

รายการอ้างอิง

- [1] Hagelstein, Peter L. Thermal to electric energy conversion. Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2006.
- [2] Kambe, Mitsuru. A concept of 500 kWe thermoelectric power conversion system to make use of waste heat of PWR power plant. Nuclear power generation technology sector, Nuclear Technology Research Laboratory. Kanazawa University, Kanazawa Japan, 2003.
- [3] Bass, J.C., Elsner, N.B. and Leavitt, F.A. Performance of the 1 kW Thermoelectric Generator for Diesel Engines. Kansas City: Hi-Z Technology Inc, 1992.
- [4] สุวิทย์ ปุณณชัยยะ และคณะ. รายงานฉบับสมบูรณ์ งานศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพทางเทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยความร้อนเหลือทิ้งขนาด 100 วัตต์. ศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ธันวาคม 2549.
- [5] Jensen, K., Messick, D. and Verzosa, J. Thermoelectric Generator. Final Report April 28, 2010.
- [6] Ferrotec. Thermoelectric Technical Reference - Introduction to Thermoelectric Cooling Materials. [online]. Available from: <http://www.ferrotec.com/technology/thermoelectric/thermalRef01/> [2008, March]
- [7] Chuen, C. Radiological Materials in Russia. Senior Research Associate Center for Nonproliferation Studies, July 2004.
- [8] Ferrotec. Thermoelectric Technical Reference — Basic Principles of Thermoelectric Materials. [online]. Available from: <http://www.ferrotec.com/technology/thermoelectric/thermalRef02.php> [2008, March]
- [9] Michael, J. Moran. Introduction to Thermal Systems Engineering: Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer: John Wiley & Sons, Inc., 2003.

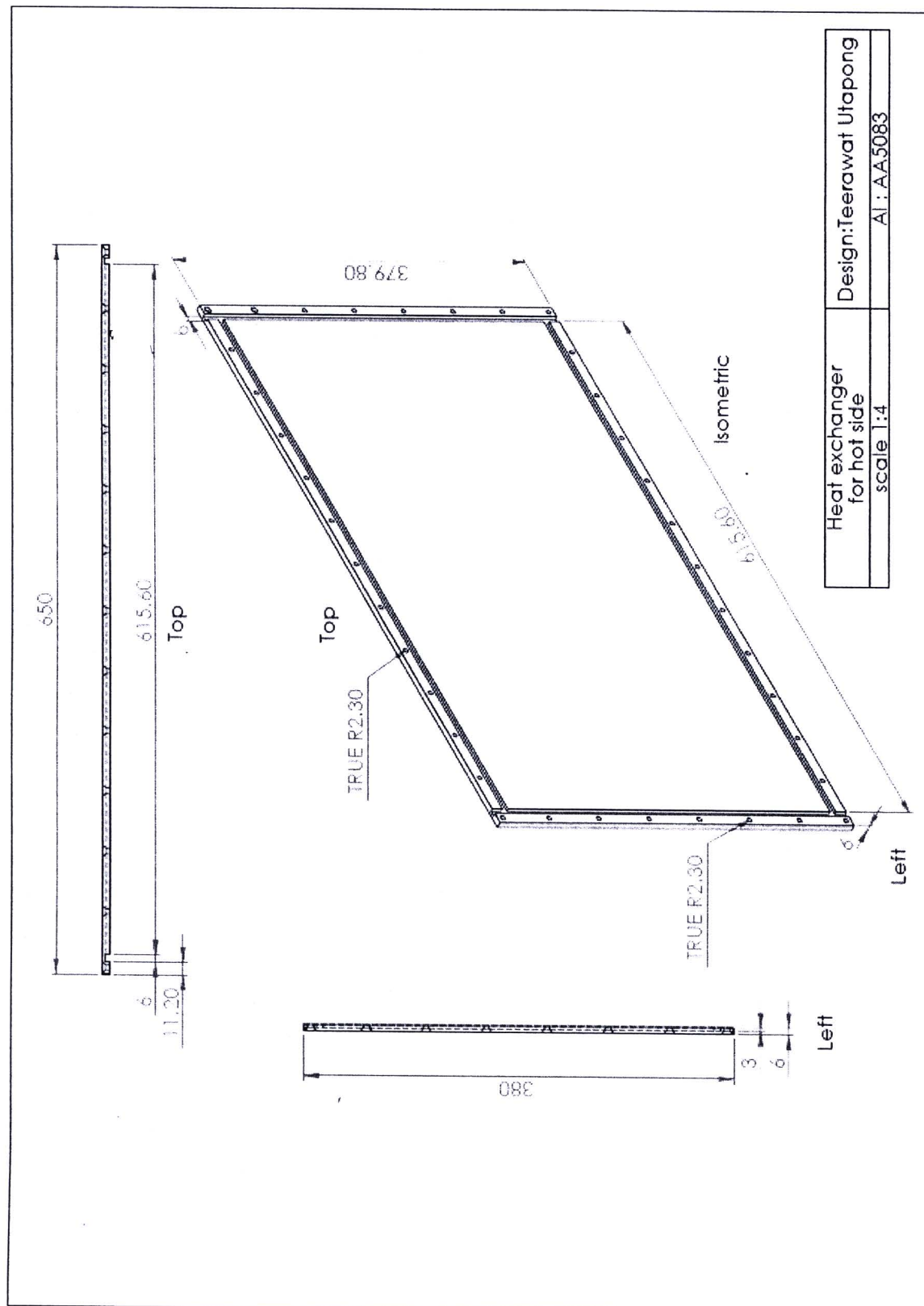
- [10] Perry, Robert H., and Green, Don W. Perry's Chemical Engineers' Handbook. 6th ed. New York City,: McGraw-Hill., 1984.
- [11] Punnachaiya, S., Kovitcharoenkul, P., and Thong-aram, D. Development of low grade waste heat thermoelectric power generator. Songklanakarin J. Sci. Technol. 32 (3) (May - Jun. 2010): 307-313.

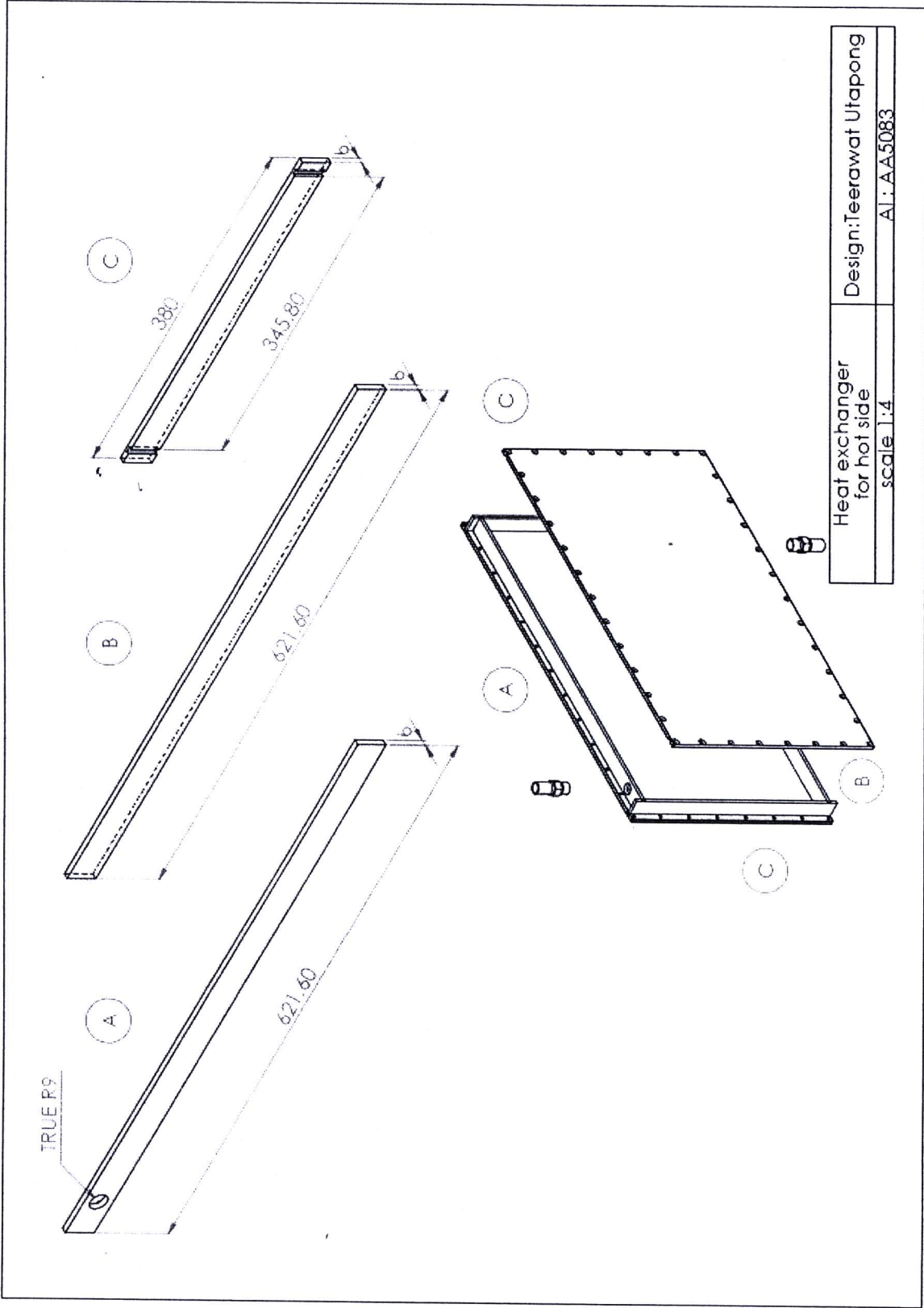
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

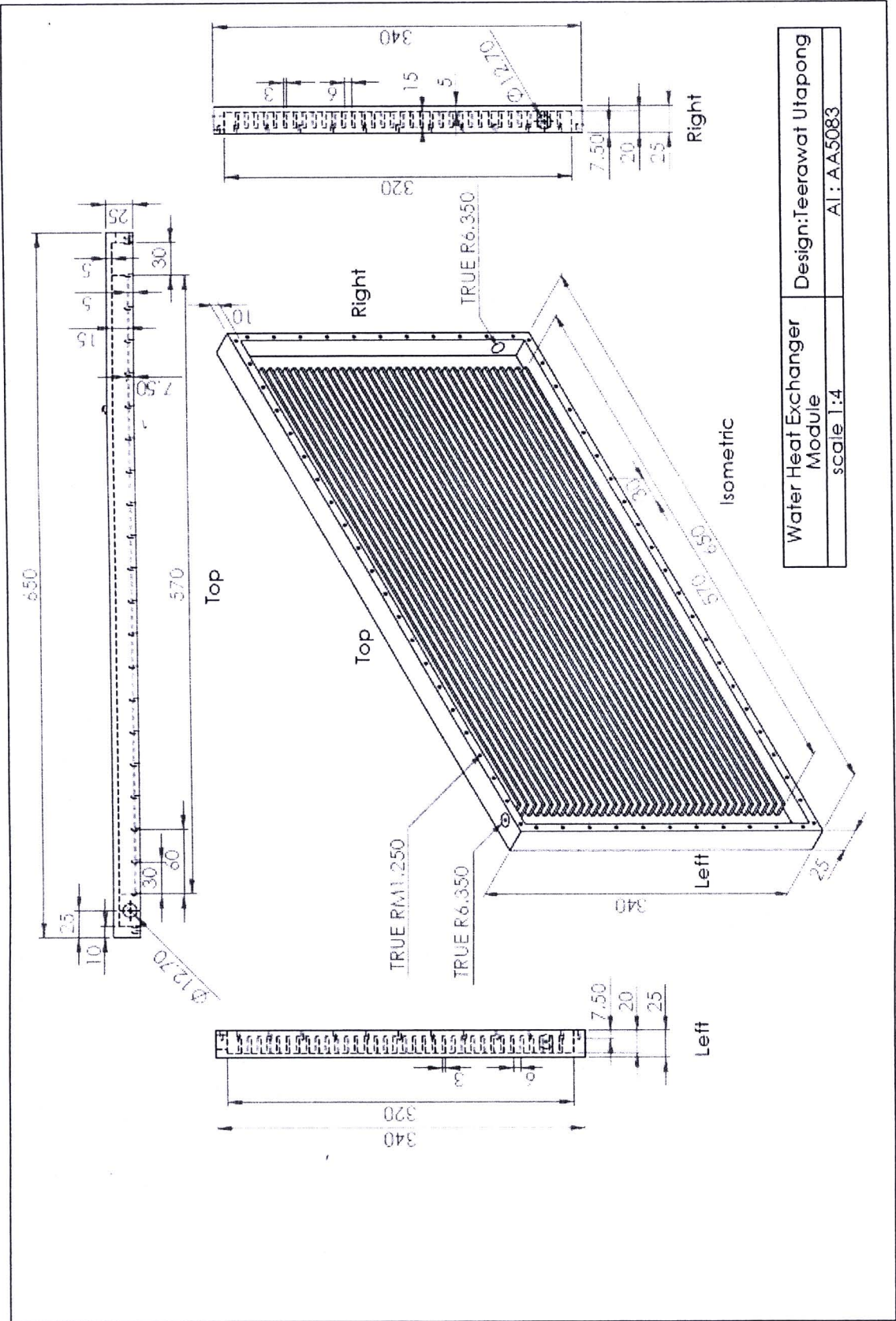
แบบประกอบอุปกรณ์ชิ้นส่วนแลกเปลี่ยนความร้อน

1. ชิ้นส่วนอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับผนังเซลล์ด้านร้อน

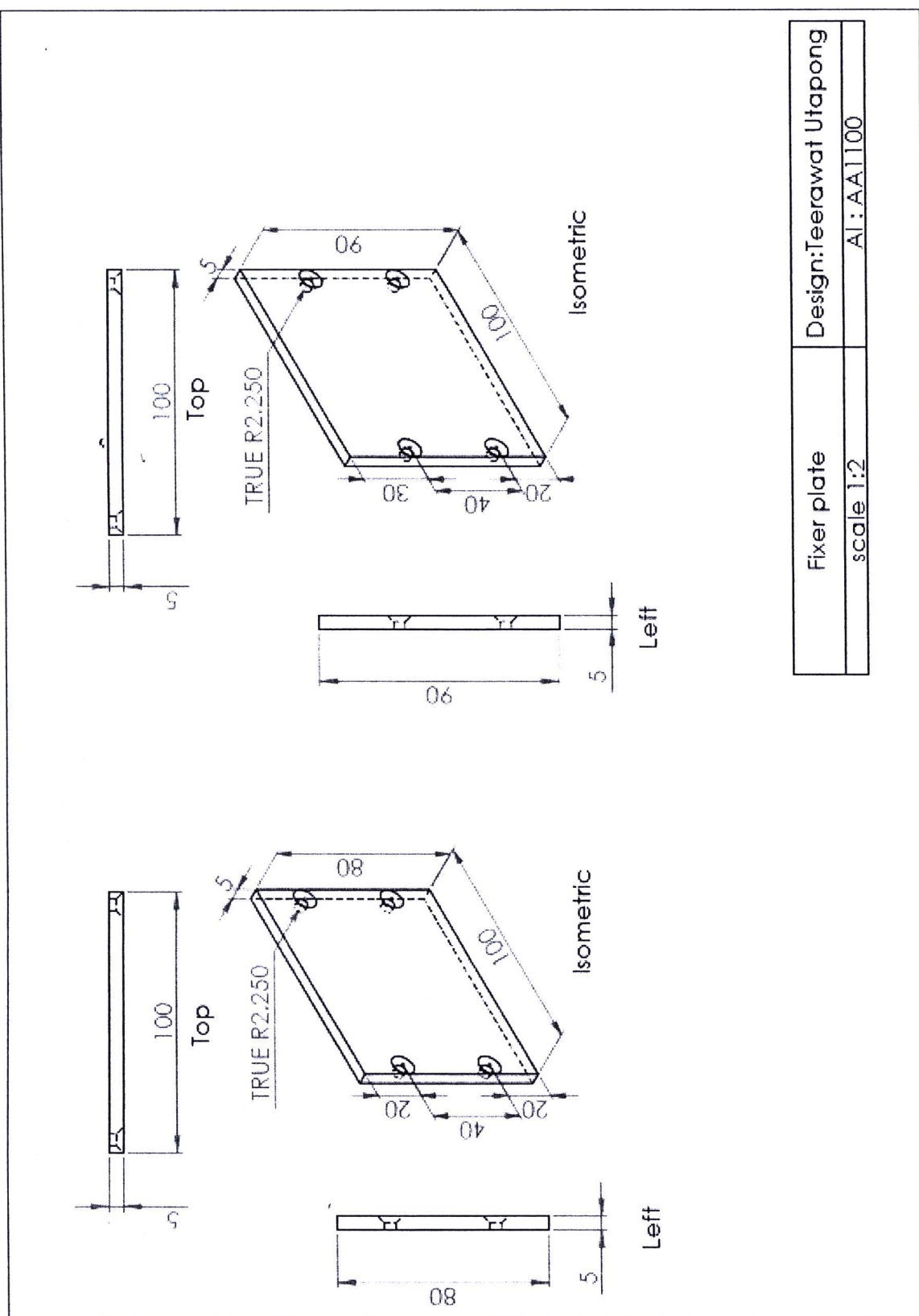




2. ชั้นส่วนอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับผนังเซลล์ด้านเย็น

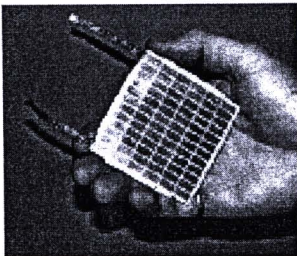


3. ชิ้นส่วนแผ่นยึดเซลล์ความร้อน



ภาคผนวก ข.
คุณลักษณะของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

1. เทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอเรเตอร์



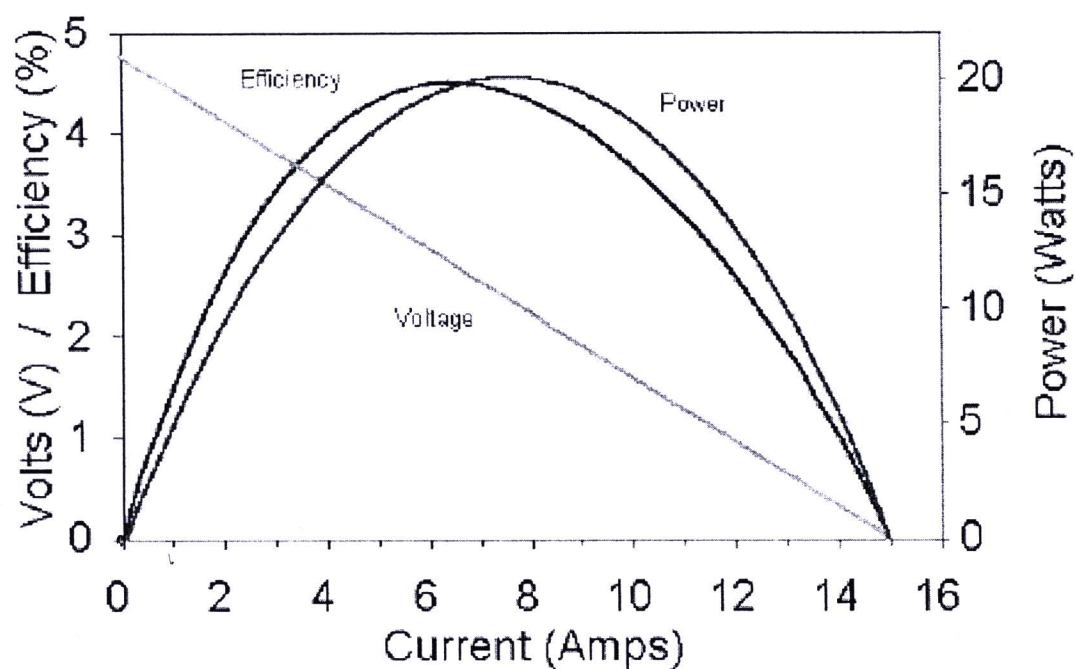
HZ-20 Thermoelectric Module
Uses Bismuth Telluride Based Semiconductors
Solid State Conversion of Heat To Electricity

Properties of the 19 Watt Module, HZ-20

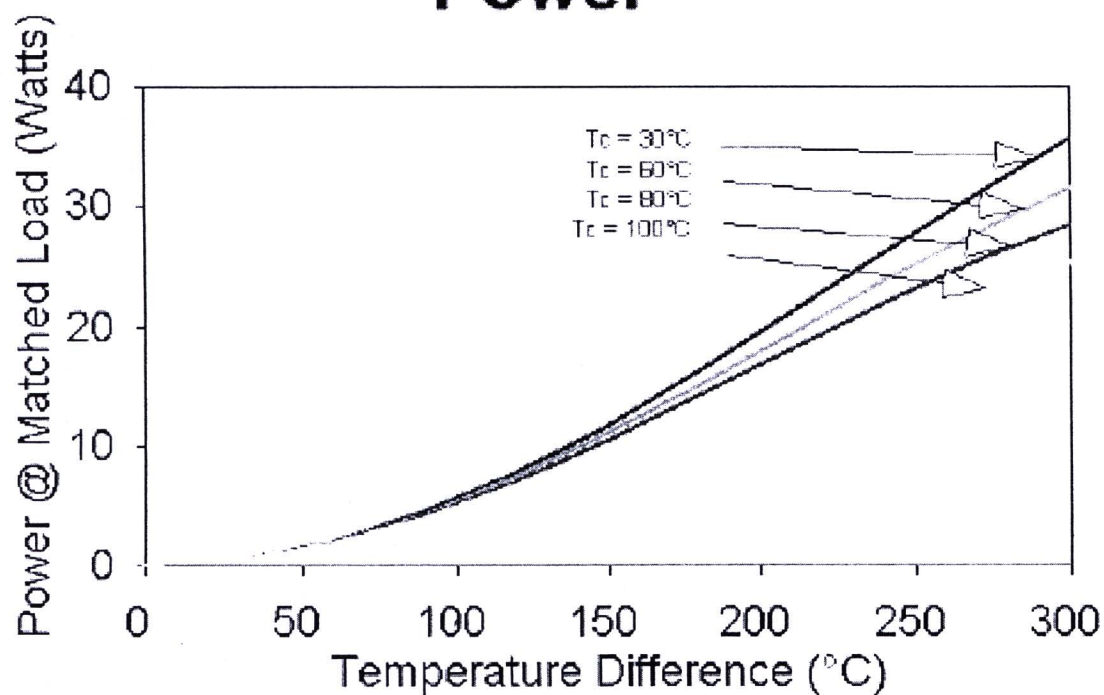
Physical Properties	Value	Tolerance
Width & Length	2.95" (7.5 cm)	±0.01 (0.25)
Thickness	0.2" (0.508)	±0.01 (0.25)
Special Order		±0.002 (0.05)
Weight	115 grams	±3 grams
Compressive Yield Stress	10 ksi (70 MPa)	minimum
Number of active couples	71 couples	-----
Thermal Properties		
Design Hot Side Temperature	230 C (450 F)	±10 (20)
Design Cold Side Temperature	30 C (85 F)	±5 (10)
Maximum Continuous Temperature	250 C (480 F)	-----
Minimum Continuous Temperature	none	-----
Maximum Intermittent Temperature	400 C (750 F)	-----
Thermal Conductivity*	0.024 W/cm*K	±0.001
Heat Flux*	9.54 W/sqcm	±0.5
Electrical Properties (as a generator)*		
Power**	19 Watts	minimum
Load Voltage	2.38 Volts	±0.1
Internal Resistance	0.3 Ohm	±0.05
Current	8 Amps	±1
Open Circuit Voltage	5.0 Volts	±0.3
Efficiency	4.5 %	minimum

* At Design Temperatures
** At Matched Load, refer to the graphs for properties at various operating temperatures and conditions.

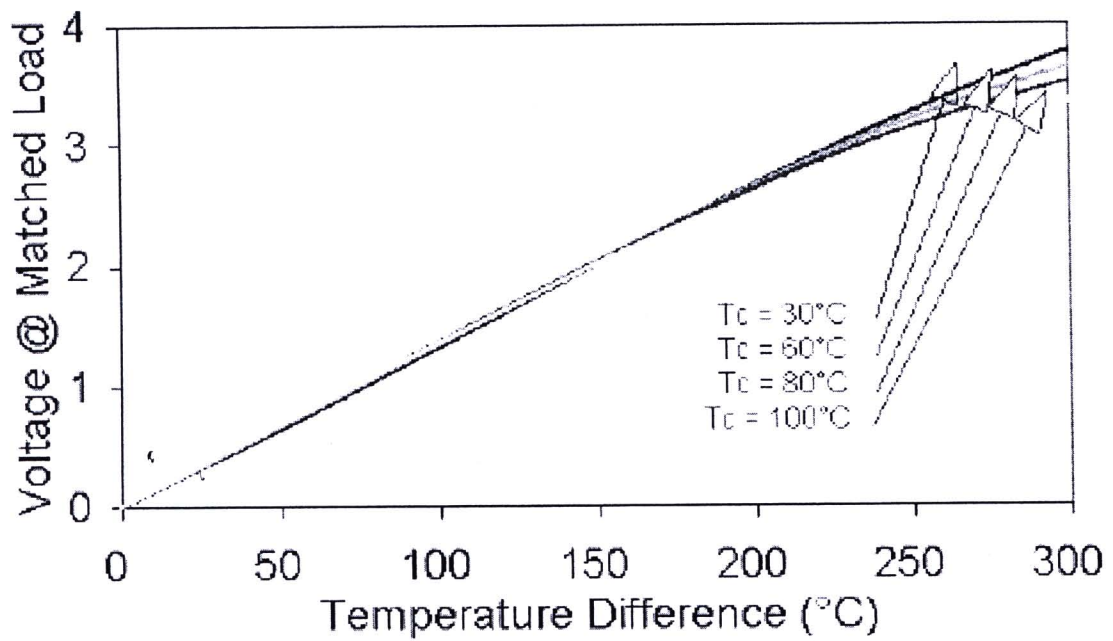
Current - Voltage Curves



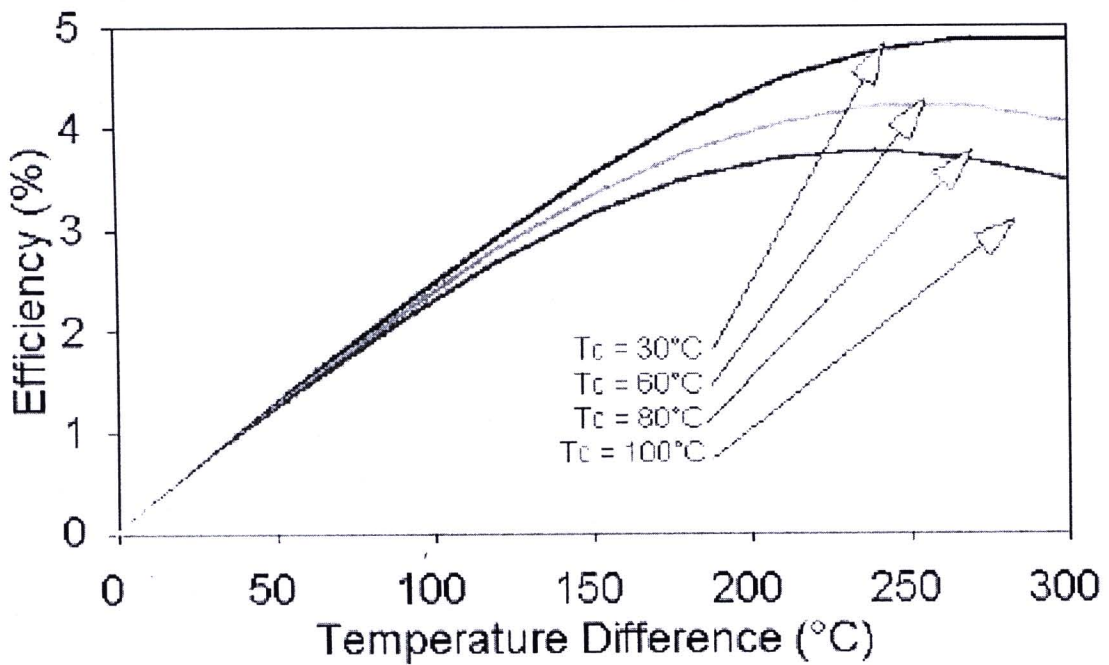
Power



Voltage



Efficiency



2. เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์

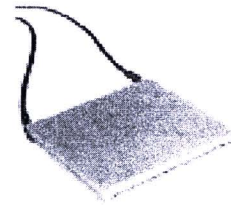


Thermoelectric
Cooler

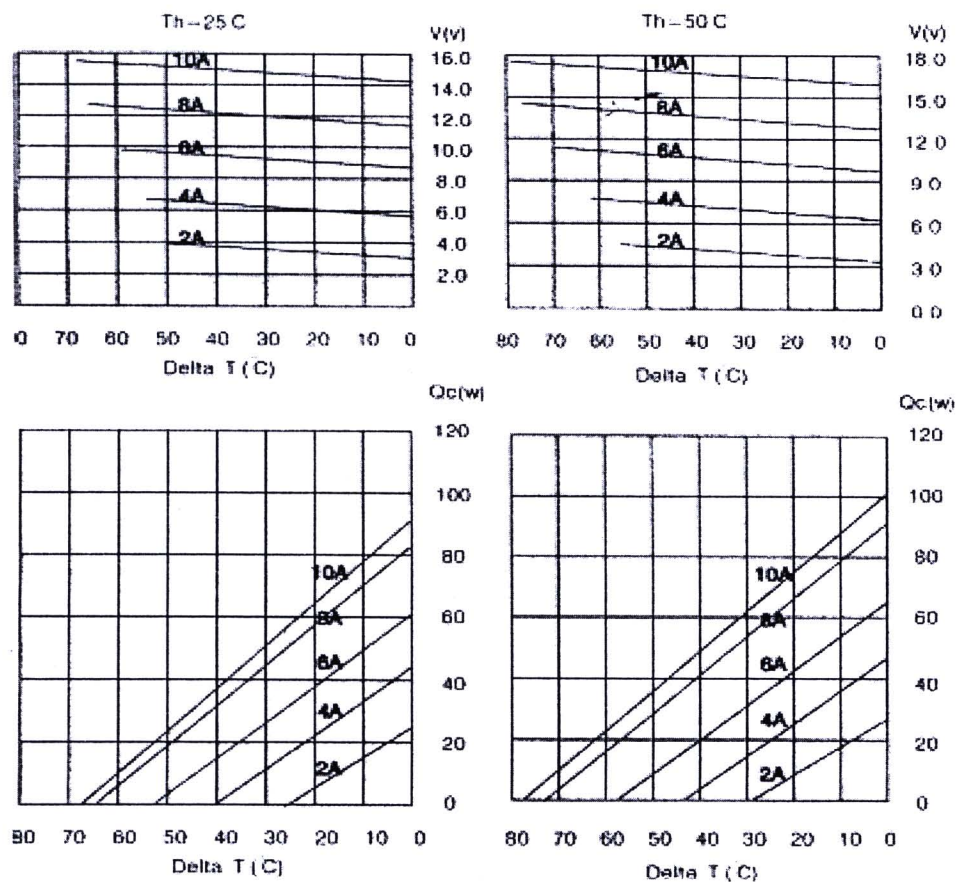
TEC1-12710

Performance Specifications

Hot Side Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	25 $^{\circ}\text{C}$	50 $^{\circ}\text{C}$
Q_{max} (Watts)	85	96
Delta Tmax ($^{\circ}\text{C}$)	66	75
I_{max} (Amps)	10.5	10.5
V_{max} (Volts)	15.2	17.4
Module Resistance (Ohms)	1.08	1.24

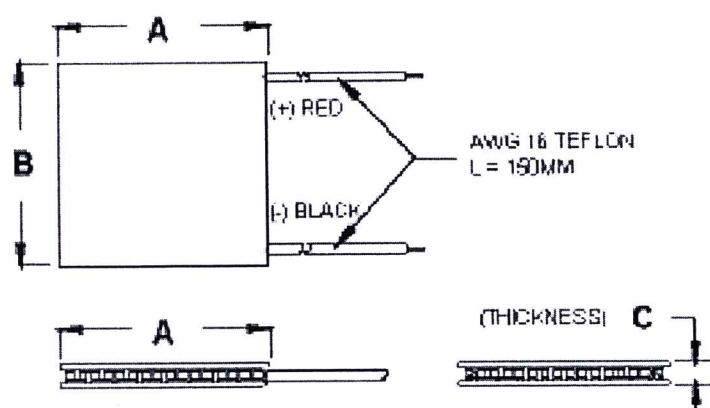


TEC1-12710





TEC1-12710

Ceramic Material: Alumina (Al_2O_3)

Solder Construction: 138°C, Bismuth Tin (BiSn)

Size table:

A	B	C			
40	40	3.3			

Operating Tips

- Max. Operating Temperature: 138°C
- Do not exceed I_{max} or V_{max} when operating module.
- Life expectancy: 200,000 hours
- Please consult HB for moisture protection options (sealing).
- Failure rate based on long time testings: 0.2%.

Copyright: HB Corporation. HB reserves the right to change these specifications without notice.

Rev: 2.03

ภาคผนวก ค.

คุณสมบัติของอลูมิเนียมอัลลอย เบียร์ AA5083

AA 5083

Category Aluminum Alloy

Class Wrought

Composition

Element	Weight %
Al	94.7
Mn	0.7
Mg	4.4
Cr	0.15

Mechanical Properties

Properties		Conditions	
		T (°C)	Treatment
Density (×1000 kg/m³)	2.66	25	
Poisson's Ratio	0.33	25	
Elastic Modulus (GPa)	70-80	25	
Tensile Strength (Mpa)	305		
Yield Strength (Mpa)	195	25	H112 more
Elongation (%)			
Reduction in Area (%)			
Shear Strength (MPa)	170	25	O
Fatigue Strength (MPa)	160	25	H321

Thermal Properties

Properties		Conditions	
		T (°C)	Treatment
Thermal Expansion (10 ⁻⁶ /°C)	23.4	20-100	
Thermal Conductivity (W/m-K)	120	25	All

Electric Properties

Properties		Conditions	
		T (°C)	Treatment
Electric Resistivity (10 ⁻⁹ Ω-m)	60	25	All

ภาคผนวก ง.

ผลการทดสอบการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนเหลือทิ้ง
พร้อมระบบแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำ

ตารางที่ ง. 1 การตอบสนองและการกระจายอุณหภูมิบนผนังด้านร้อน

Time(s)	TC: 1	TC: 2	TC: 3	TC: 4
0	27	27	27	27
300	27	26.75	26.75	26.75
600	27.5	26.75	27.25	27.25
900	27	27.25	27	27.25
1200	35.75	60	28.25	35.5
1500	72	70.5	71	70.75
1800	72	70.25	72.25	71.5
2160	72.75	71.5	72.25	72.5
2280	72.5	71.75	73	72.5

ตารางที่ ง.2 ผลการทดสอบระบบการผลิตน้ำร้อนไหลเวียนระบบปิด

Time (S)	H1 (Hot Water inlet)	H2 (Hot Water outlet)
0	30	30
1	36	31.8
2	40	32.1
3	42.8	32.7
4	45.1	33.8
5	47.9	35
6	51.1	35.7
7	52.7	37.1
8	55.7	38.4
9	58	39.6
10	60.5	41.1
11	63	42.4

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

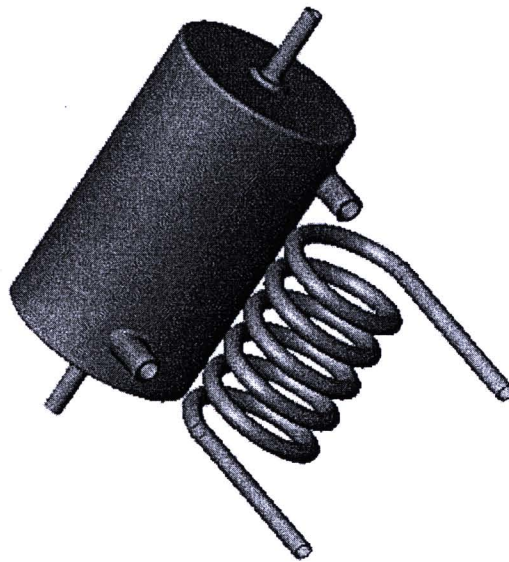
12	65.2	44.1
13	67.6	46.1
14	69.6	47.9
15	71.9	49.4
16	74.2	51
17	76.1	53.4
18	77.9	55
19	79.6	56.6
20	81.3	58.2
21	82.8	60
22	84.8	62.1
23	86.5	64
24	88.5	65.9
25	91	67
26	92.7	69.3
27	94	72
28	95	72.8
29	96.9	75.5
30	97.6	77
31	98.6	79.4
32	99.6	82
33	100.7	85
34	101.3	90
35	101.4	97.7
36	101.4	97.7
37	101.4	97.7
38	101.4	97.7
39	101.4	97.7
40	101.4	97.7

ตารางที่ ๓.3 ทดสอบความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า

Lamp load (W)	Voltage (Vdc)	Current (A)	Power (W)
10	288	0.1332	38.3616
25	286	0.1262	36.0932
50	234	0.233	54.522
60	220	0.253	55.66
75	193	0.316	60.988
85	182	0.335	60.97
100	170	0.373	63.41
125	140	0.429	60.06
150	118	0.475	56.05
160	112	0.478	53.536
185	96	0.51	48.96

ภาคผนวก จ.

โครงสร้างของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจากความร้อนเหลือทิ้ง
สำหรับการประยุกต์ใช้กับระบบผลิตน้ำร้อนให้กับการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์ความร้อน



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธีรวัฒน์ อุทาพงษ์ เกิดวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อ ปี พ.ศ. 2550 และเข้ารับการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ ปี พ.ศ. 2550



