



ภาคผนวก ก.

ข้อมูลการทดสอบ

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดสอบ

ตารางที่ ก.1.1 การทดสอบครั้งที่ 1

อัตราการไหลของน้ำ 7 lpm

$m_r = 0.011$ kg/s

$M = 107$ kg

Time (min)	Compressor				Condenser		Evaporator		Water			Air	
	$T_{cp,i}$ (°C)	$T_{cp,o}$ (°C)	$P_{cp,i}$ (MPa)	$P_{cp,o}$ (MPa)	$T_{cd,i}$ (°C)	$T_{cd,o}$ (°C)	$T_{ev,i}$ (°C)	$T_{ev,o}$ (°C)	$T_{w,i}$ (°C)	$T_{w,o}$ (°C)	T_s (°C)	$T_{a,i}$ (°C)	$T_{a,o}$ (°C)
0	30.1	97.0	0.184	1.411	73.5	27.6	-12.2	23.9	26.8	30.3	27.8	25.4	24.0
3	29.9	99.2	0.184	1.445	74.8	28.9	-12.2	24.0	26.9	30.6	29.0	26.0	24.5
6	29.9	100.3	0.184	1.445	74.7	30.0	-12.2	23.9	27.3	31.0	30.5	26.1	24.9
9	29.8	101.1	0.191	1.480	74.6	31.2	-11.2	24.7	27.7	31.7	31.6	26.1	25.2
12	30.3	102.1	0.198	1.507	76.5	32.3	-10.3	25.2	28.3	32.3	32.7	27.0	25.9
15	30.5	103.0	0.198	1.535	77.4	33.5	-10.3	25.1	29.0	33.2	33.7	26.7	25.7
18	30.7	103.7	0.205	1.549	77.0	34.5	-9.5	25.2	29.7	34.1	34.9	26.9	25.9
21	30.4	104.1	0.205	1.583	77.4	35.6	-9.5	25.0	30.5	35.0	35.8	27.0	25.9
24	30.3	104.3	0.205	1.618	76.7	36.6	-9.5	25.6	31.1	35.8	36.6	27.5	26.2
27	30.5	104.7	0.212	1.652	77.8	37.4	-8.7	25.5	31.6	36.4	37.5	27.1	25.8
30	30.2	105.0	0.219	1.687	78.4	38.3	-7.8	25.0	32.0	37.1	38.2	26.9	25.4
33	29.7	105.1	0.225	1.721	78.0	39.1	-7.0	24.8	32.7	37.9	39.1	27.4	25.8
36	30.0	105.5	0.225	1.749	78.1	40.2	-7.0	25.0	33.8	38.9	40.0	26.5	25.6
39	29.8	106.0	0.232	1.783	78.4	41.3	-6.2	24.8	34.2	39.7	41.1	26.8	25.5
42	29.9	106.5	0.239	1.818	78.2	42.4	-5.5	25.1	35.0	40.6	42.1	27.1	25.3
45	29.9	107.0	0.246	1.852	78.4	43.5	-4.7	25.1	35.7	41.4	43.2	27.5	25.8
48	29.8	107.2	0.246	1.887	78.6	44.4	-4.7	25.7	36.6	42.3	44.0	27.7	25.9
51	30.3	108.1	0.253	1.921	78.8	45.6	-4.0	25.4	37.8	43.6	45.2	27.4	25.8

ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดสอบ

ตารางที่ ก.1.2 การทดสอบครั้งที่ 2

อัตราการไหลของน้ำ 9 lpm

$m_r = 0.011$ kg/s

$M = 107$ kg

Time (min)	Compressor				Condenser		Evaporator		Water			Air	
	$T_{cp,i}$ (°C)	$T_{cp,o}$ (°C)	$P_{cp,i}$ (MPa)	$P_{cp,o}$ (MPa)	$T_{cd,i}$ (°C)	$T_{cd,o}$ (°C)	$T_{ev,i}$ (°C)	$T_{ev,o}$ (°C)	$T_{w,i}$ (°C)	$T_{w,o}$ (°C)	T_s (°C)	$T_{a,i}$ (°C)	$T_{a,o}$ (°C)
0	26.0	81.7	0.191	1.521	59.7	31.2	-11.3	25.1	30.5	31.2	30.8	27.7	25.2
3	30.4	92.8	0.191	1.501	68.7	32.9	-11.3	26.8	31.4	33.2	32.7	28.8	27.2
6	32.3	98.4	0.191	1.514	72.1	34.2	-11.3	27.4	32.0	34.5	34.0	29.3	27.6
9	32.9	101.6	0.198	1.535	76.3	35.4	-10.4	28.1	32.8	35.6	35.2	30.4	28.6
12	33.5	103.8	0.198	1.563	76.6	36.4	-10.4	28.1	33.7	36.7	36.3	30.3	28.4
15	33.4	105.1	0.205	1.597	76.6	37.5	-9.5	28.1	34.5	37.7	37.4	30.4	28.8
18	33.5	106.2	0.205	1.625	78.4	38.6	-9.5	28.6	35.7	38.7	38.4	30.5	29.0
21	33.6	107.1	0.212	1.659	79.9	39.6	-8.7	28.4	36.7	39.7	39.6	31.0	29.1
24	33.5	107.6	0.219	1.680	79.8	40.7	-7.8	28.6	37.5	40.6	40.5	31.2	29.2
27	33.5	108.2	0.225	1.714	79.3	41.5	-7.0	28.7	38.3	41.4	41.4	31.3	29.4
30	33.4	108.7	0.232	1.756	80.5	42.6	-6.2	28.3	39.2	42.4	42.4	30.9	29.1
33	33.7	109.3	0.239	1.790	80.2	43.7	-5.5	29.1	40.3	43.5	43.5	31.7	29.5
36	34.1	110.1	0.246	1.818	81.0	44.8	-4.7	29.5	41.5	44.7	44.7	31.2	29.3
39	33.8	110.6	0.246	1.859	81.4	46.1	-4.7	29.2	42.2	45.6	45.9	31.4	29.5
42	33.9	111.3	0.253	1.893	84.2	47.2	-4.0	29.4	43.2	46.8	47.0	31.7	29.9



ภาคผนวก ข.

โปรแกรมการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

```

program simulation;
uses wincrt;
var
i,a,b,c : integer;
mr,mw,M_w,Ta,Tw_i,Time,cop,k,           {Input parameters }
Pcp_ratio,Cpr,Pcp_i,Tcp_i,D,Pcp_o,Tcp_o,n,hcp_o,hcp_i,w,   {Compressor model}
Tsat2,Tsat1,Ts1,Ts2,hi1_h,hi1_l,hi2_h,hi2_l,
Tcd_i,                                   {Heat Loss model}
Tsat3,Cpw,Tcd_o,hcd_o,hi3_h,Ts3,hi4_h,Qcd,Tw_o,           {Comdensor model}
UAcd,Tlmtd,T1,T2_n,T2,x,
Pex_i,Pex_o,Tex_o,                               {expansion valve model}
Tsat5,ma,Cpa,Tev_o,hi5_l,Ts5,hi6_l,hev_i,Qev,Ta_i,        {evaporator model}
Ta_o,UAev,Tev_i,Tlmtd2,T3,T4,T4_n,
Ts,hw_t,hw_i,hw_o,hw_tt,cop_h:real;               { Storage tank model }
    function power(x,b:real):real;
begin
    power := exp(b*ln(x));
end;
begin
writeln('Please enter Input parameters');
writeln('Mass flow rate of circulating water(kg/s)');readln(mw);
writeln('Ambient air temperature==> Tair(K)');readln(Ta);
writeln('Initial temperature of water in storage tank==> Tw,i(K)');readln(Tw_i);

for c:= 1 to 60 do
begin
                                {constant value}

mr := 0.0105254;
ma := 1.2112418;
M_w := 107;

```

Cpw := 4170;

Cpa := 1000;

Cpr := 1625.995;

D := 1;

Time := 60;

{Assume value}

Tcp_i := 300;

Tcd_o := 300;

Tev_O := 300;

{First step calculation}

Pcp_ratio := -0.0221*Tw_i+14.492;

{Compressor model}

for b:= 1 to 10 do

begin

k := 0.0004*c + 1.1066 ;

n := (k-1)/k;

Tcp_o := Tcp_i/power((1/Pcp_ratio),n);

Pcp_o := 224945*(mr*sqrt(Cpr*Tcp_o))/(Pcp_ratio-6.5801);

Pcp_i := Pcp_o/Pcp_ratio;

Tsat2 := (-2200.9809/(LN(Pcp_o)-21.51297))-246.61;

Tsat1 := (-2200.9809/(LN(Pcp_i)-21.51297))-246.61;

Ts2 := Tcp_o-Tsat2-273.15;

Ts1 := Tcp_i-Tsat1-273.15;

hi1_h := 249445+(606.163*Tsat2)-(1.05644*Tsat2*Tsat2)-(0.0182426*power(Tsat2,3));

hi1_l := 249445+(606.163*Tsat1)-(1.05644*Tsat1*Tsat1)-(0.0182426*Tsat1*Tsat1*Tsat1);

hi2_h := hi1_h*(1+(0.00348186*Ts2)+(0.0000016886*power(Ts2,2))+

(0.0000092642*Ts2*Tsat2)-(0.00000007698*power(Ts2,2)*Tsat2)+

(0.0000001707*Ts2*power(Tsat2,2))-(0.00000001213*power(Ts2,2)*power(Tsat2,2)));

```

hi2_l := hi1_l*(1+(0.00348186*Ts1)+(0.0000016886*power(Ts1,2))+
(0.0000092642*Ts1*Tsat1)-(0.00000007698*power(Ts1,2)*Tsat1)+
(0.0000001707*Ts1*Tsat1*Tsat1)-(0.00000001213*power(Ts1,2)*Tsat1*Tsat1));
w := mr*(hi2_h-hi2_l);

{Heat Loss model}

Tcd_i := (mr*Cpr*Tcp_o-2.25065*Tcp_o+4.5013*Ta-191.12)/(2.25065+mr*Cpr);

{Condensor model}

for i:= 1 to 10 do
begin
Tcd_o := Tcd_o-273.15 ;
hcd_o := 50952+(1335.29*Tcd_o)+(1.7065*Tcd_o*Tcd_o)+(0.0076741*Tcd_o*Tcd_o*Tcd_o) ;
Tsat3 := Tsat2;
hi3_h := 249455+(606.163*Tsat3)-(1.05644*Tsat3*Tsat3)-(0.0182426*Tsat3*Tsat3*Tsat3) ;
Ts3 := Tcd_i-Tsat3-273.15;
hi4_h := hi3_h*(1+(0.00348186*Ts3)+(0.0000016886*power(Ts3,2))+
(0.0000092642*Ts3*Tsat3)-(0.00000007698*power(Ts3,2)*Tsat3)+
(0.0000001707*Ts3*power(Tsat3,2))-(0.00000001213*power(Ts3,2)*power(Tsat3,2)));
Qcd := mr*(hi4_h-hcd_o);
writeln('Qcd = ',Qcd:1:3,' w ');
Tw_o := (Qcd/(mw*Cpw))+Tw_i;
UAcd := -2.4033*(mw*Cpw*(Tw_o-Tw_i)/(Tcd_i-Tw_i) + 254.33;
Tlmtd := Qcd/UAcd;
T1 := Tcd_i-Tw_o;
T2 := 3;
for a:= 1 to 10 do
begin
T2_n := T1/(exp((T1-T2)/Tlmtd));
T2 := T2_n;
end;
Tcd_o := T2+Tw_i;

```

```

writeln;
end;

{expansion valve model}

For a := 1 to 10 do
begin
Pex_i := Pcp_o;
Pex_o := Pex_i/Pcp_ratio;
Tex_o := (-2200.9809/(ln(Pex_o)-21.51297))-246.61;

{evaporator model}

Tev_i := Tex_o+273.15;
Ta_i := Ta;
Ts5 := Tsat1;
hi5_1 := 249455+(606.163*Ts5)-(1.05644*Ts5*Ts5)-(0.0182426*Ts5*Ts5*Ts5);
Ts5 := Tev_o-Tsat5-273.15;
hi6_1 := hi5_1*(1+(0.00348186*Ts5)+(0.0000016886*power(Ts5,2))+
(0.0000092642*Ts5*Ts5)-(0.00000007698*power(Ts5,2)*Ts5)+
(0.0000001707*Ts5*Ts5*Ts5)-(0.000000001213*power(Ts5,2)*Ts5*Ts5));
hev_i := hcd_o;
Qev := mr*(hi6_1-hev_i);
writeln('Qev = ',Qev:1:3,' w ');
writeln('Wcomp = ',w:1:3);
Ta_o := Ta_i-(Qev/(ma*Cpa));
UAev := (2.016*ma*Cpa*(Ta_i-Ta_o)/(Ta_i-Tev_i))+56.259;
Tlmt2 := Qev/UAev;
T3 := Ta_o-Tev_i;
T4 := 2;
for i := 1 to 10 do
begin
T4_n := T3/(exp((T3-T4)/Tlmt2));
T4 := T4_n;

```



```

end;
Tev_o := Ta_i-T4;
writeln;
end;
readln;
Tcp_i := Tev_o;
Tcp_i := ((-19.635*Ta)+(9.8175*Tev_o)+(mr*Cpr*Tev_o)+77.767)/((mr*Cpr)-9.8175);
end;

                                {Storage tank model}

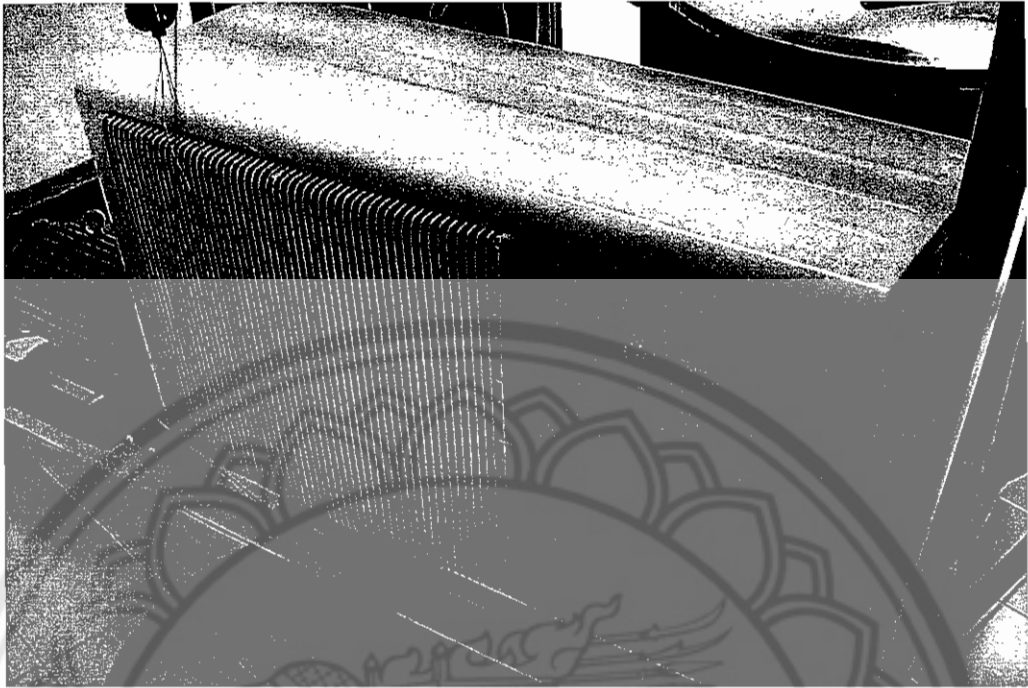
Ts := Tw_i;
writeln('Ts = ',Ts:1:3,' K ');
hw_t := (4.1775*Ts) + 0.4605;
hw_i := (4.1775*Tw_i) + 0.4605;
hw_o := (4.1775*Tw_o) + 0.4605;
hw_tt := hw_t + ((mw*Time/M_w)*(hw_o-hw_i));
Ts := (hw_tt-0.4605)/4.1775;
writeln('Ts new = ',Ts:1:3,' K ');
cop := Qev/w;
writeln('cop = ',cop:1:3);
cop_h := Qcd/w;
writeln('cop,h = ',cop_h:1:3);
readln;
Tw_i := Ts;
end;
end.

```



ภาคผนวก ค.
รูปภาพที่สำคัญ

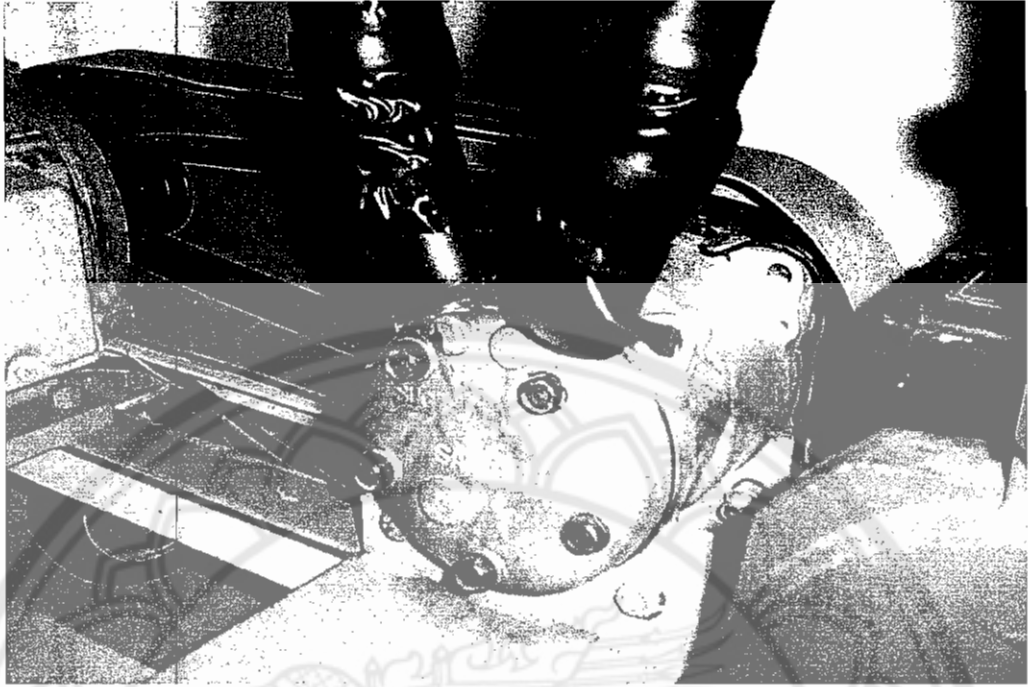
มหาวิทยาลัยพระนคร



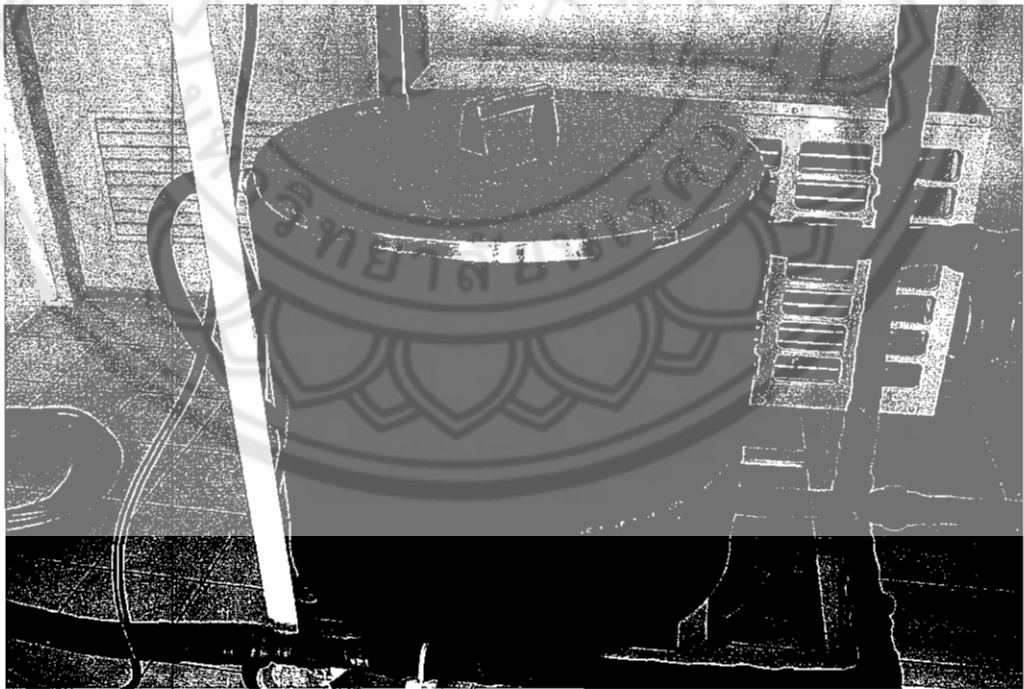
รูปที่ ค.1 อีวาปอเรเตอร์



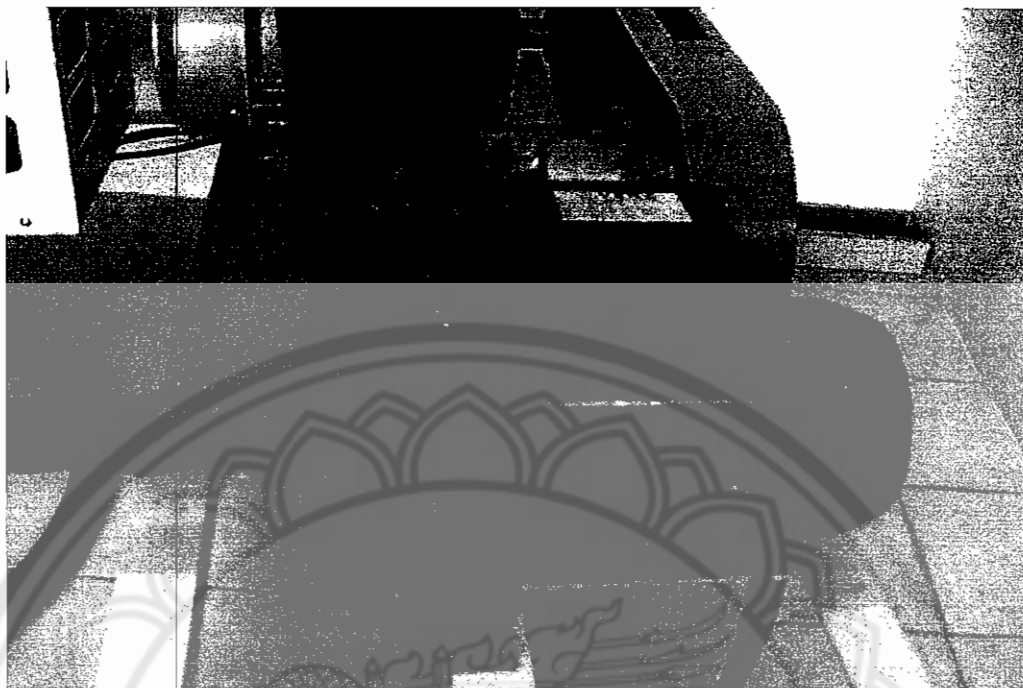
รูปที่ ค.2 คอนเดนเซอร์แบบเพลท



รูปที่ ค.3 คอมเพรสเซอร์แบบ Automobile Compressor



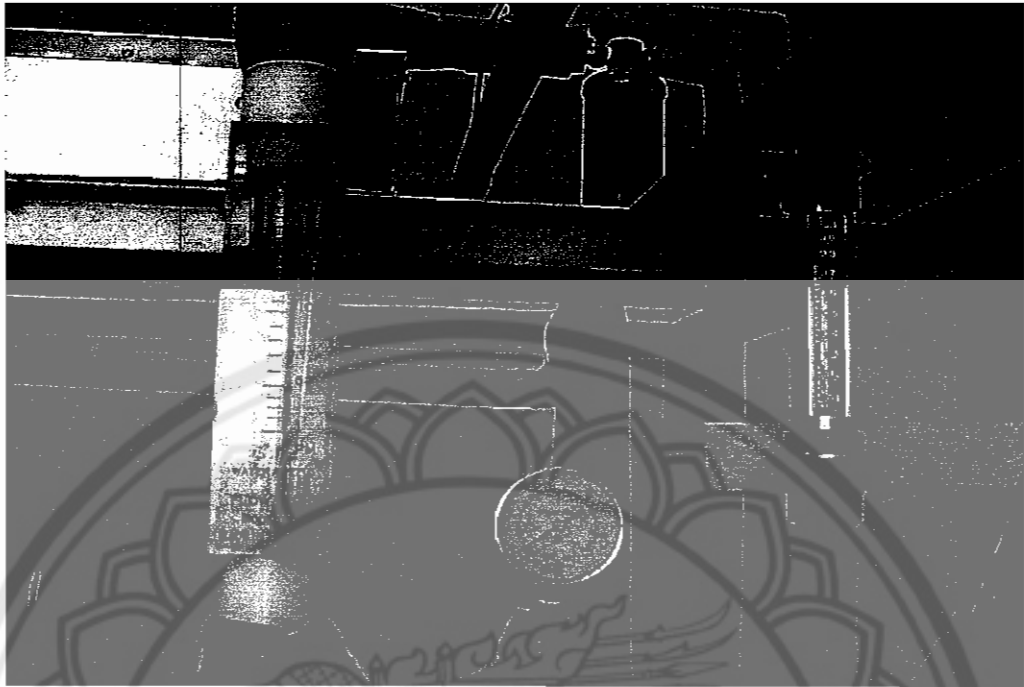
รูปที่ ค.4 ดึงเก็บน้ำ



รูปที่ ค.5 ป้อนน้ำสำหรับหมุนเวียนน้ำในระบบ



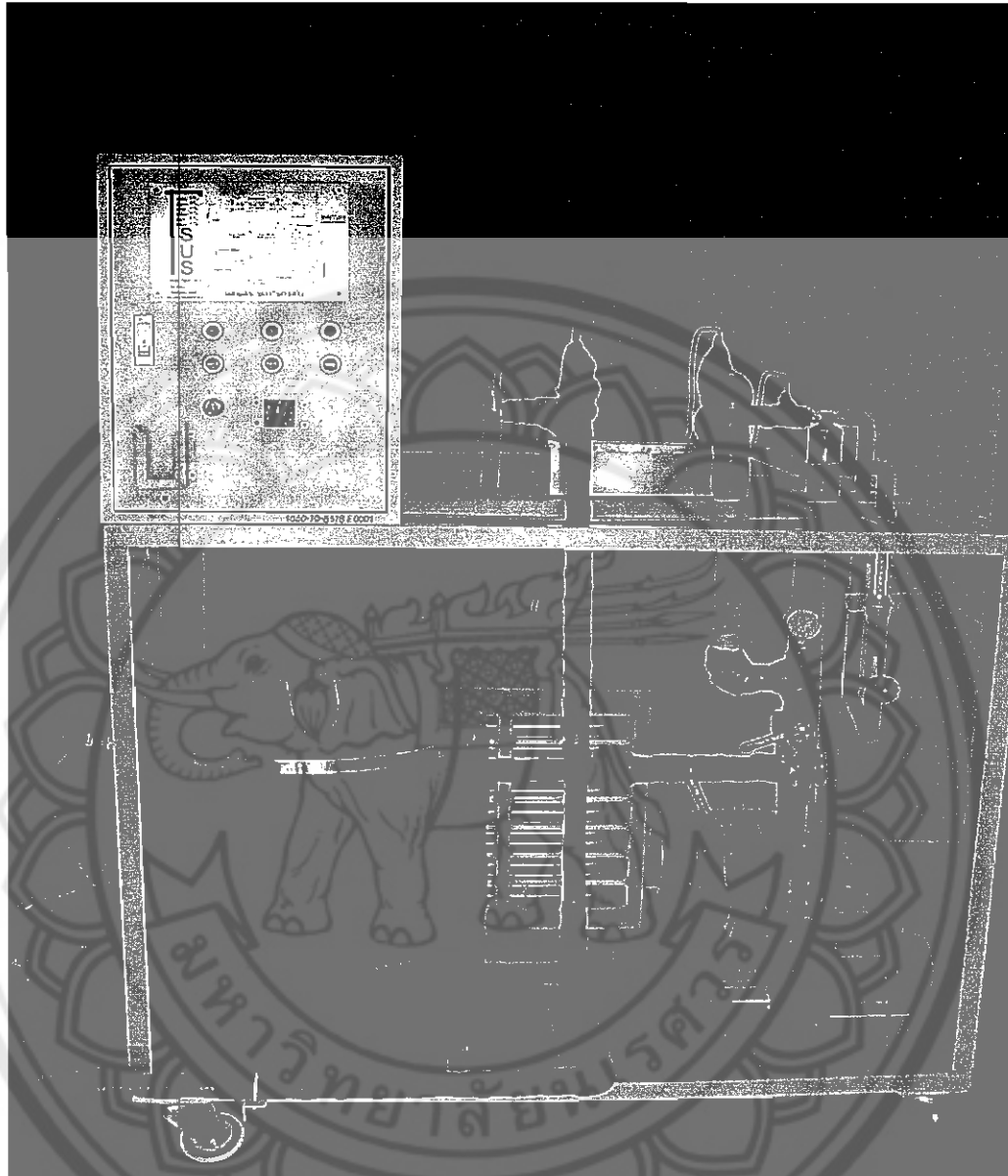
รูปที่ ค.6 Pressure Gage ด้านขาเข้าและขาออกของคอมเพรสเซอร์



รูปที่ ค.7 เครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำ



รูปที่ ค.8 จุดวัดอุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์



รูปที่ ก.9 รูปด้านหน้าอุปกรณ์ในการทดสอบ