58
30.00	9.20	4.30	0.68
35.00	10.45	4.90	0.79
40.00	11.45	5.55	0.88

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ฉ-3

ข้อมูลการวัดกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ ที่อุณหภูมิห้องของแผ่นฟิล์มที่ 8 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการแอนนีลที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ความต่างศักย์ (V.)	กระแสไฟฟ้า ($x10^{-5}$A.)		
	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.50	1.50	0.06
10.00	7.00	3.50	0.13
15.00	11.00	5.00	0.20
20.00	14.50	6.60	0.27
25.00	18.00	8.50	0.34
30.00	21.50	10.20	0.40
35.00	25.30	12.10	0.47
40.00	29.00	13.60	0.54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นายชลิต วณิชยานันต์

วัน เดือน ปีเกิด 7 มิถุนายน 2502

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถานศึกษา	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาปีที่ 5	โรงเรียนอำนวยศิลป์(พระนคร)	2519
วิทยาศาสตรบัณฑิต(ศึกษาศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2524
ศิลปศาสตรบัณฑิต(รัฐศาสตร์)	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	2527

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนไทรงามพิทยาคม อ.ไทรงาม จ.กำแพงเพชร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved