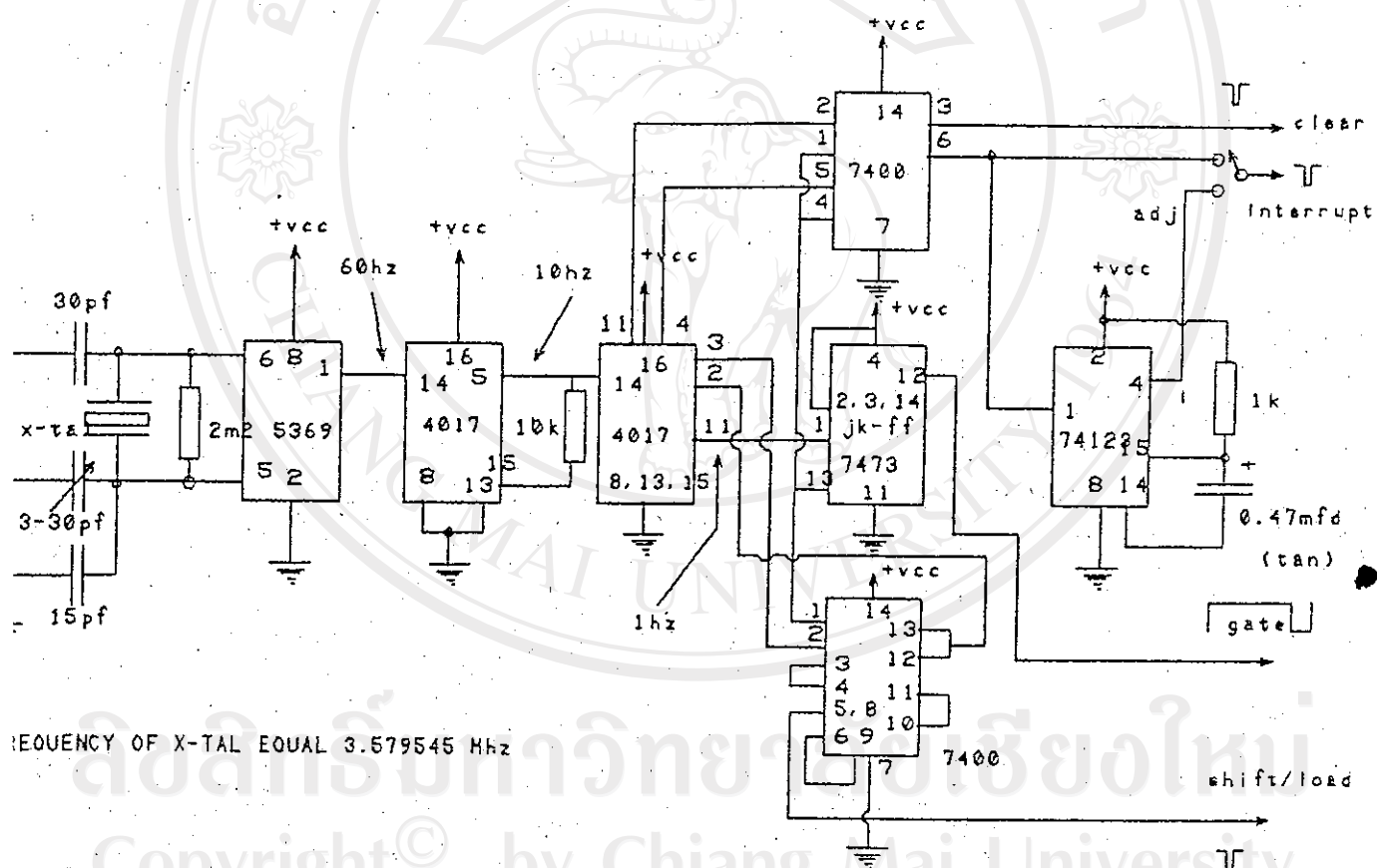
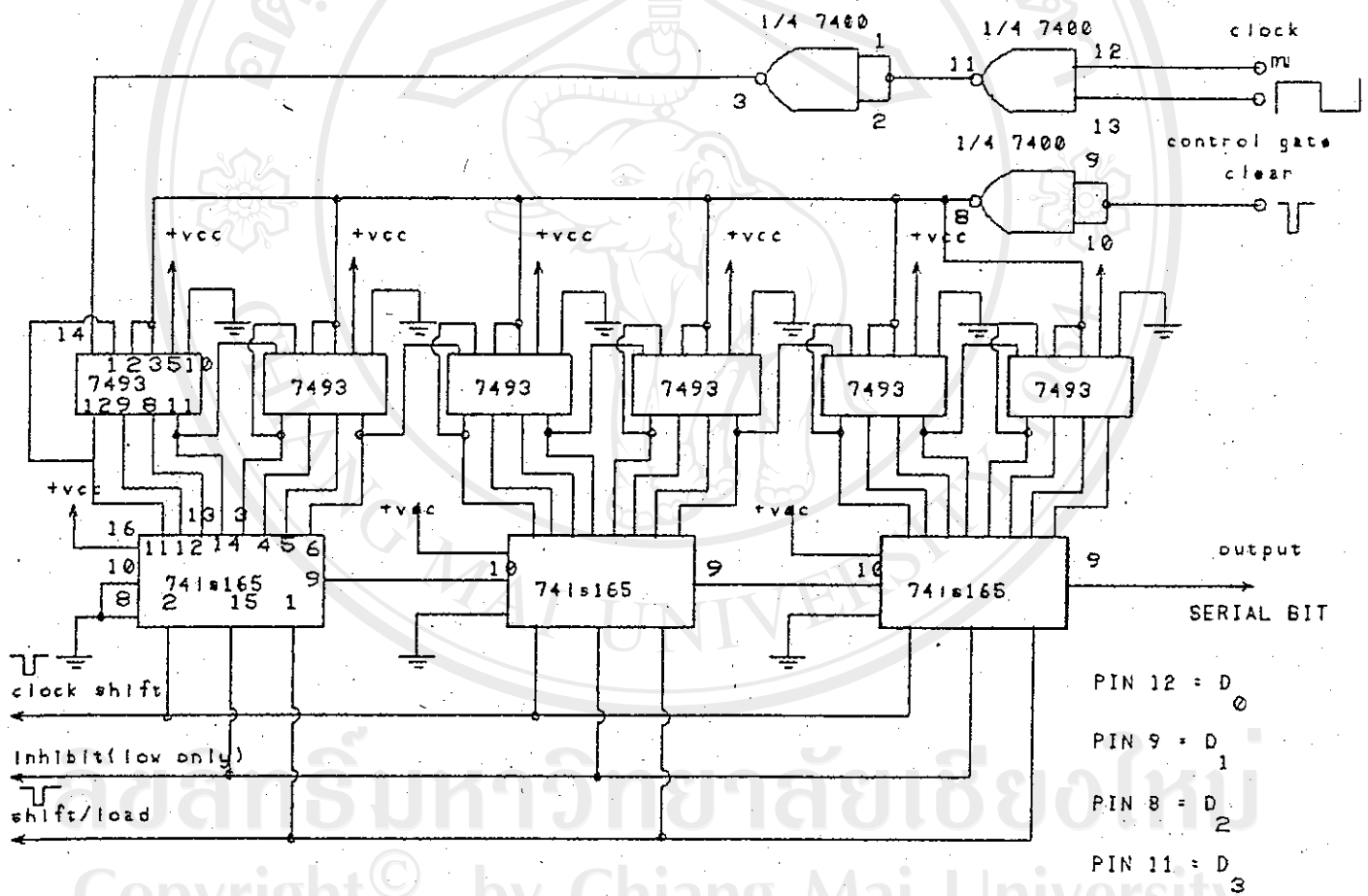


WU77 71-1

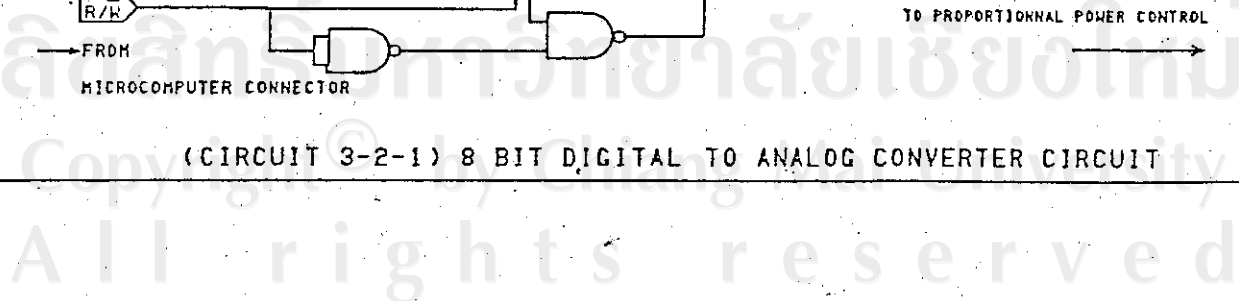


วงจรถ่วงน้ำหนักสัญญาณเวลา

ผนวก ก-2



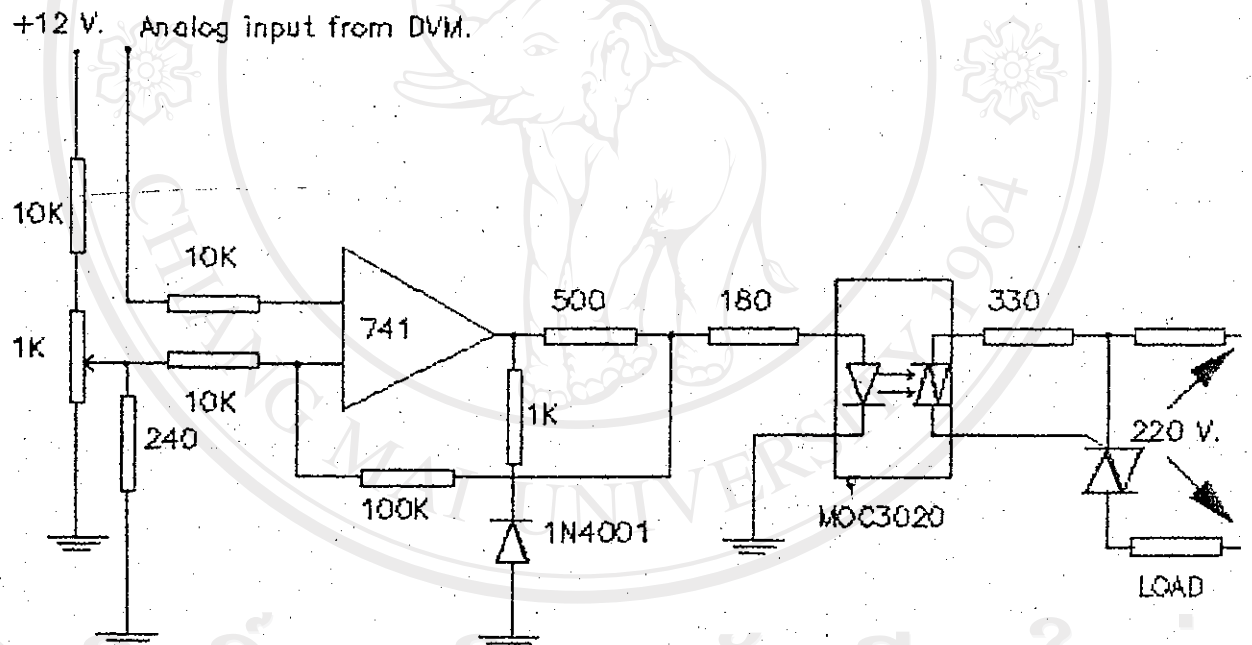
วงจรนับเลขฐานสอง 24 บิตและวีจิสเตอร์เลื่อนข้อมูล



วางารแปลงผืนดิลิจิตอลเป็นแอนะลอก

วงจรควบคุมกำลังไฟฟ้าเชิงสัดส่วน

แผนก ก-5



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

วงจรควบคุมอุณหภูมิบนแผงรองรับ

ผนวก ข - 1

รายละเอียดภาษาเครื่องที่ใช้เป็นโปรแกรมย่อย ในการอ่านค่าความถี่คริสตอล
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 เป็นการจัดจังหวะอินเทอร์รัพท์เก็บค่าต่าง ๆ ไว้ที่ Stack
แอดเดรส #4006 เป็นการเซตสัญญาณ AN1 ขา 14 ของ I/O Game เป็น Low
แอดเดรส #400B-#4026 เป็นการเคลียร์แอดเดรส \$301-\$309 เพื่อให้เป็นทางส่งผ่านข้อมูลโดยโปรแกรมภาษาเบสิกจะมาอ่านข้อมูลที่แอดเดรสดังกล่าว
แอดเดรส #4029-#4038 ข้อมูลบิตสูงสุด (D₇) ของ HB (high byte) จะถูกชิฟท์ (Shift) โดยไม่ต้องผ่านขบวนการ clock/Shift ไปไว้ที่แอดเดรส \$303, \$306, \$309

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	

แอดเดรส \$403B-\$407C เป็นการชี้นำอีก 7 บิต ของ HB (High byte), MB (Middle byte) และ LB (low byte) โดยอาศัยการทำ ASL (arithmetic shift left) และ ROL (Rotate shift one bit) แล้ว BNE (Branch on not equal to zero) จะวนลูป (Loop) 7 ครั้ง ถ้ายังไม่ครบ 7 บิตก็จะส่งสัญญาณ clock/shift ไปดึงข้อมูลจากภาค shift register ทีละบิตจนครบ

แอดเดรส \$407F-\$4085 เป็นการคืนค่าต่าง ๆ จาก stack ให้แก่ระบบเพื่อทำงานตามปกติ

ผนวก ข-2

รายละเอียดภาษาเบสิกที่ใช้ควบคุมระบบประเหยสาร มีดังนี้ :-

LIST

```

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 เป็นการส่งแอสกีโค้ด A (ASCII Code) เป็น Header เพื่อบอก IBM ให้รู้ว่าจะมีการส่งข้อมูล

บรรทัดที่ 30-80 เป็นการใส่ข้อมูล (Input data) อาทิเช่น เวลา, ความถี่ต่อวินาทีที่ต้องการ, ค่า 8 bit DAC. เริ่มต้น ฯลฯ

บรรทัดที่ 120 เป็นการโหลด (Load) โปรแกรมภาษาเครื่อง

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

บรรทัดที่ 150 เป็นการให้ NMI ขึ้นไปที่แอดเดรส #4000 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของภาษาเครื่อง (Machine languages)


```

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 เป็นการส่งข้อมูลที่เก็บความถี่ทั้ง 3 สู่ IBM (16 Bits)

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

บรรทัดที่ 340-365 เป็นการเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาที ที่อ่านมาว่าเท่ากับค่าที่ต้องการหรือไม่? ถ้ามากกว่าจะทำการลดค่า 8 bit digital to analog convertor (DAC) ถ้าน้อยกว่าจะทำการเพิ่มค่าเพื่อให้ได้อัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาทีตามที่ต้องการ

```

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 เป็นการเพิ่มค่าหรือลดค่า 8 bit digital to analog convertor (DAC) โดยผ่านทาง port A, B, C

บรรทัดที่ 500-635 เป็นการแสดงผลบนจอภาพของ คอมพิวเตอร์ Apple อาทิเช่น ความถี่ของ คริสตัลทั้งสามตัวที่อ่านได้, อัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาที, ค่าที่เพิ่ม หรือลดลงของ 8 bit digital to analog convertor (DAC)

บรรทัดที่ 640 เป็นการเช็คค่าความถี่เป็นค่าเก่า เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนความถี่ต่อวินาที

บรรทัดที่ 650 ถ้าเวลาเท่ากับที่ตั้งก็จะยกเลิกการควบคุมระบบ

```

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

วนลูป (Loop)

บรรทัดที่ 1500-1525

เป็นการทำเครื่องหมาย ***** บนจอภาพในกรณีที่ต้องการเปลี่ยน

ความถี่ต่อวินาทีไม่เท่ากับค่าที่ต้องการ

บรรทัดที่ 1700-1780

เป็นการอ่านค่าคีย์บอร์ดว่าถูกกดหรือไม่

บรรทัดที่ 1800-1820

ถ้าคีย์ 1,2,3 ถูกกด ก็จะส่งผลให้มีการลดค่า 8 bit digital to analog convertor (DAC) ซึ่งจะมีผลให้อุปกรณ์ในการระเหยสาร

จุด 1, จุด 2, จุด 3 ลดลง ตามลำดับ

```

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

```

บรรทัด 1830-1855 ถ้าคีย์ A,B,C ถูกกดก็จะทำการไล่ค่า DAC. ใหม่ซึ่งจะส่งผลต่ออนุภูมิ
ในการระเหยสารจุด 1, จุด 2, จุด 3 ตามลำดับ

ผนวก ข-3

รายละเอียดของภาษาเครื่องของคอมพิวเตอร์ 16 บิต ที่ใช้ในการรับข้อมูลจาก
คอมพิวเตอร์ 8 บิต มีดังนี้ :-

OFOB:0107 56	PUSH	SI
OFOB:010A BB1020	MOV	AX,2010
OFOB:010D BED8	MOV	DS,AX
OFOB:010F BE0000	MOV	SI,0000
OFOB:0112 BBOC	MOV	CX,[SI]
OFOB:0114 BA0000	MOV	DX,0000
OFOB:0117 B0C7	MOV	AL,C7
OFOB:0119 B400	MOV	AH,00
OFOB:011B CD14	INT	14
OFOB:011D BAFD03	MOV	DX,03FD
OFOB:0120 EC	IN	AL,DX
OFOB:0121 2401	AND	AL,01
OFOB:0123 74FB	JZ	0120
OFOB:0125 BAFB03	MOV	DX,03FB
OFOB:0128 EC	IN	AL,DX
OFOB:0129 3C41	CMP	AL,41
OFOB:012B 75F0	JNZ	011D
OFOB:012D 8B04	MOV	[SI],AL
OFOB:012F 46	INC	SI
OFOB:0130 47	DEC	CX
OFOB:0131 BB0000	MOV	BX,0000
OFOB:0134 BAFD03	MOV	DX,03FD
OFOB:0137 EC	IN	AL,DX
OFOB:0138 2401	AND	AL,01
OFOB:013A 7509	JNZ	0145
OFOB:013C 43	INC	BX
OFOB:013D B1FB0010	CMP	BX,1000
OFOB:0141 740B	JZ	014E
OFOB:0143 EBF2	JMP	0137
OFOB:0145 BAFB03	MOV	DX,03FB
OFOB:0148 EC	IN	AL,DX
OFOB:0149 8B04	MOV	[SI],AL
OFOB:014B 46	INC	SI
OFOB:014C E2E3	LOOP	0131
OFOB:014E B004	MOV	AL,04
OFOB:0150 46	INC	SI
OFOB:0151 8B04	MOV	[SI],AL
OFOB:0153 5E	POP	SI
OFOB:0154 1F	POP	DS
OFOB:0155 5D	POP	BP
OFOB:0156 CB	RET	

แผนก ข - 4

รายละเอียดโปรแกรมภาษา Hbasic ที่นำข้อมูลอัตราการเปลี่ยนความถี่ของ
คริสตอล ทั้ง 3 จุด มาเขียนกราฟ กับเวลา

```

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 ชื่อไฟล์ที่
ต้องการเก็บข้อมูล, ความถี่เริ่มต้นของคริสตอลทั้ง 3 จุด, สเกลที่ต้องการ
เขียนกราฟ ฯลฯ

บรรทัดที่ 130-190

เปิดไฟล์เก็บข้อมูล และปิดไฟล์


```

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 23,26: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 และ y บนจอภาพ

บรรทัดที่ 1500-1700 อ่านค่าความถี่คริสตอลทั้ง 3 จุด โดยผ่านทาง RS-232

บรรทัดที่ 1710-1740 เปลี่ยนเลขฐาน 16 เป็นเลขฐาน 10

```

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 Q=A1-XX#:N=25+INT(Q*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#="F" THEN 130
1960 IF M>680 THEN 1980
1970 GOTO 1610
1980 RETURN

```

บรรทัดที่ 1754-1756 คำนวณอัตราการเปลี่ยนความถี่ของคริสตัลทั้ง 3 จุด

บรรทัดที่ 1758-1940 เขียนกราฟระหว่างความถี่กับเวลา

บรรทัดที่ 1955-1960 อ่านค่าจากคีย์บอร์ด ถ้า F ถูกกดจะทำการเก็บไฟล์

ผนวก ข-4

รายละเอียดโปรแกรมภาษาเบสิก ที่ใช้อินทิเกรตพื้นที่วงกลม และคำนวณค่ามวล
ของสารที่ระเหยขึ้นไปเกาะภายในพื้นที่วงกลมแผ่นรองรับ

```

10 INPUT "total of mass="; MT
20 INPUT "length l="; L1
30 INPUT "step l="; SW
40 TM=0
50 FOR L=0 TO L1 STEP SW
60 S1=(1+(L/20)^2)^2
70 S2=(3.1415)*((20)^2)*(L1)*(S1)
80 S3=(L)*(MT)
90 SC=ACS(S3/S2)
100 SMD=(SW)*(L)*2*(SC)
110 TM=SMD+TM
115 PRINT L, TM, SC
140 NEXT L
150 PRINT "total mass="; TM
160 END

```

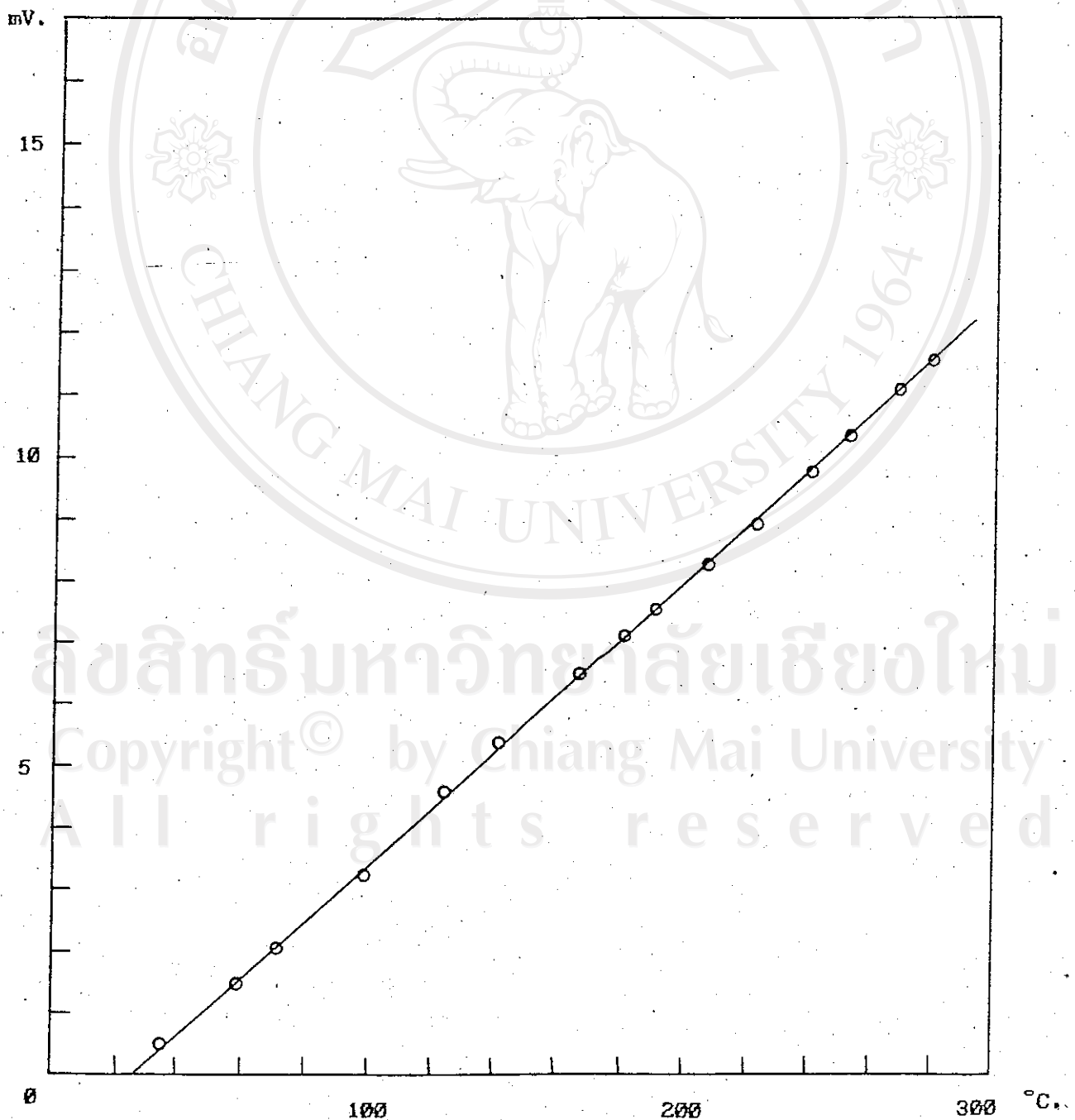
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ผนวก ค

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กับอุณหภูมิ เมื่อใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิดโครเมล-อลูเมลเป็นตัววัดอุณหภูมิ และใช้ดีจิตอลโวลต์มิเตอร์ของฮาเมกรุ่น M10-8011-2 เป็นตัววัดแรงดันไฟฟ้า



ผนวก ง - 1

รายละเอียดการคำนวณอัตราส่วนของมวล Cu:In:Se เพื่อใช้ในการกำหนด
อัตราการใช้ความถี่ของคริสตัลทั้ง 3 จุด มีดังนี้

จากสมการ

$$\text{จำนวนอะตอม} = \text{มวลของสาร (กรัม)} \times \text{เลขอะวาโกลโดร} / \text{น้ำหนักโมเลกุล}$$

ในการนี้ ต้องการอัตราส่วนจำนวนอะตอมของ Cu:In:Se = 1:1:2 โดยที่
น้ำหนักโมเลกุลของสาร Cu, In และ Se เป็น 63.54, 114.82 และ 78.96 ตามลำดับ
แทนค่าในสมการข้างต้น จะได้ว่า

$$\begin{aligned} 1 &= \text{มวลของสาร Cu} \times \text{เลขอะวาโกลโดร} / 63.54 & (1.) \\ 1 &= \text{มวลของสาร In} \times \text{เลขอะวาโกลโดร} / 114.82 & (2.) \\ 2 &= \text{มวลของสาร Se} \times \text{เลขอะวาโกลโดร} / 78.96 & (3.) \end{aligned}$$

ถ้าสมการหาค่าอัตราส่วนของมวลของสาร Cu:In:Se จะได้เท่ากับ 1:1.8:2.4
ตามลำดับ ซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดอัตราการใช้ความถี่ของคริสตัลทั้ง 3 จุด เพื่อใช้ในการควบคุม
อัตราการใช้ของสารให้ได้อัตราการใช้ความถี่ตามที่ต้องการ

ผนวก ง - 2

รายละเอียดการคำนวณหาค่าความไวของคริสตอล มีดังนี้

- วัดพื้นที่ ที่สารระเหยเกาะติดคริสตอล (A_x) ได้ค่าเท่ากับ 0.3217 cm.^2
- วัดพื้นที่ ที่สารระเหยเกาะติดแผ่นรองรับ (A_u) ได้ค่าเท่ากับ 55.87 cm.^2
- วัดค่าความถี่คริสตอลที่เปลี่ยนแปลงไป (Δf)
- วัดค่ามวลของสารที่ระเหยเกาะติดแผ่นรองรับ (m)

แทนค่าในสมการ

$$\Delta f / \Delta m_{x=1} = \Delta f \cdot A_u / m \cdot A_x$$

จากการทดลอง วัดค่า Δf และ m ของ Cu, In และ Se แสดงดังตาราง

ต่อไป

การทดลองที่	Cu		Se		In	
	Δf (Hz.)	Δm (mgm.)	Δf (Hz.)	Δm (mgm.)	Δf (Hz.)	Δm (mgm.)
1	1527	3.47	1617	3.87	421	0.99
2	1242	2.91	1418	3.24	1203	2.74
3	1640	3.78	2635	5.71	1023	2.42
4	394	0.90	796	1.95	1524	3.53
5	642	1.50	1806	4.15	950	2.11
6	1394	3.31	1374	3.28	1398	3.23
7	301	0.72	1681	3.78	-	-

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่าความไวคริสตอล เมื่อระเหยสาร Cu ขึ้นเกาะติด
จากตาราง การทดลองที่ 1 เมื่อ $\Delta f = 1527 \text{ Hz.}$ และ $m = 3.27 \text{ mgm.}$ แทนค่าใน
สมการข้างต้น จะได้ว่า

$$\Delta f / \Delta m_{\text{resonance}} = 1527 \times 55.87 / 3.27 \times 0.3217 = 76.4 \text{ Hz. / } \mu\text{gm.}$$

การทดลองแต่ละครั้ง ได้ทำการคำนวณในทำนองเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก จ - 1

ข้อมูลความต้านทานและอุณหภูมิต่างๆ ของแผ่นฟิล์มที่ 5 ขณะแอนเนลที่อุณหภูมิ 350 °C.
เป็นเวลา 1(1/2) ชั่วโมง มีดังนี้

อุณหภูมิ (°K.)	ความต้านทาน ($\times 10^3$ ohm.)		
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
340	1.3	2.5	10.1
373	1.2	2.3	7.5
403	1.1	1.9	6.0
448	0.9	2.8	2.6
476	1.8	4.7	2.8
526	5.5	32.0	6.1
556	7.8	48.0	9.8
588	6.2	36.0	8.5
625	14.0	50.0	17.0

ข้อมูลความต้านทานและอุณหภูมิต่างๆ ของแผ่นฟิล์มที่ 6 ขณะแอนนัลที่อุณหภูมิ 400 °C.
 เก็บเวลา 1 (1/2) ชั่วโมง มีดังนี้

อุณหภูมิ (°K.)	ความต้านทาน (x10 ohm.)		
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
357	0.26	0.33	1.0
388	0.25	0.37	0.96
431	0.24	0.39	0.90
476	0.21	0.30	3.50
520	4.80	2.60	26.0
571	3.50	5.70	18.0
588	2.80	4.80	14.0
617	1.80	3.70	9.0
667	9.50	12.0	17.0

ผนวก จ-2

ข้อมูลการวัดความต้านทาน และอุณหภูมิ ของแผ่นฟิล์มที่ 5 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการ
แอนนัลที่อุณหภูมิ 350 °C. เป็นเวลา 1(1/2) ชั่วโมง มีดังนี้

อุณหภูมิ (°K.)	ความต้านทาน ($\times 10^6$ ohm.)		
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
303	19.00	16.0	0.69
312	13.00	9.50	0.68
333	5.70	5.10	0.67
357	2.90	2.40	0.66
384	1.60	1.20	0.57
417	0.82	0.74	0.45
455	0.45	0.32	0.28
513	0.17	0.15	0.13

ข้อมูลการวัดความต้านทาน และอุณหภูมิ ของแผ่นฟิล์มที่ 6 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการ
แอนนัลที่อุณหภูมิ 400 °c. เป็นเวลา 1(1/2) ชั่วโมง มีดังนี้

อุณหภูมิ (°K.)	ความต้านทาน ($\times 10^4$ ohm.)		
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
364	130.00	62.00	5.60
377	65.00	36.00	5.50
417	17.00	12.00	5.60
435	8.50	7.10	5.50
476	2.40	2.90	4.10
500	1.40	2.10	3.40
513	0.95	1.40	2.20
571	0.26	0.45	1.10

ผนวก จ.3

ข้อมูลการวัดกระแสและความต่างศักย์ ที่อุณหภูมิห้องของแผ่นฟิล์มที่ 5 และ 6 เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านการแอนโนลที่อุณหภูมิ 350 °c. และ 400 °c. เป็นเวลา 1(1/2) ชั่วโมง ตามลำดับ มีดังนี้

แผ่นฟิล์มที่ 5

ความต่างศักย์ (Volt)	กระแสไฟฟ้า (Micro Amp.)	
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2
0	0	0
5	0.5	1.0
10	1.0	1.9
15	1.5	2.9
20	2.1	3.9
25	2.6	4.9
30	3.1	6.0

แผ่นฟิล์มที่ 6

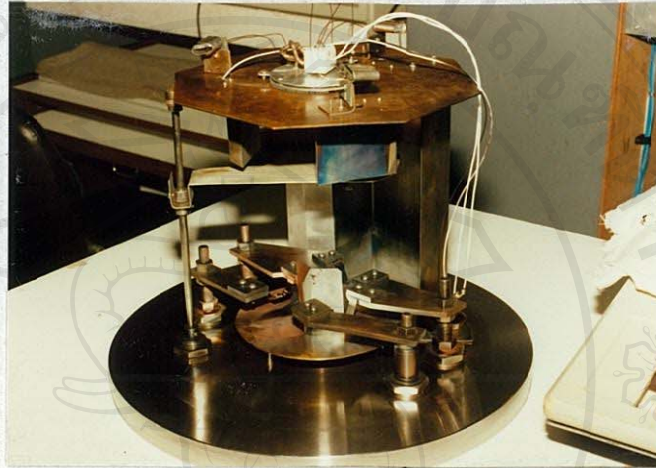
ความต่างศักย์ (Volt)	กระแสไฟฟ้า (Micro Amp.)	
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2
0	0	0
5	7	23
10	18	49
15	24	76
20	34	106
25	43	132
30	52	160

ผนวก จ - 4

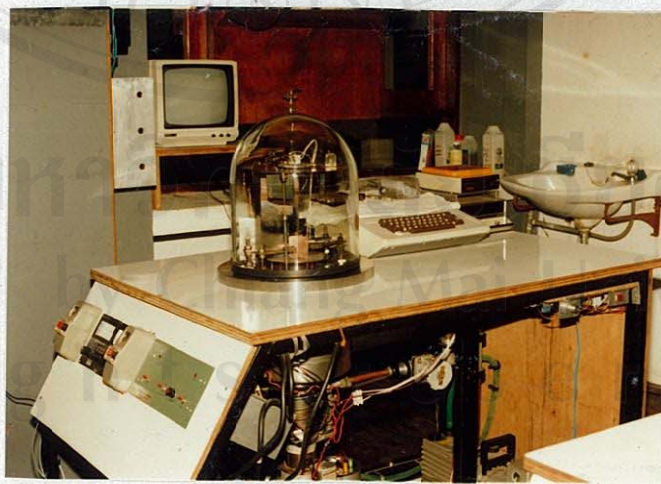
ข้อมูลการวัดค่าความต้านทาน และความเข้มแสง ของแผ่นฟิล์มที่ 7 เมื่อแผ่นฟิล์ม
ผ่านการแอนนัล ที่อุณหภูมิ 400 °c. เป็นเวลา 1(1/2) ชั่วโมง

ความเข้มแสง (mW./cm. ²)	ความต้านทาน ($\times 10^7$ ohm.)		
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
16.3	6.0	4.2	3.1
23.5	5.7	3.8	3.0
36.8	5.3	3.5	2.8
65.4	5.0	3.2	2.7
147.2	4.8	3.1	2.6
589.0	4.5	3.0	2.5

แผนภาพ ๔-5

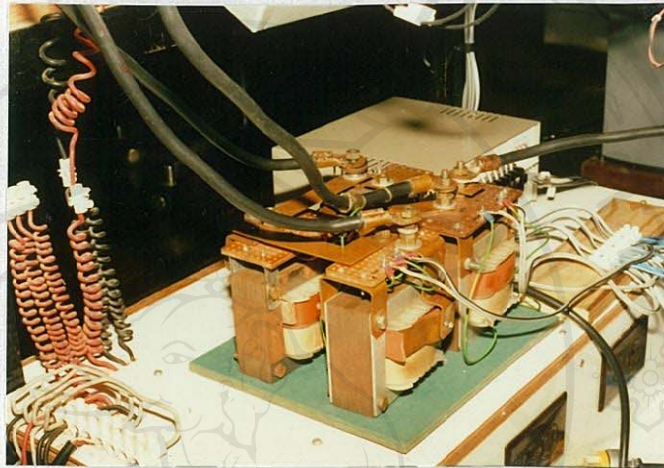


รูปที่ ๔.๕ (ก) รูปแสดงตำแหน่งจุดระเหยทั้ง 3 จุดบนฐานรอง



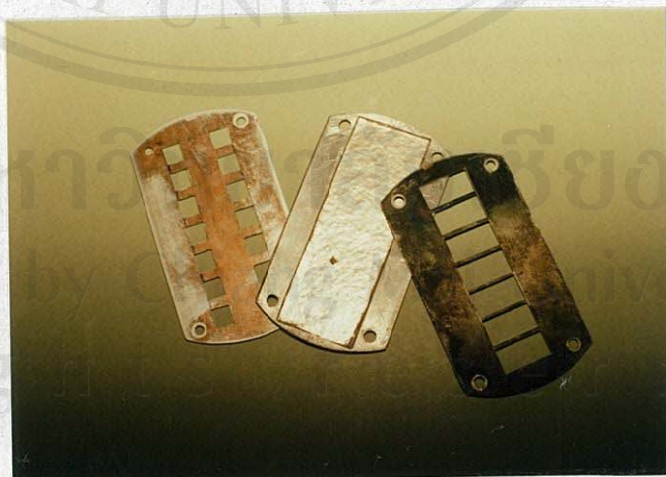
รูปที่ ๔.๕ (ข) รูปแสดงระบบควบคุมการระเหยสารโดยคอมพิวเตอร์

ผนวก ๒.๖

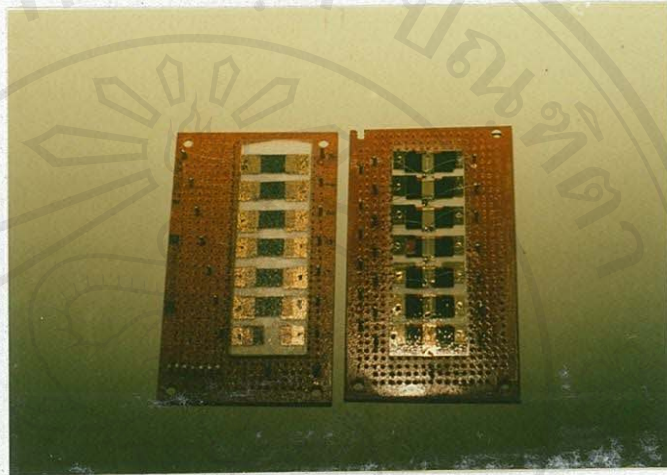


รูปที่ ผ.๒.๖ รูปแสดงหม้อแปลงที่ใช้ระเหยสาร

ผนวก ๒.๗



รูปที่ ผ.๒.๗ รูปแสดงหน้ากากฟิล์ม



รูปที่ ๘.๑.๘ รูปแสดงแผ่นไมล์ที่เตรียมได้และผ่านการทำชิ้นแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นายจิตติ หนูแก้ว

วัน เดือน ปีเกิด 30 มกราคม 2505

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถานศึกษา	ปีการศึกษาที่จบ
ประถมศึกษาปีที่ 7	โรงเรียนบ้านเทพา จ.สงขลา	2518
มัธยมศึกษาปีที่ 3	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ.นครศรีธรรมราช	2521
มัธยมศึกษาปีที่ 5	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จ.นครศรีธรรมราช	2523
การศึกษามัธยมศึกษา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จ.สงขลา	2527

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนเทพา อ.เทพา จ.สงขลา พ.ศ. 2527-2529

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved