เอกสารอ้างอิง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาไทย

ธานินทร์ กาวรศาสนวงศ์ และทินกร ดุ๊ก. การอินเตอร์เฟส IBM PC. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.

บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. คู่มือ/เทียบเบอร์ไอซี TTL. กรุงเทพมหานคร : หจก. เอช-เอน การพิมพ์, 2531.

ประทีป บัญญัตินพรัตน์. ทฤษฎีและการใช้งานวงจรดิจิตอล กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2532.

มานัส มงคลสุข พื้นฐานทางฟิสิกส์ของ CT และ MRI. กรุงเทพมหานคร ; สำนักพิมพ์ไพศาลศิลป์การพิมพ์, 2532.

อาจหาญ สัตยารักษ์. เทคนิคการเขียนกราฟิคบนเทอร์โบเบสิก. กรุงเทพมหานคร : หจก. เอช-เอน การพิมพ์, 2532.

ภาษาอังกฤษ

JAMES A. SORENSON, MICHAEL E. PHELPS. PHYSICES IN NUCLEAR MEDICINE-U.S.A. GRUNE & STRATLON, INC. 1987.

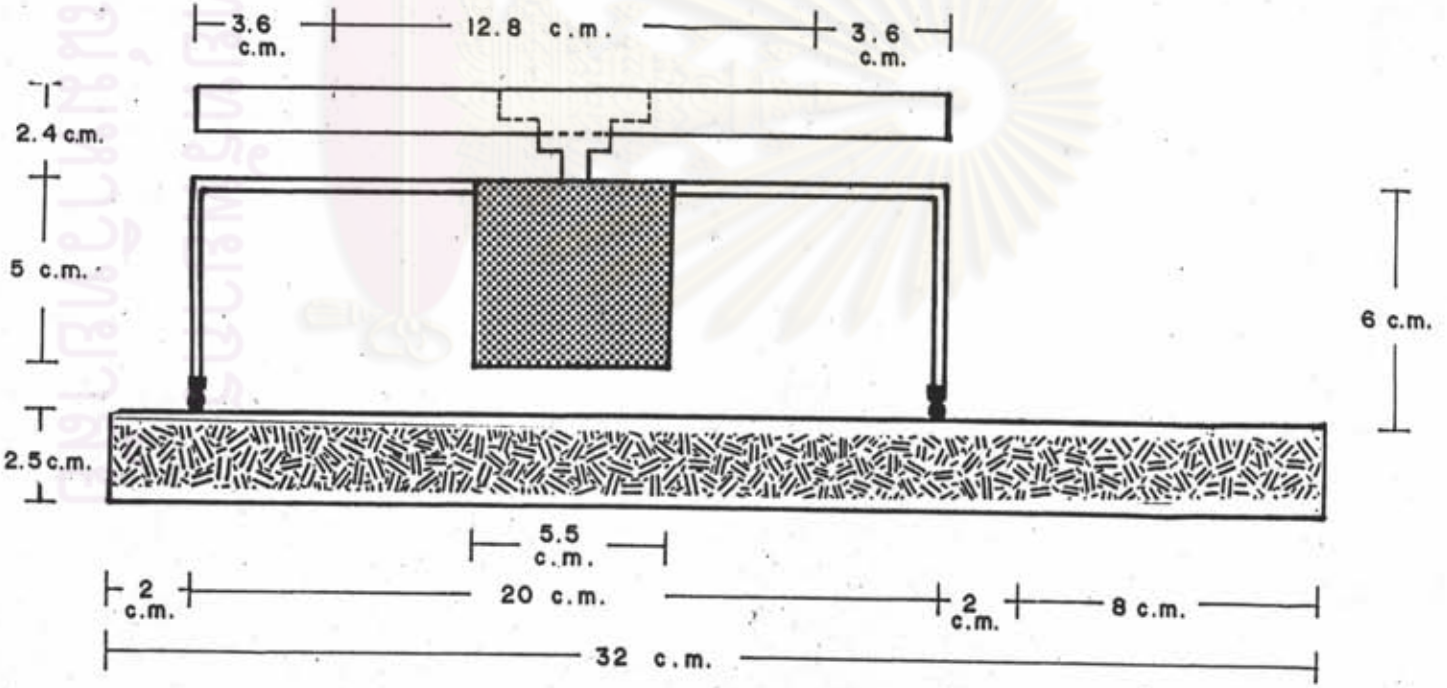
P. ARORA AND P. MUNSHI, R.K.S. RATHORE "HIGHER ORDER TOMOGRAPHIC FILTERS FOR NONDESTRUCTIVE TESTING PURPOSES". NUCLEAR TECHNOLOGY VOL. 83 (NOV. 1988) PP. 228-230.

TOSHIBA "WHOLE BODY CT SCANNER TCT - 600 HQ"

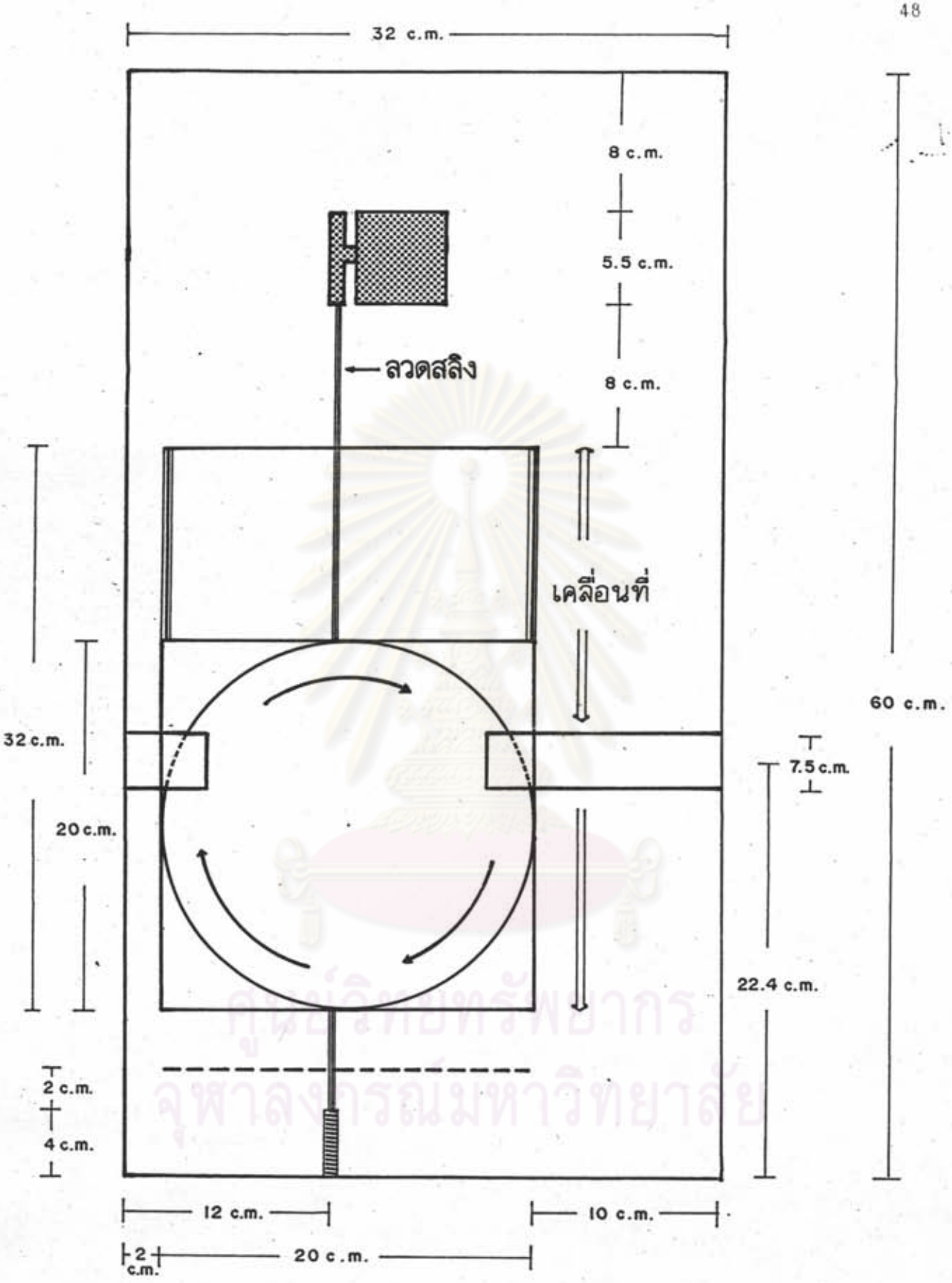
ภาคผนวก ก

แบบโครงสร้างของระบบขับเคลื่อนชิ้นงาน เพื่อเก็บข้อมูลสร้างภาพตัดขวาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ก.1 รูปด้านข้างของระบบขับเคลื่อนชิ้นงาน



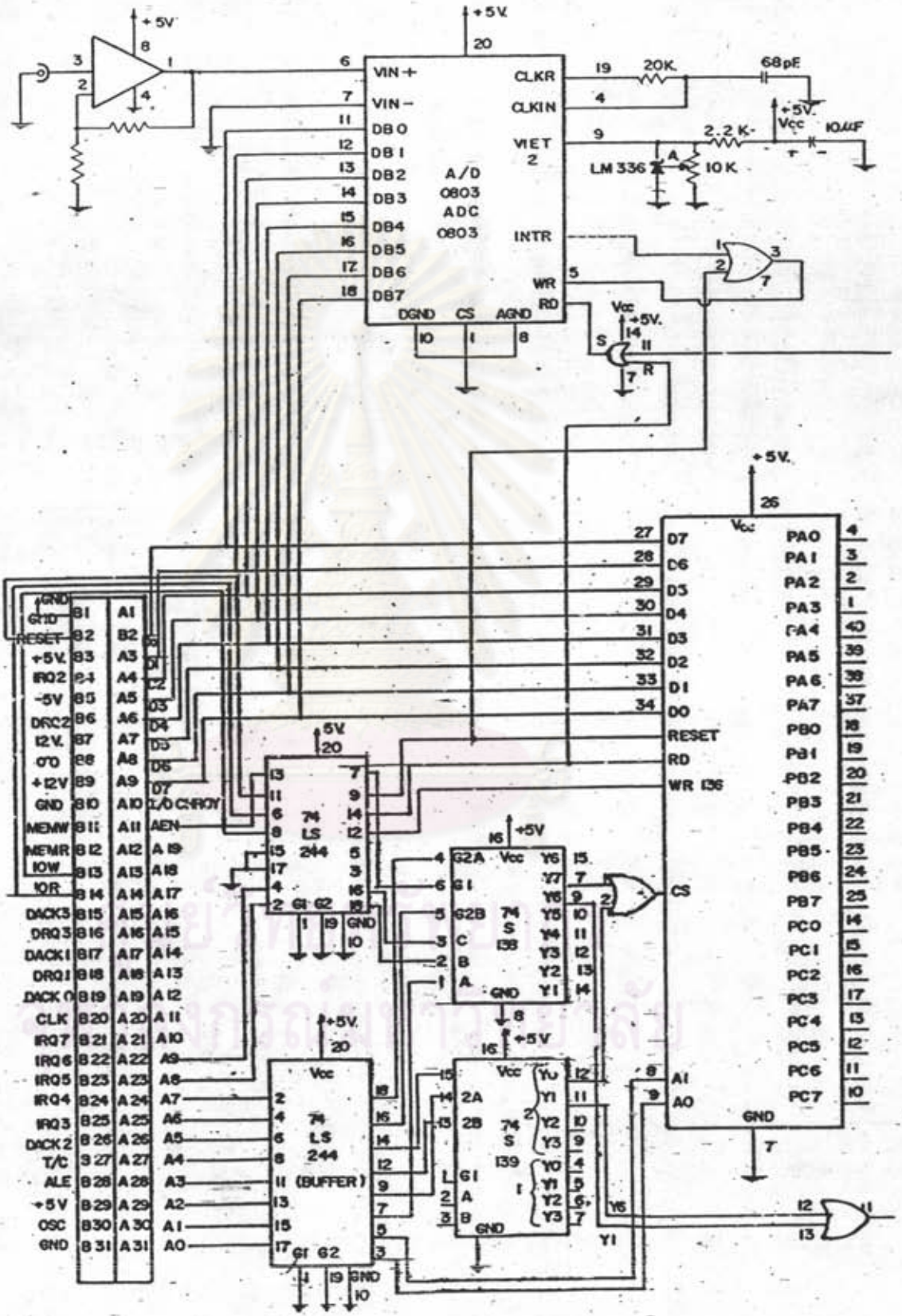
รูป ก.2 รูปมุมบนของระบบขับเคลื่อนชิ้นงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

วงจรเชื่อมโยงสัญญาณกับไมโครคอมพิวเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


+5V
VIN+
VIN-
DB0
DB1
DB2
DB3
DB4
DB5
DB6
DB7
A/D
0803
ADC
0803
CLKR
CLKIN
VIET
INTR
WR
RD
DGND
CS
AGND
20K.
68pF
2.2K.
10K
LM 336
10μF
Vcc
74
LS
244
(BUFFER)
74
S
138
74
S
139
PA0
PA1
PA2
PA3
PA4
PA5
PA6
PA7
PB0
PB1
PB2
PB3
PB4
PB5
PB6
PB7
PC0
PC1
PC2
PC3
PC4
PC5
PC6
PC7
RESET
RD
WR 136
CS
A1
A0
GND
IRQ2
IRQ3
IRQ4
IRQ5
IRQ6
IRQ7
DRQ1
DRQ2
DRQ3
DACK1
DACK2
DACK3
CLK
ALE
OSC
MEMW
MEMR
IOW
IOR
AEN
T/C
-5V
12V.
-12V

ภาคผนวก ค.

การสร้างภาพแบบ Analytic Reconstruction

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างภาพแบบ Analytic Reconstruction

จากสมการ $P(r,\phi) = -\ln(I/I_o) = \int u(x,y)\, ds$ (1)

เพื่อหาค่า U (x,y) หรือสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีของชิ้นงาน

การคำนวณหาค่า u(x,y) จะทำภายใต้สมมุติฐานที่ว่า

ภาพที่ถูกสร้างขึ้นควรประกอบด้วยเซลเล็ก ๆ ที่ขนาดกว้างและยาวเท่ากับ W ซึ่ง

$W = 1/2\, k_m$ (2)

k_m = ความถี่สูงสุดที่ภาพจะแสดงให้เห็นได้

ทำการแปลงฟูเรียร์ (Fourier transform) สมการที่ (1) จะได้

$u(x,y) = \int \int F(k_x,k_y) \exp(2\pi i(k_x x + k_y y)\, dk_x\, dk_y$ (3)

โดยที่

$F(k_x,k_y) = \int p(r,\phi) \exp(-2\pi i k r)\, dr$ (4)

เมื่อ k คือความถี่

โดยที่ $k^2 = k^2_x + k^2_y$ (5)

$\tan\phi = k_y/k_x$ (6)

สมการ (3),(4) เขียนให้อยู่ในรูป Polar coordinate ได้ดังนี้

$$u(x,y) = \int_0^{\pi} \int F(k_x,k_y) \exp[2\pi i k (x\cos\phi + y\sin\phi)] /k/dk d\phi \quad (7)$$

$p^*(r,\phi) = \int F(k_x,k_y) \exp(2\pi i k r)/k/dk$ (8)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากสมการที่ (8) ถ้าใช้ทฤษฎี convolution theorem สำหรับ Fourier transform

$$P^{*}(r,\phi) = \int F(k_x,k_y)\exp(2\pi ikr)/k/dk \qquad (9)$$

$$P^{*}(r,\phi) = \int F(k_x,k_y)\exp(2\pi ikr)/k/dk \quad \int /k/\exp(2\pi ikr)\,dk$$

$$P^{*}(r,\phi) = \int F(k_x,k_y)\exp(2\pi ikr)\exp(-2\pi ikr)dk$$

$$\int /k/\exp(2\pi ikr)dk$$

$$P^{*}(r,\phi) = p(r,\phi).\ \int /k/\exp(2\pi ikr)dk \qquad (10)$$

เทอม $\int /k/\exp(2\pi ikr)$ ถ้า intigrate ถึงเทอมอนันต์ ค่าที่ได้จะ divergence แต่สามารถคิดว่า /k/ สามารถแทนด้วยค่า /k/ k_m ค่า /k/ = 0 เมื่อ /k/ k_m

$$\int /k/\exp(2\pi ikr)dk = \int_{-km}^{km} /k/\exp(2\pi ikr)dk \qquad (11)$$

สมการ (10) จะหาได้เท่ากับ

$$p^{*}(r,\phi) = k_m p(r,\phi) - \int_{-r}^{r} p(r,\phi)\sin^2 \pi k_m (r-r)\,dr \qquad (12)$$

จากสมการ (7) สามารถหาค่าได้จากสมการ

$$u(x,y) = \int_0^{\pi} p^{*}(r,\phi)d\phi \qquad (13)$$

จากสมการที่ (13) เมื่อนำค่า u(x,y) ไปสร้างภาพจะได้ภาพที่ดีขึ้นซึ่งเราเรียกว่าสร้างภาพ convolution filter back projection

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

โปรแกรมเก็บข้อมูล โปรแกรมประมวลผล โปรแกรมสร้างภาพด้วยวิธี Back projection

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมเก็บข้อมูล

```
1 dim i% (100),129)
10 cls : clear
15 rem program ic 8255
20 out 799,144
25 rem preset two steeping motor
30 out 797,195
40 out 798,3:delay 0.05:out 798,0
50 delay .05
60 i0%=inp(795)
70 ? "i0%="i0%
80 delay .05
90 k=0
130 for j=1 to 129
140 out 797 ,2:out 798,2:delay  .05:out 798, 0
160 out 797 ,2:out 798,2:delay  .05:out 798, 0
200 i%(k,j)=inp(795)
201 zetra=k* .03142
202 r=65-j
210 print "i%( ;k;", ;j;",i%(k,j)
220 next j
225 k=k+1:if k>100 goto 450
250 out 797 ,64:out 798 ,1:delay  .01:out 798, 0
280 for j=129 to 1 step=1
290 out 797, 1:out 798,2:delay  .05:out 798, 0
```

โปรแกรมเก็บข้อมูล

```
1 dim i% (100),129)
10 cls : clear
15 rem program ic 8255
20 out 799,144
25 rem preset two steeping motor
30 out 797,195
40 out 798,3:delay 0.05:out 798,0
50 delay .05
60 i0%=inp(795)
70 ? "i0%="i0%
80 delay .05
90 k=0
130 for j=1 to 129
140 out 797 ,2:out 798,2:delay  .05:out 798, 0
160 out 797 ,2:out 798,2:delay  .05:out 798, 0
200 i%(k,j)=inp(795)
201 zetra=k* .03142
202 r=65-j
210 print "i%( ;k;", ;j;",i%(k,j)
220 next j
225 k=k+1:if k>100 goto 450
250 out 797 ,64:out 798 ,1:delay  .01:out 798, 0
280 for j=129 to 1 step=1
290 out 797, 1:out 798,2:delay  .05:out 798, 0
```

```
310 out 797, 1:out 798,2:delay  .05:out 798, 0
350 i%(k,j)=inp(795)
351 zetra=k* .03142
352 r=65-j
355 print "i%(";k;, ";j;")=",i%(k,j)
360 next j
390 out 7979,64:out 798,1:delay  .05:out 798, 0
400 out 797,0:out 798,1:delay .05:out 798, 0
446 k=k+1 :if k>100 goto 450
447 goto 130
450 out 799, 0
455 write # 1,i0%
460 for k=0 to 100 step 1
470 for j=0 to 129 step 1
491 write #1, i%(k,j)
500 next j
510 next k
520 close #1
530 end
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมประมวลผลด้วยวิธี back projection

```
590 dim i%(100,129),p(126,126),p1(100,129)
599 open "a:u.dat" for input as#1
600 input#1, i0%
601 for  k=0  to 100  step 1
602 for  j=0  to 129  step 1
604 input#1 ,i%(k,j)
605 next j
606 next k
607 close #1
608 cls
609 for m=1  to 126  step 1
610 for n=1  to 126  step 1
611 x=65-m
612 y=65-n
613 p(m,n)=0
614 next n
615 next m
625 print"i0%=" ;i0%
630 for k=0  to 100
631 for j=1  to 129
632 p1(k,j)=i%(k,j)/io%
633 next  j
634 next  k
635 for k=0 to 100 step 5
636 ? k
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
637 if k=25 or 75 then j=65  :goto 640
639 goto 658
640 for m=1 to 129:n=130-m
641 p(m,n)=p(m,n)+pl(k,j)
642 next m:goto 1009
658 zetra=k*0. 03142
659 for j=1  to 129
660 z=65-j
676 for m=1 to 126
677 if k=0 or k=100 goto 680
678 goto 691
680 x=65-m:a=cint(x*cos(zetra)
685 for n=1 to 126
686 y=65-n:b=cint(y*sin(zetra)
687 if z=a+b then p(m,n)+pl(k,j) :goto 689
688 goto 690
689 ?"p(;m;", ";n;")="p(m,n)
690 nxt n:goto 1007
691 x=65-m:a=x*cos(zetra)
693 y=cint((*z-a)/sin(zetra)) :b=cint(y*sin(zetra)):m=65-y
694 if z=cint(a)+b then p(m,n)=p(m,n)+pl(k,j):goto 1006
1005 goto 1007
1006 ?"p(;m;",";n;")="p(m,n)
1007 next m
1008 next j
1009 mext k
1010 open"b:b.dat" for output as#2
```

```
1100 for m=1 to 126
1200 for n=1 to 126
1300 write#2,p(m,n)
1400 next n
1500 mext m
1600 close #2
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมสร้างภาพด้วยวิธี Back projection

```
715 dim p(126,126)
716 open"b:v.dat" for input as#2
717 for o=1 to 126
718 for p=1 to 126
719 input#2,(o,p)
720 next p
721 next o
722 close #2
723 cls
724 for p=1 to 126
725 for p=1 to 126
726 PRINT 'P9';o;", ";p;")=";p(o,p)
727 next p
728 next o
729 MAX=p(1,1)
730 MIN=p(1,2)
740 FOR m=1 TO 126    step 1
750 for n=1 to 126    step 1
760 IF p(m,n) > MAX GOTO 780
770 IF p(m,n) <MIN  GOTO 790
780 MAX=p(m,n)
785 GOTO 800
790 MIN=p(m,n)
800 NEXT n
810 next m
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
820 MI=(MAX-MIN0/16
840 Q1=MIN+MI
850 Q2=Q1+MI
860 Q3=Q2+MI
870 Q4=Q3+MI
880 Q5=Q4+MI
890 Q6=Q5+MI
900 Q7=Q6+MI
910 Q8=Q7+MI
920 Q9=Q8+MI
930 Q10=Q9+MI
940 Q11=Q10+MI
950 Q12=Q11+MI
960 Q13=Q12+MI
970 Q14=Q13+MI
980 Q14=Q14+MI
981 screen 9:cls
982 window screen(220,90)-(420,250)
983 ?"a=" :input a:?"b=" :input b:? "c=" :input c:?"d=" :input d
984 ?"f=" :input a:?"g=" :input g:? "h=" :input h:?"i=" :input i
985 ?"k=" :input k:?"l=" :input l:? "m=" :input m:?"n=" :input n
986 ?"p=":input p
1000  FOR m=1 TO 126 step 1
10001 for n=1 to 126 step 1
1010  x=65=m
1020  y=65-n
1420 IF p(m,n)=MIN  THEN GOTO 1560
```

```
1430 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q1  GOTO   1570
1435 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q2  GOTO   1580
1440 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q3  GOTO   1590
1450 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q4  GOTO   1600
1460 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q5  GOTO   1610
1470 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q6  GOTO   1620
1480 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q7   GOTO   1630
1490 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q8   GOTO   1640
1500 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q9   GOTO   1650
1510 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q10  GOTO   1660
1520 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q11  GOTO   1670
1530 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q12  GOTO   1680
1540 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q13  GOTO   1690
1550 IF p(m,n)=MIN  AND p(m,n)<=Q14  GOTO   1700
1555 GOTO 1880
1560 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),a,bf
1565 GOTO 1880
1570 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),b,bf
1575 GOTO 1880
1580 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),c,bf
1585 GOTO 1880
1590 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),d,bf
1595 GOTO 1880
1600 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),e,bf
1605 GOTO 1880
1610 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),f,bf
1615 GOTO 1880
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
1620 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),g,bf
1625 GOTO 1880
1630 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),h,bf
1635 GOTO 1880
1640 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),i,bf
1645 GOTO 1880
1650 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),j,bf
1655 GOTO 1880
1660 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),k,bf
1665 GOTO 1880
1670 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),l,bf
1675 GOTO 1880
1680 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),m,bf
1685 GOTO 1880
1690 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),n,bf
1695 GOTO 1880
1700 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),o,bf
1705 GOTO 1880
1860 line (x+318,174-y)-(x+320,175-y),p,bf
1870 GOTO 1880
1880 NEXT n
1890 next m
1900 end
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

รายละเอียดของต้นกำเนิดรังสีที่ใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Caesium-137

Gamma sources

Sources contain the radionuclide as a pellet of caesium ceramic.

Encapsulation is in welded stainless steel. Sources up to 300mCi, 11·1GBq are supplied with single or double encapsulation. Higher activity sources are double encapsulated.

Nominal equivalent activity*	Nominal air kerma rate at 1 metre	Single encapsulation Code	Double encapsulation Code
mCi	μGy/hr	(X.7)	(X.8)
1	2·88	CDC.701	CDC.801
3	8·64	CDC.703	CDC.803
5	14·4	CDC.704	CDC.804
10	28·8	CDC.705	CDC.805
20	57·6	CDC.706	CDC.806
30	86·4	CDC.707	CDC.807
50	144	CDC.708	CDC.808
100	288	CDC.709	CDC.809
200	576	CDC.710	CDC.810
300	864	CDC.711	CDC.811

*Tolerance −0, +25%
for definition of equivalent activity, see page 55

Availability: within 4 weeks

Recommended working life: 15 years

Nominal equivalent activity*	Nominal air kerma rate at 1 metre	Double encapsulation Code
mCi	mGy/hr	(X.9)
500	1·44	CDC.90
1000	2·88	CDC.91
2000	5·76	CDC.92
3000	8·64	CDC.93

*Tolerance −0, +25%
for definition of equivalent activity, see page 55

Availability: within 4 weeks

Recommended working life: 15 years

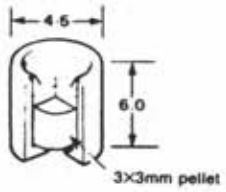
Quality Control

Wipe test A
Bubble test D
Immersion test M

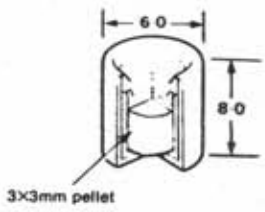
Calibrated sources

Caesium-137 sources, 3mCi–3Ci, 0·11GBq–111GBq, can be supplied calibrated with measured radiation output code H50. Calibration accuracy: ±5% overall uncertainty. Further details on request.

X.7



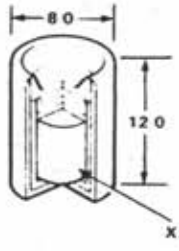
X.8



Safety performance testing

Capsule	ISO classification	IAEA special form
X7	C66544	GB/23/S
X8	C64544	GB/24/S

X.9



Safety performance testing

ISO classification	IAEA special form
C65545	GB/25/S

Specifications:
Only typical sources are listed.
Enquiries invited for sources to other specifications.

Recommended working life, see page 60

Quality control:
Leakage and Contamination tests, see page 54
A Test Report is supplied with each source or batch of sources.

Safety performance testing, see page 59

Dimensions in mm

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายประวิทย์ เรืองไรรัตนโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2503 ที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2526 จากนั้นเข้ารับการศึกษาต่อ ที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2530 ปัจจุบันรับราชการที่สถาบันโรคผิวหนัง กรมการแพทย์ ในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย