

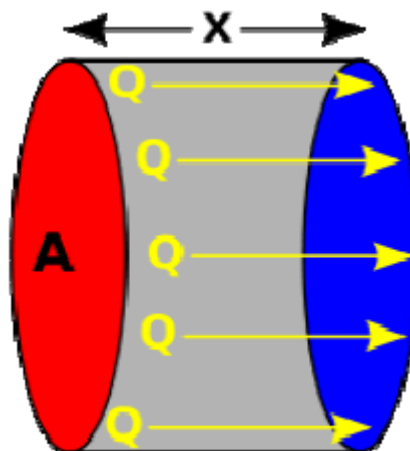
## **ANEXO I. TRANSMISION DE CALOR**

## Transferencia de calor por conducción

Para que este tipo de transferencia es necesario que las moléculas de los cuerpos adyacentes se encuentren en contacto. La transmisión se produce por vibración de los átomos del material. Esta vibración pasa de un átomo a otro de forma que la energía calorífica se traspa de unas moléculas a otras sin que haya movimiento de masa.

La conducción se da principalmente en sólidos ya que para que ocurra es necesario el contacto constante de los átomos del material. En líquidos y gases los átomos están más separados y eso hace que la conducción sea prácticamente nula.

Los metales son los mejores conductores del calor gracias a la cantidad de electrones en movimiento libre y su red cristalina. Así pues existen materiales buenos conductores del calor y materiales malos conductores del calor. Esta capacidad de transmitir el calor en un material está parametrizada mediante el “parámetro de conductividad térmica  $k$ ”.



La conducción térmica establece que la tasa de transferencia de calor por conducción en una dirección dada, es proporcional al área normal a la dirección del flujo de calor y al gradiente de temperatura en esa dirección. Esto se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$\frac{Q}{\Delta t} = k \cdot A \frac{\Delta T}{x}$$

Siendo:

$\frac{Q}{\Delta t}$  : Calor transmitido por unidad de tiempo.

k : conductividad térmica del material.

A : área de la superficie de contacto.

x : espesor del material.

$\Delta T$ : diferencia de temperatura.

## **Transferencia de calor por convección**

Se designa con el término de convección al mecanismo de transmisión de calor que se produce en un fluido cuando una parte de éste se mezcla con otra, a causa de los movimientos de la masa del mismo. El proceso real de la transmisión de energía de una molécula del fluido a otra, sigue siendo un proceso de conducción, pero en este caso la energía puede transformarse de un punto a otro del espacio por el desplazamiento del mismo fluido.

Dicho desplazamiento del fluido puede ser ocasionado por causas mecánicas externas, como puede ser la presencia de un ventilador, una bomba, etc., en cuyo caso se trataría de convección forzada. Si por el contrario el movimiento del fluido es debido a las diferencias de densidad creadas por la diferencias de temperaturas existentes en el propio fluido, al mecanismo se le denomina convección libre o convección natural

La transferencia de calor por convección viene representada por la siguiente ecuación:

$$\frac{Q}{\Delta t} = - h \cdot A \cdot (T_s - T_{inf})$$

Siendo:

$\frac{Q}{\Delta t}$  : cantidad de energía calorífica por unidad de tiempo.

h : coeficiente de convección.

A : área del cuerpo en contacto con el fluido.

$T_s$  : temperatura en la superficie del cuerpo.

$T_{inf}$ : temperatura del fluido lejos del cuerpo.

El coeficiente  $h$  de esta ecuación es conocido como coeficiente de convección, coeficiente de película o conductancia unitaria. La escala de valores que pueden encontrarse para  $h$ , y que se muestran en la siguiente tabla, demuestra la complejidad del proceso de convección y las dificultades que presenta para determinar  $h$ . La tabla ha sido realizada mediante diversas correlaciones.

<i>Tipo de convección</i>	<i><math>h</math> [W/m<sup>2</sup>*K]</i>
Convección natural en aire	5-25
Convección natural en agua	500-1000
Convección forzada en aire	10-500
Convección forzada en agua	100-15000
Agua hirviente	2500-25000
Vapor por condensación	5000-100000

## **Transferencia de calor por radiación**

La radiación es la transferencia de calor por ondas electromagnéticas. Todos los materiales generan y absorben radiación electromagnética en mayor o menor medida. Así pues nuestra caja puede estar sometida a fuentes de radiación de muchos tipos. La luz de una bombilla, una estufa encendida, la luz del sol,..... son diferentes tipos de radiaciones electromagnéticas que pueden afectar al rendimiento de nuestra caja de refrigeración.

Como el cálculo de todas las radiaciones que puede recibir nuestra caja es prácticamente imposible de calcular y controlar, se va a desestimar el efecto de estas suponiendo que no vamos a utilizar la caja donde de la luz del sol, cerca de ninguna estufa, ni en ningún sitio donde las radiaciones térmicas sean importantes.

## Elección del material de la caja

La caja debe cumplir varios requisitos básicos que nos aseguren la mínima pérdida de calor. Para ello se han estudiado los parámetros de conductividad térmica de varios materiales.

Para minimizar el flujo de calor por conducción en las paredes de la caja debemos conseguir que esta sea de un material que no transmita bien el calor para que las pérdidas sean mínimas, o visto de otra manera, para que el calor exterior no sea conducido dentro de la caja.

Los materiales idóneos para conseguir minimizar la conducción de calor al interior de la caja son aquellos que tienen una conductividad térmica baja. Cuanto más bajo este parámetro de conductividad térmica más se conservará la temperatura interior de esta.

La siguiente figura muestra el parámetro de conductividad de algunos materiales.

Material	$\lambda$
Acero	47-58
Agua	0,58
Aire	0,02
Alcohol	0,16
Alpaca	29,1
Aluminio	209,3
Amianto	0,04
Bronce	116-186
Cinc	106-140
Cobre	372,1-385,2
Corcho	0,04-0,30
Estaño	64,0
Fibra de Vidrio	0,03-0,07
Glicerina	0,29
Hierro	1,7
Ladrillo	0,80
Ladrillo Refractario	0,47-1,05
Latón	81-116
Litio	301,2
Madera	0,13
Mercurio	83,7
Mica	0,35
Níquel	52,3
Oro	308,2
Parafina	0,21
Plata	406,1-418,7
Plomo	35,0
Vidrio	0,6-1,0

Se puede ver en la tabla que, descartando materiales no sólidos como el aire o el alcohol, los materiales con un parámetro de conductividad más bajo son el amianto, la fibra de vidrio y el corcho. El amianto se descarta por tóxico, así pues queda la fibra de vidrio y el corcho.

La fibra de vidrio es un buen candidato pero solo se comercializa en planchas para aislamiento de paredes y la construcción de una caja de tamaño reducido significaría tener cortar y unir trozos de estas planchas y se tendría muchas pérdidas de calor en las juntas.

Así pues solamente queda como mejor candidato el corcho, o mejor dicho el que se llama comúnmente corcho blanco, o llamado con más propiedad poliestireno expandido.

El poliestireno es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno (material líquido y transparente que se utiliza para la fabricación de cauchos y plásticos). Existen varios tipos de poliestireno; el poliestireno cristal utilizado para la fabricación de cajas de cd's entre otras cosas; el poliestireno de choche utilizado para utensilios de plástico varios; el poliestireno de alto impacto; el poliestireno extrusionado; y el que nos interesa, el poliestireno expandido. La siguiente imagen muestra una foto de poliestireno expandido.



Existen otros plásticos como el polietileno o el poliuretano con buenas propiedades térmicas pero sin llegar a un límite inferior de conductividad tan bajo.

De entre todos los tipos de poliestireno los que presentan mejor parámetro de conductividad son el poliestireno expandido (0.028 ~ 0.049) y el poliestireno extrusionado (0.028). Se comercializan cajas para refrigeración fabricadas con ambos materiales.

Para las características de este trabajo se ha escogido una caja de poliestireno expandido por ser totalmente compacta en comparación con la de poliestireno extrusionado que, a pesar de tener mejor coeficiente de conductividad con menos grosor, tendría algunas pérdidas en las juntas. Además al tener el recubrimiento de aluminio haría que otra parte de la temperatura interior fuera conducida al exterior.

La caja que se escoge para la realización de este trabajo es una caja (HIELO SECO 25) comercializada por la empresa Porexpan de dimensiones exteriores (317x317x317) mm y de dimensiones interiores (256x256x256) mm. La caja tiene una capacidad interna de 17 L. El grosor de las paredes es de 30 mm. Es compacta y está fabricada con poliestireno expandido con un coeficiente de conductividad  $k= 0.037 \text{ w/mK}$ .

La siguiente figura muestra una figura de una caja Porexpan HIELO SECO 25.



Fábrica de Poliestireno Expandido (EPS) i Polipropileno (EPP)

### Hielo seco 25

- Ext. 317x317x317 mm
- Int. 256x256x256 mm
- 15 uds/bolsa (venta mínima)



Es importante conocer el volumen y área internos para poder calcular la potencia de la célula refrigerante y poder escoger los objetivos de temperatura deseados. El volumen y área de la caja son:

- Volumen interno:  $1677216 \text{ mm}^3$
- Área interna:  $393216 \text{ mm}^2$
- Área externa:  $602934 \text{ mm}^2$

## Cálculo de flujo de pérdidas

En el sistema de refrigeración van a estar presentes los fenómenos de transferencia de calor por conducción y por convección. No se tiene en cuenta la radiación a la que pueda estar sometida la caja ya que no vamos a trabajar con ella ni cerca de otras fuentes de calor ni en el exterior sometida a los rayos solares; además el cálculo de las diferentes radiaciones a las que puede estar sometida la caja es extremadamente complicado y no es suficientemente relevante para este trabajo.

Se desea realizar un diseño para una nevera portátil de uso doméstico o de uso en el habitáculo de un automóvil mediante una toma de corriente. Para ello se requiere que la nevera termoeléctrica tenga una capacidad de refrigeración capaz de conseguir una temperatura interior que alcance los  $5^{\circ}\text{C}$ . Aunque la temperatura media en el interior de un hogar es aproximadamente de  $20^{\circ}\text{C}$ , para modelizar la nevera se va a utilizar la temperatura más crítica a la que pueda estar expuesta la nevera. Por lo cual se va a suponer una temperatura ambiente máxima de  $30^{\circ}\text{C}$ .

El flujo de pérdidas de calor en la caja es la cantidad de calor que se va a transferir del exterior al interior de la caja y que tendremos que compensar con una célula suficientemente potente.

Para calcular este flujo de pérdidas se ha utilizado el modelo de transferencia de calor por conducción unidimensional y estacionaria. Este modelo nos proporciona unos resultados fiables y simplifica la resolución del problema. Para ello, primero se ha calculado la resistencia térmica de la caja mediante la siguiente ecuación:

$$R = \sum R = \frac{1}{A \cdot h_{int}} \cdot \frac{e}{A \cdot k} \cdot \frac{1}{A \cdot h_{ext}}$$

Teniendo en cuenta que el coeficiente medio de transmisión de temperatura por convección en el aire es de aproximadamente  $h = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$  y realizando una primera hipótesis de que el área por la cual la caja sufre pérdidas de calor es el área total de la caja, se obtiene como resultado:

$$R = \sum R = \frac{1}{0.602934 \cdot 15} + \frac{0.03}{0.602934 \cdot 0.037} + \frac{1}{0.602934 \cdot 15} = 1,56 \text{ K/W}$$

Por tanto, considerando un incremento de temperatura de 25 K las pérdidas en el interior de la caja se pueden calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q_c = \frac{\Delta T}{\sum R} = \frac{25}{1.56} = 16 \text{ W}$$

Hay que notar que para conocer el área exacta por la cual la caja sufriría pérdidas de calor habría que restarle a esta área, el área de la placa Peltier ya que por esa zona no se producen pérdidas de calor. Como todavía no conocemos las dimensiones de la placa, no se puede conocer a priori el área de la misma. No obstante se puede considerar una hipótesis fiable ya que el área total de la caja es mucho mayor en comparación con la de la placa Peltier.



**ANEXO II. CODIGO FUENTE DEL PROGRAMA  
INFORMATICO EES**

**"Datos de partida"**

$$e=0.03 \text{ "m"}$$

$$A_{\text{disipador}} = 0.2 * 0.21 \text{ "m"}$$

$$h_e = 15 \text{ "w/m}^2\text{*K"}$$

$$h_i = 15 \text{ "w/m}^2\text{*K"}$$

$$k = 0.037 \text{ "Poliestireno expandido" "w/m*K"}$$

$$T_i = 5 + 273 \text{ "K"}$$

$$T_e = 23 + 273 \text{ "K"}$$

$$AT = T_e - T_i$$

$$AT_{\text{placa}} = T_{\text{se}} - T_{\text{si}}$$

$$AT_{\text{int}} = T_i - T_{\text{si}}$$

$$AT_{\text{ext}} = T_{\text{se}} - T_e$$

**"Calculo del Area"**

$$A_1 = 0.317 * 0.317 * 2 \text{ "m"}$$

$$A_2 = 0.317 * 0.317 * 2 \text{ "m"}$$

$$A_3 = 0.317 * 0.317 * 2 \text{ "m"}$$

$$A_{\text{nevera}} = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_{\text{total}} = A_1 + A_2 + A_3 - A_{\text{disipador}} \text{ "m"}$$

**"Calculo de Qi"**

$$R = 1/(A_{\text{total}} * h_e) + e/(k * A_{\text{total}}) + 1/(A_{\text{total}} * h_i)$$

$$Q_i = (T_e - T_i)/R$$

**"Datos tablas" "(placa TE-127-2,0-2,5)"**

$$V = 8 \text{ "V"}$$

$$Q_e = 50 \text{ "w"}$$

$$I = 4 \text{ "A"}$$

$$\text{COP} = 0.47$$

$$P_{\text{elec}} = Q_e - Q_i \text{ "w"}$$

**"Elección disipador interior"**

$$R_{\text{int}} = 0.313$$

$$R_{\text{int}} = AT_{\text{int}} / Q_i$$

**"Elección disipador exterior"**

$$R_{\text{ext}} = 0.16$$

$$R_{\text{ext}} = AT_{\text{ext}} / Q_e$$

**"Datos de partida"**

$$e=0.03 \text{ "m"}$$

$$A_{\text{placa}} = 0.048 * 0.048 \text{ "m"}$$

$$h_e = 15 \text{ "w/m}^2\text{*K"}$$

$$h_i = 15 \text{ "w/m}^2\text{*K"}$$

$$k = 0.037 \text{ "Poliestireno expandido" "w/m*K"}$$

$$T_i = 5 + 273 \text{ "K"}$$

$$T_e = 30 + 273 \text{ "K"}$$

$$T_{si} = T_i - 5 \text{ "K"}$$

$$T_{se} = T_e + 8 \text{ "K"}$$

$$AT_{\text{placa}} = T_{se} - T_{si}$$

$$AT_{\text{int}} = T_i - T_{si}$$

$$AT_{\text{ext}} = T_{se} - T_e$$

**"Calculo del Area"**

$$A_1 = 0.317 * 0.317 * 2 \text{ "m"}$$

$$A_2 = 0.317 * 0.317 * 2 \text{ "m"}$$

$$A_3 = 0.317 * 0.317 * 2 \text{ "m"}$$

$$A_{\text{nev}} = A_1 + A_2 + A_3 \text{ "m"}$$

**"Calculo de Qi"**

$$R = 1/(A_{\text{nev}} * h_e) + e/(k * A_{\text{nev}}) + 1/(A_{\text{nev}} * h_i)$$

$$Q_i = (T_e - T_i)/R$$

**"Datos tablas" "(placa TE-127-2,0-2,5)"**

$$V = 8 \text{ "V"}$$

$$Q_e = 50 \text{ "w"}$$

$$I = 4 \text{ "A"}$$

$$\text{COP} = 0.47$$

$$P_{\text{elec}} = Q_e - Q_i \text{ "w"}$$

**"Elección disipador interior"**

$$R_{\text{int}} = AT_{\text{int}} / Q_i$$

**"Elección disipador exterior"**

$$R_{\text{ext}} = AT_{\text{ext}} / Q_e$$

"Generador termoeléctrico gases de escape"

"Datos"

"HZ-2"

delta\_x=29/1000

alpha=0.008

Rg=3.89

k=0.097

"otros datos"

e1=5/1000

e2=5/1000

k\_material=209.3 "aluminio"

{ef\_aleta=0.8} "revisar, puede que sea mayor"

z=delta\_x\*2

{h\_int=200 "W/m2.K"}

v=12 {12} "m/s"

T[0]=773 "K"

Tf=300 "K, lado frío"

h\_ext=600 "es equivalente, teniendo en cuenta las aletas"

p\_aire=1.013 "bar"

"propiedades gases, equivale a aire"

rho=density(air,p=p\_aire,t=t[0])

cp=specheat(air,t=t[0])

m\_dot=rho\*v\*(delta\_x-e2)\*z

n=25 "número de celdas en la dirección de avance del fluido"

"Cálculo del rendimiento de la aleta"

m=(2\*h\_int/k\_material/e2)^0.5

L=z "ojo, es adiabático por arriba"

ef\_aleta=(tanh(m\*L))/(m\*L)

"Cálculo del h\_int"

Pr=Prandtl(air,T=T[0])

mu=viscosity(air,T=T[0])

nu=mu/rho

Dh=4\*(delta\_x-e2)\*z/(2\*z+2\*(delta\_x-e2))

Re=v\*Dh/nu

f=(0.79\*ln(re)-1.64)^(-2) "Petukov"

Nus=f/8\*(Re-1000)\*Pr/(1+12.7\*(f/8)^0.5\*(Pr^(2/3)-1)) "Gnielinski"

Nus=h\_int\*Dh/kaire

kaire=conductivity(air,t=t[0])

"Cálculos, para cada celda"

duplicate i=1,n

T\_celda[i]=0.5\*(T[i]+T[i-1])

m\_dot\*cp\*(T[i-1]-T[i])=Qh[i]

$$Qh[i]=(T\_celda[i]-Tb[i])*h\_int*(delta\_x*(delta\_x-e2)+(2*delta\_x*z)*ef\_aleta)$$

$$Qh[i]=(Tb[i]-Th[i])*(delta\_x*delta\_x)*k\_material/e1$$

$$Qh[i]=alpha*Int*Th[i]+k*(Th[i]-Tl[i])-0.5*Int^2*Rg$$

$$Qc[i]=alpha*Int*Tl[i]+k*(Th[i]-Tl[i])+0.5*Int^2*Rg$$

$$Qc[i]=(Tl[i]-Tf)*delta\_x*delta\_x*h\_ext$$

$$W[i]=Qh[i]-Qc[i]$$

end

$$W=sum(W[i],i=1,n)$$

$$Qc=sum(Qc[i],i=1,n)$$

$$Qh=sum(Qh[i],i=1,n)$$

$$eta=W/Qh$$

{Int=10}

**Arrays Table: Main**

	$T_i$	$Qc_i$	$Qh_i$	$T_{celda,i}$	$Tb_i$	$Th_i$	$Tl_i$	$W_i$
0	773							
1	770.3	22.78	22.78	771.6	563.8	563.2	345.2	-0.00289
2	767.5	22.66	22.65	768.9	562.3	561.6	344.9	-0.00752
3	764.8	22.53	22.52	766.2	560.7	560.1	344.7	-0.01212
4	762.2	22.41	22.39	763.5	559.2	558.6	344.4	-0.0167
5	759.5	22.29	22.26	760.8	557.7	557.1	344.2	-0.02125
6	756.8	22.16	22.14	758.2	556.2	555.6	343.9	-0.02578
7	754.2	22.04	22.01	755.5	554.7	554.1	343.7	-0.03027
8	751.6	21.92	21.88	752.9	553.2	552.6	343.4	-0.03475
9	748.9	21.8	21.76	750.2	551.7	551.1	343.2	-0.0392
10	746.3	21.68	21.63	747.6	550.3	549.7	343	-0.04362
11	743.8	21.56	21.51	745.1	548.8	548.2	342.7	-0.04801
12	741.2	21.44	21.39	742.5	547.4	546.8	342.5	-0.05239
13	738.6	21.32	21.27	739.9	545.9	545.3	342.3	-0.05673
14	736.1	21.2	21.14	737.4	544.5	543.9	342	-0.06105
15	733.6	21.09	21.02	734.8	543	542.5	341.8	-0.06535
16	731.1	20.97	20.9	732.3	541.6	541	341.6	-0.06962
17	728.6	20.86	20.78	729.8	540.2	539.6	341.3	-0.07387
18	726.1	20.74	20.66	727.3	538.8	538.2	341.1	-0.0781
19	723.6	20.63	20.55	724.9	537.4	536.8	340.9	-0.0823
20	721.2	20.52	20.43	722.4	536	535.4	340.7	-0.08647
21	718.7	20.4	20.31	720	534.6	534.1	340.4	-0.09062
22	716.3	20.29	20.2	717.5	533.3	532.7	340.2	-0.09475
23	713.9	20.18	20.08	715.1	531.9	531.3	340	-0.09886
24	711.5	20.07	19.97	712.7	530.6	530	339.8	-0.1029
25	709.1	19.96	19.85	710.3	529.2	528.6	339.6	-0.107

**Parametric Table: Table 1**

	Int	Qc	Qh	W	$\eta$	T <sub>10</sub>
Run 1	0	514.6	514.6	-8.674E-18	-1.685E-20	747.2
Run 2	0.05	515.3	517.2	1.867	0.003611	747.1
Run 3	0.1	516.4	519.6	3.226	0.006209	747
Run 4	0.15	517.8	521.9	4.078	0.007813	746.9
Run 5	0.2	519.6	524	4.423	0.008441	746.8
Run 6	0.25	521.6	525.9	4.263	0.008106	746.7
Run 7	0.3	524.1	527.7	3.599	0.006821	746.6
Run 8	0.35	526.9	529.3	2.433	0.004597	746.5
Run 9	0.4	530	530.8	0.7657	0.001443	746.4
Run 10	0.45	533.5	532.1	-1.402	-0.002635	746.3

**ANEXO III. DOCUMENTACION TECNICA DE  
CELULA PELTIER**

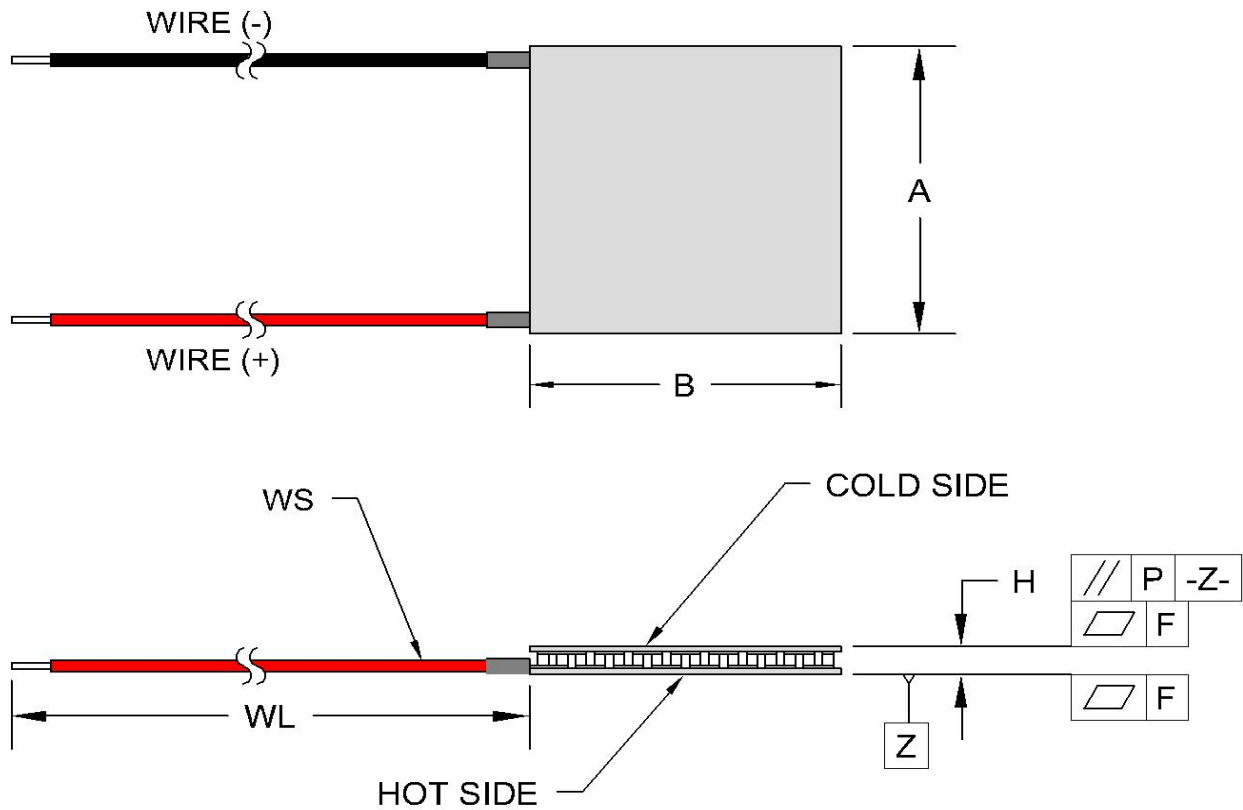
**TE-127-2.0-2.5  
Thermoelectric Module  
(Peltier Module)  
Specifications**

	Material Specifications (27 °C hot side temperature)	Material Specifications (50 °C hot side temperature)
Vmax (V)	16.3	18.1
I <sub>max</sub> (A)	7.6	7.6
Q <sub>max</sub> (W)	76.0	83.4
DT <sub>max</sub> (°C)	72	81
Operation/storage temperature	-40 °C to +80 °C	

Module *material* specifications are nominal values based on the hot-side temperature indicated. Thermoelectric material parameter tolerance is +/-10%.

In no case should the module temperature be allowed to exceed its maximum operation/storage temperature.

Please review all product and technical information, *Thermoelectric Module Mounting Procedure*, parameter definitions, FAQ's, and ordering information posted on our website before purchasing or using this product.



Width, A (mm)	48 +0.5/-0.2
Width, B (mm)	48 +0.5/-0.2
Height, H (mm)	4.8 ±0.05
Flatness, F (mm)	0.02
Parallelism, P (mm)	0.03
Wire Size, WS (mm <sup>2</sup> )	0.34
Wire Length, WL (mm)	120

Optional Features and Notes:

Add "P" to part number for sealing module with epoxy potting.

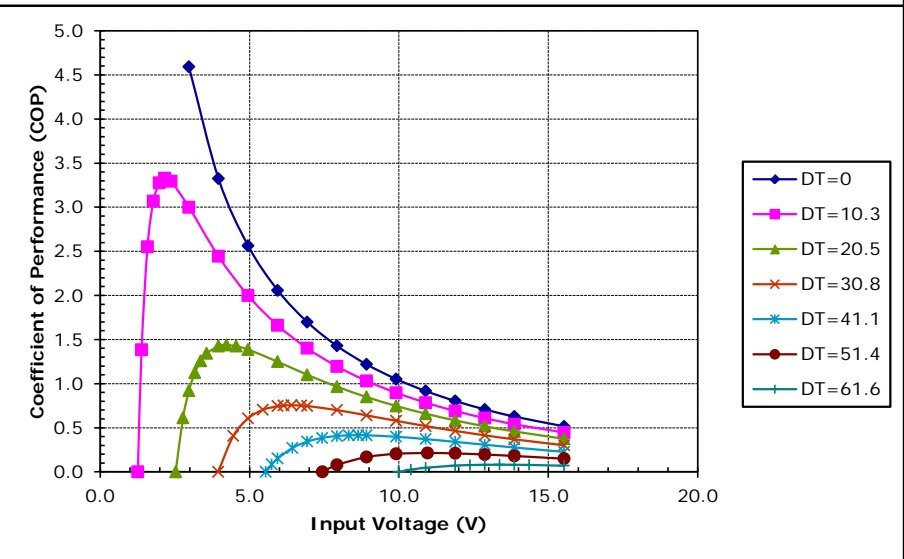
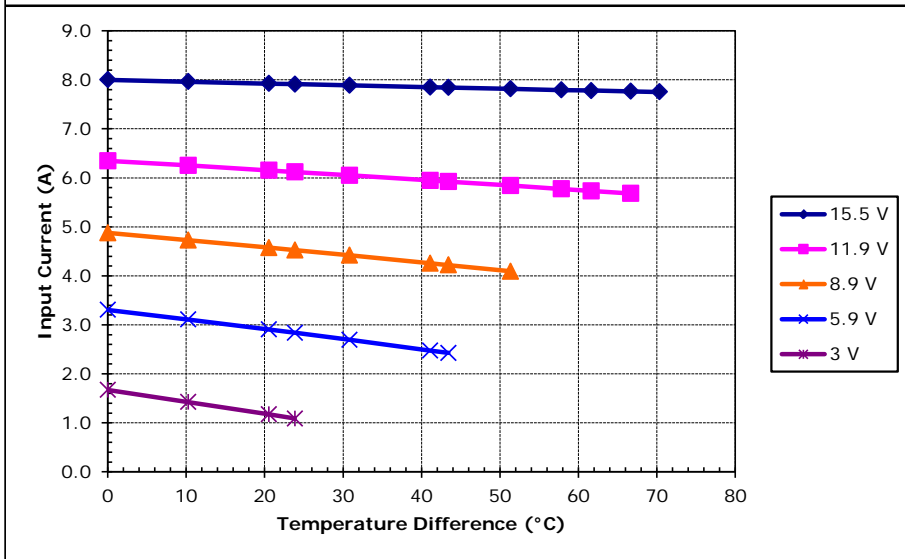
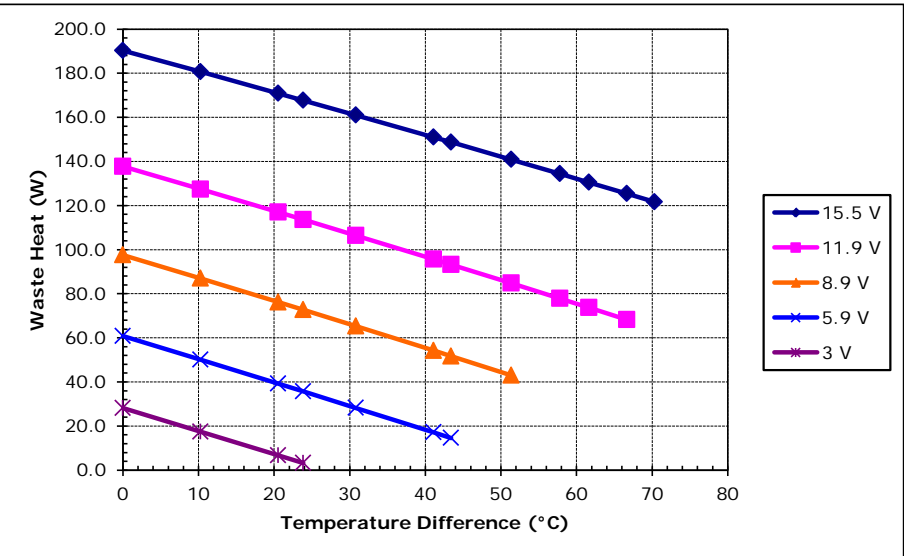
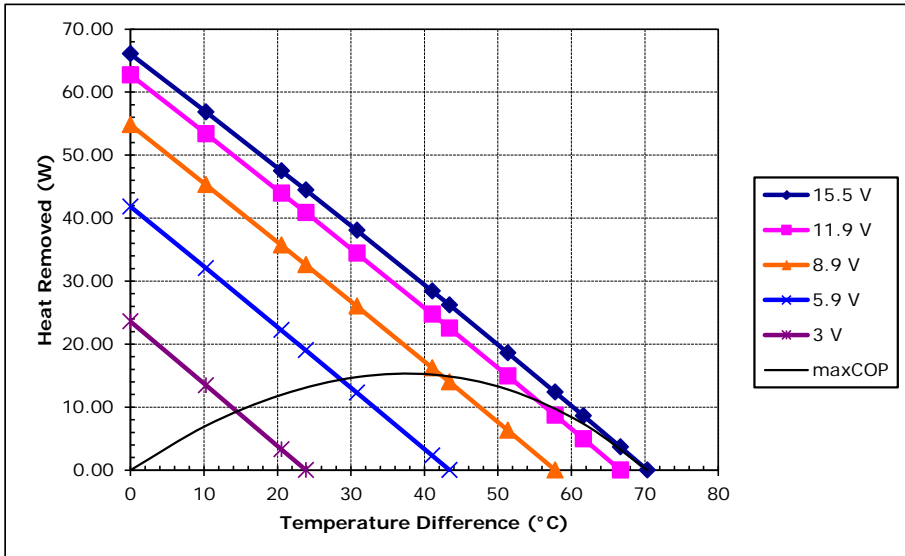
Performance graphs include thermal resistance of substrates.

RoHS Compliant

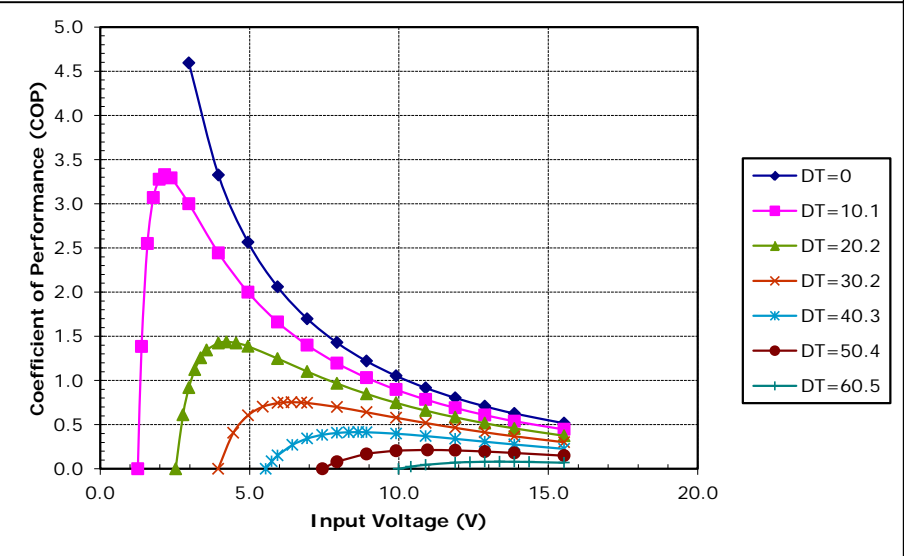
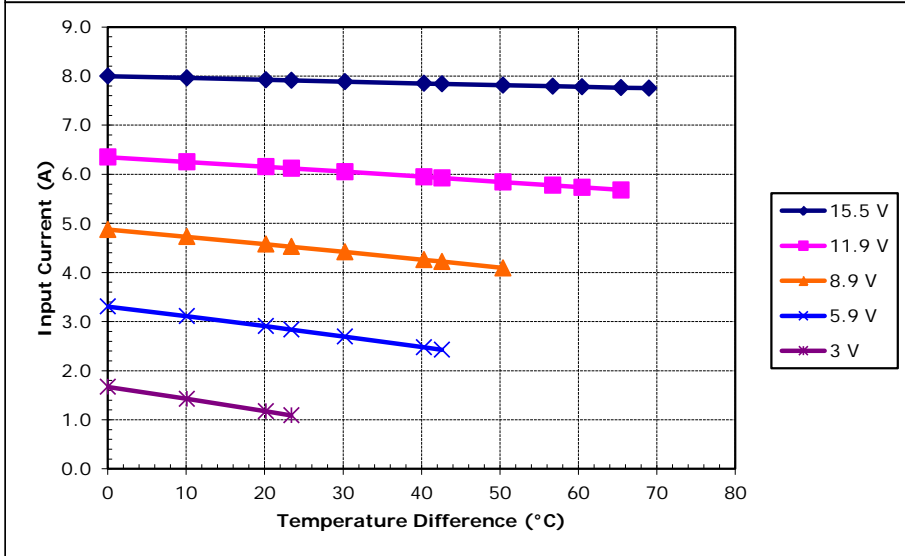
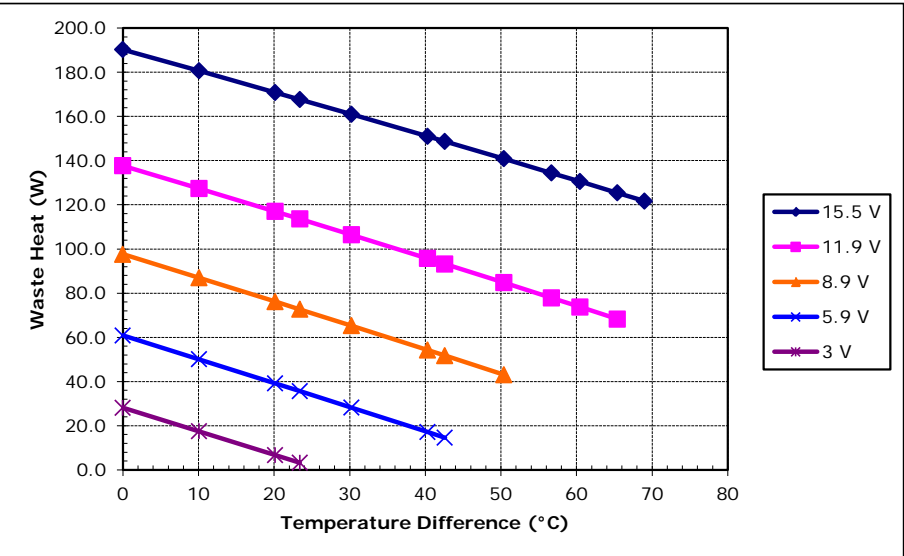
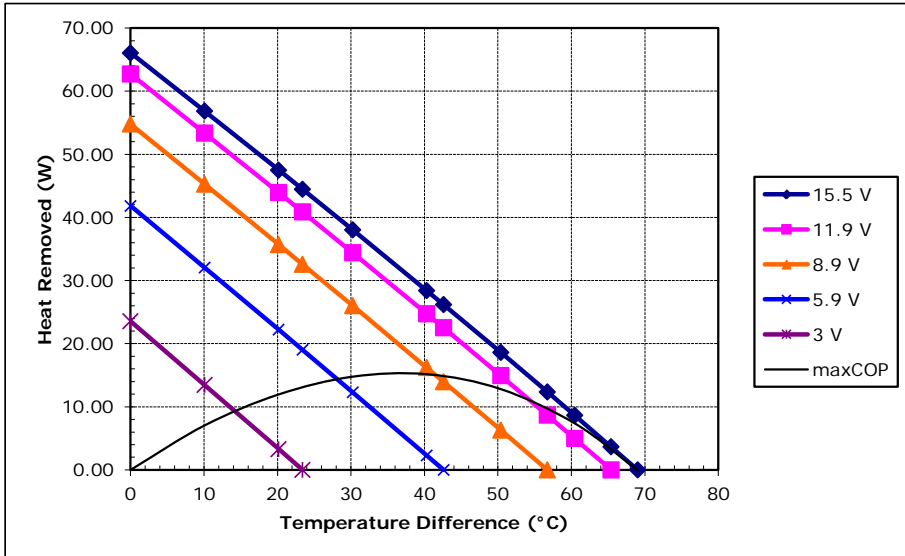
**TE** TECHNOLOGY, INC.®

1590 Keane Drive, Traverse City, MI, 49696-8257 USA  
PH: 231-929-3966 FAX: 231-929-4163 email: cool@totech.com

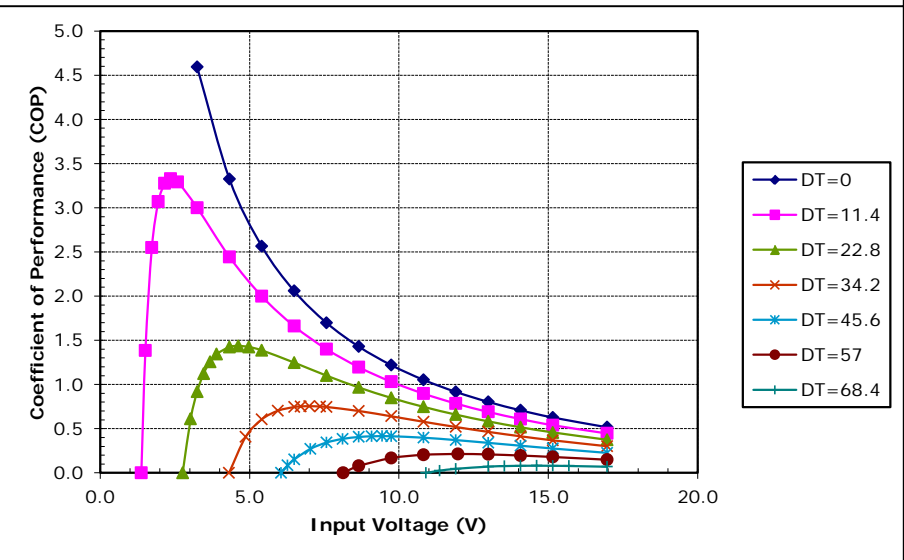
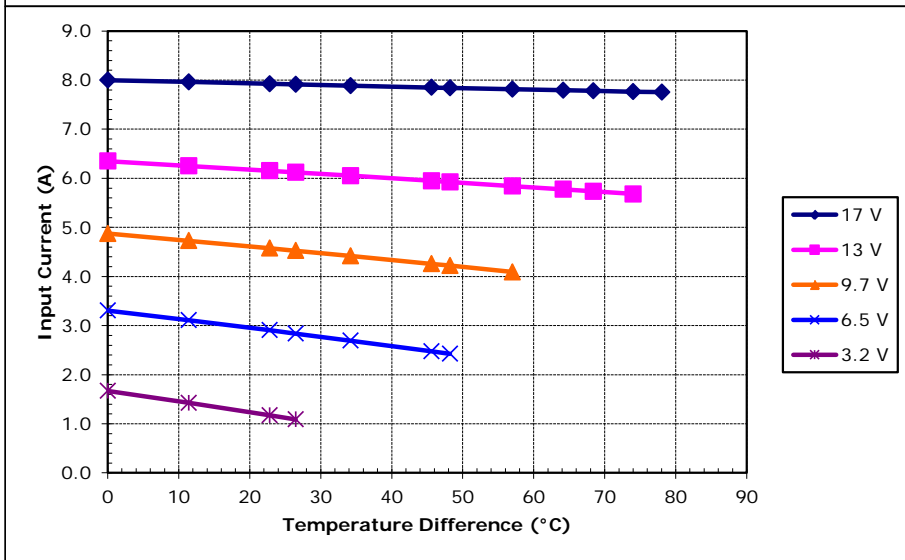
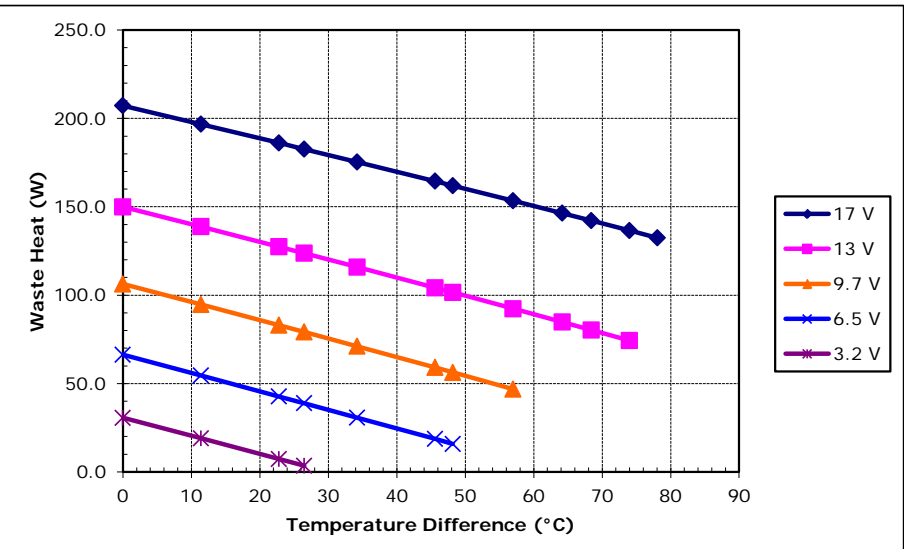
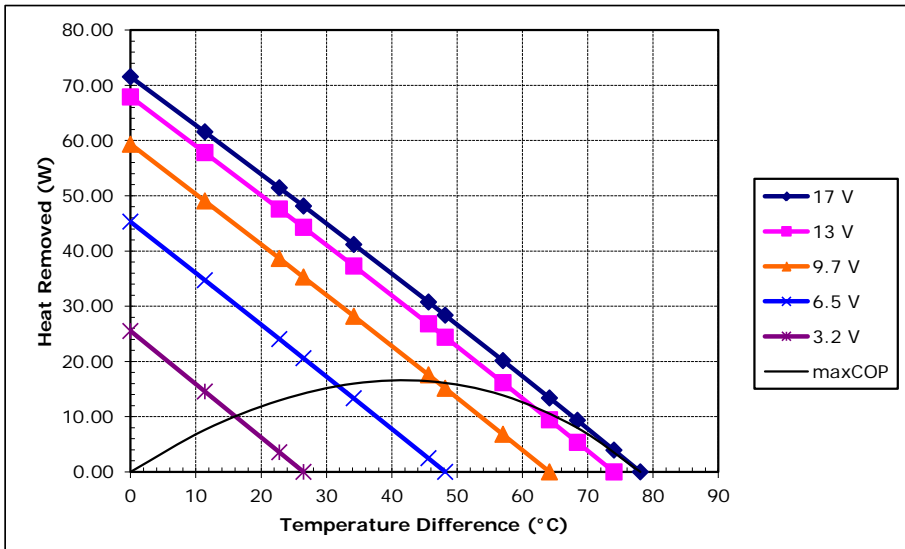




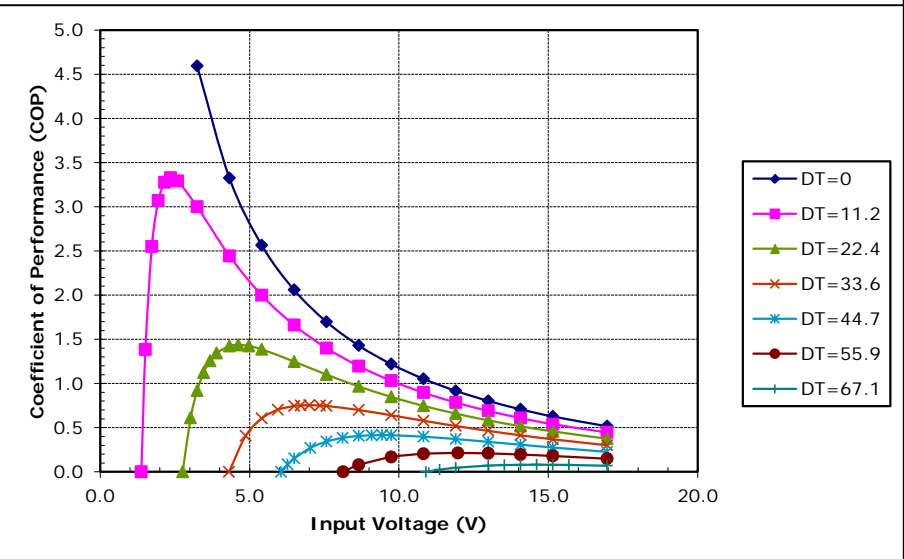
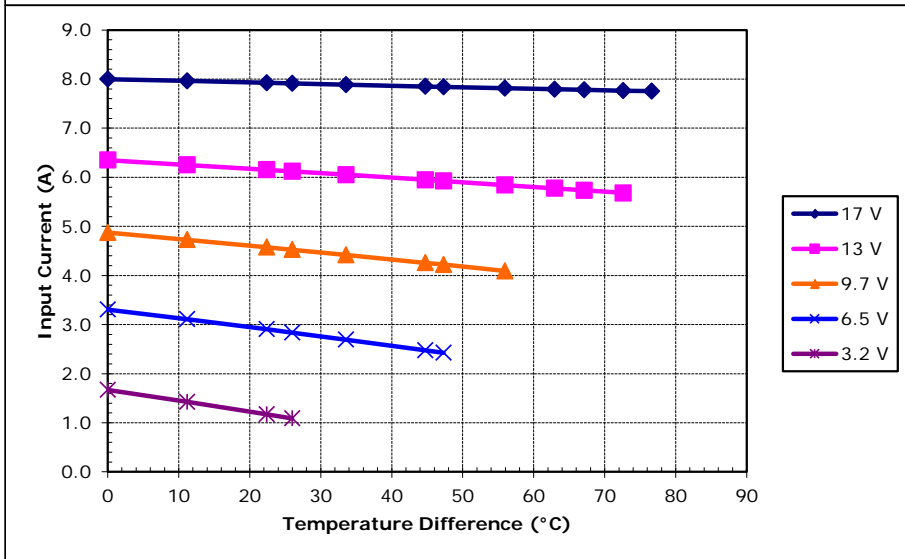
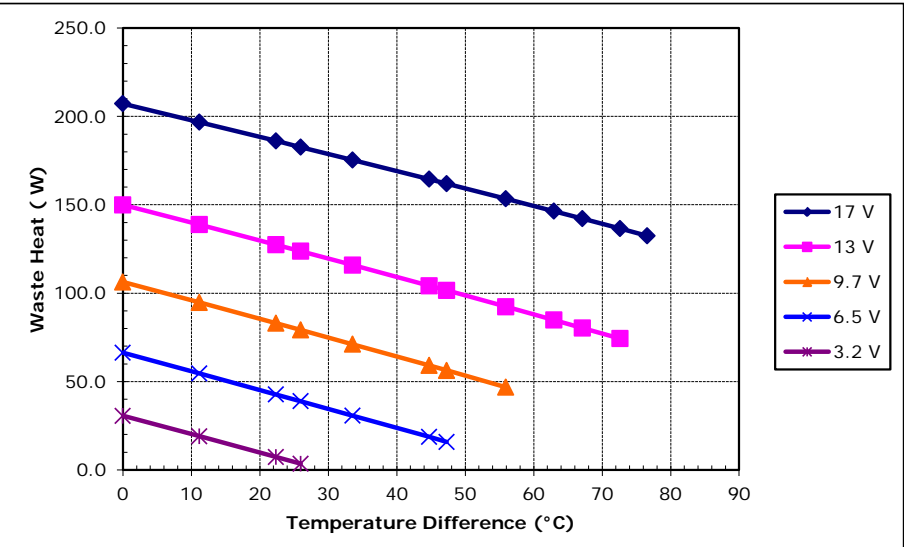
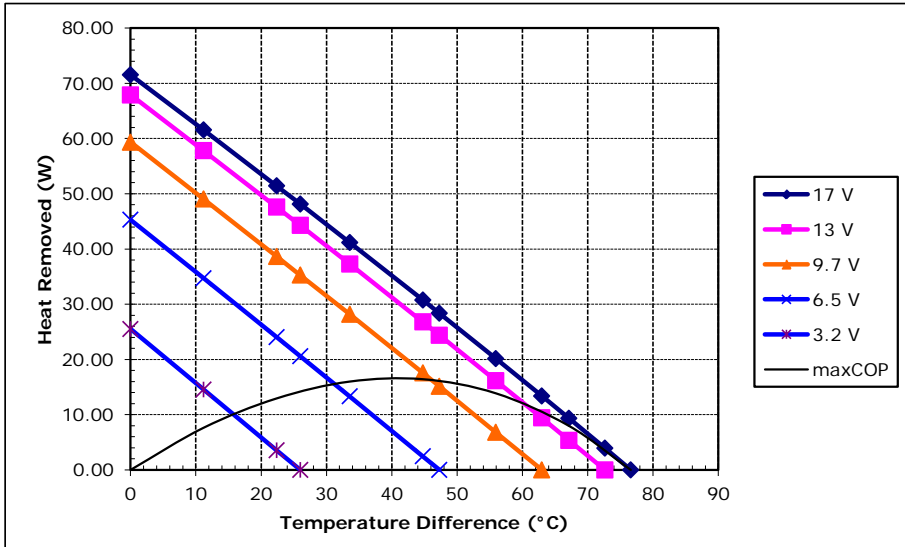
Unpotted TE-127-2.0-2.5 at a hot-side temperature of 30 °C



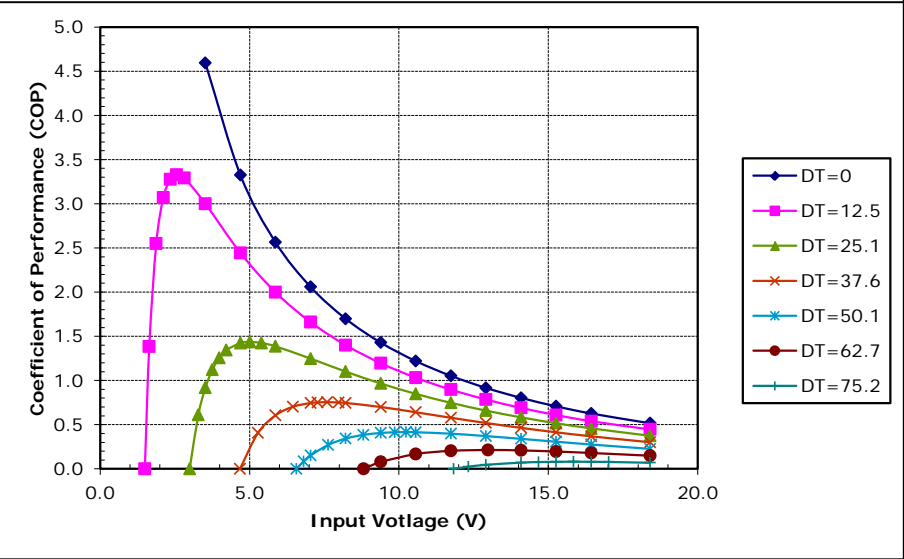
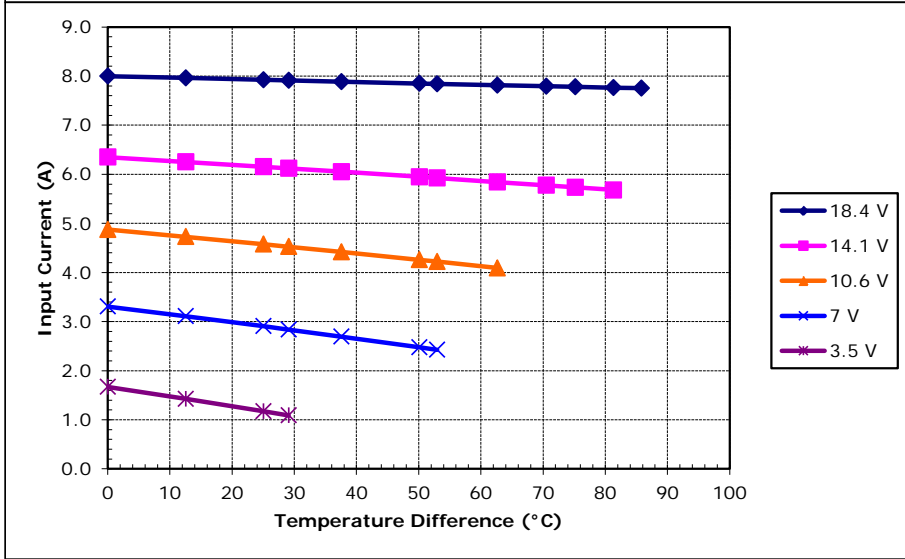
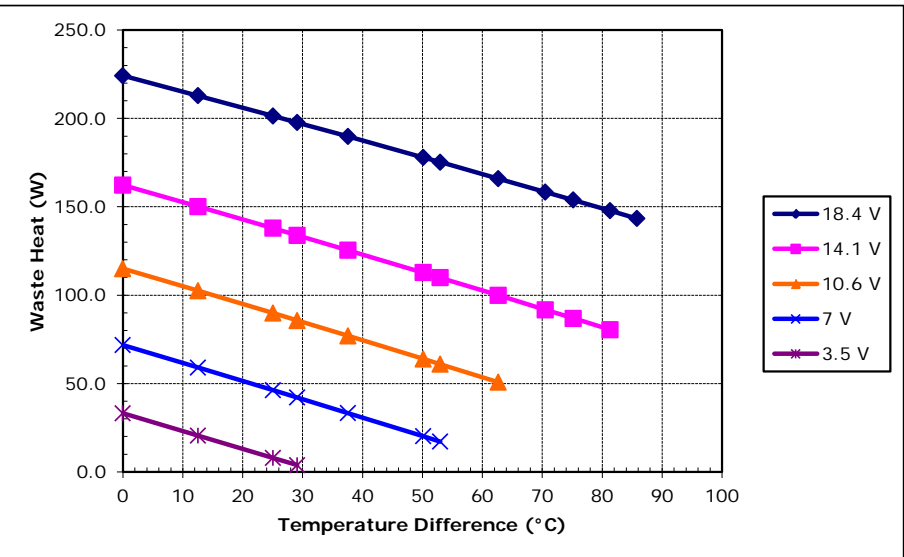
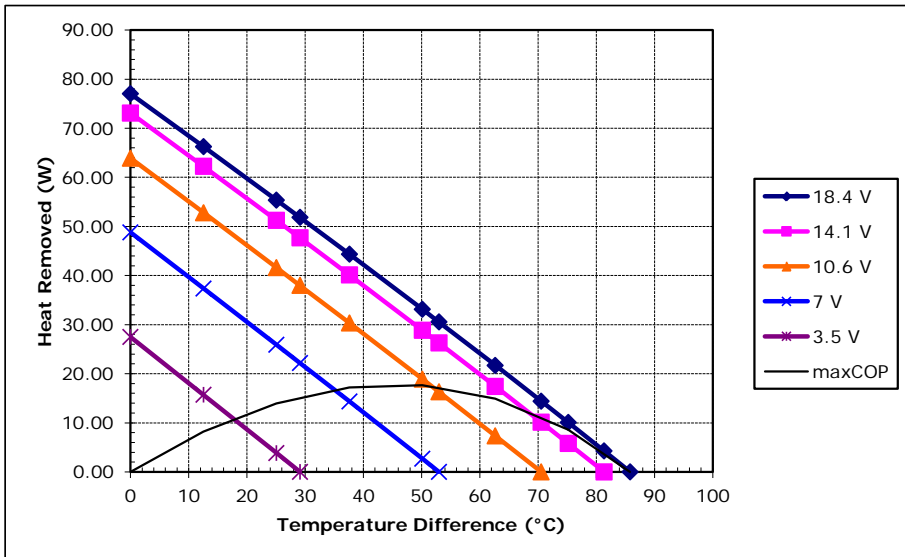
Potted TE-127-2.0-2.5 at a hot-side temperature of 30 °C



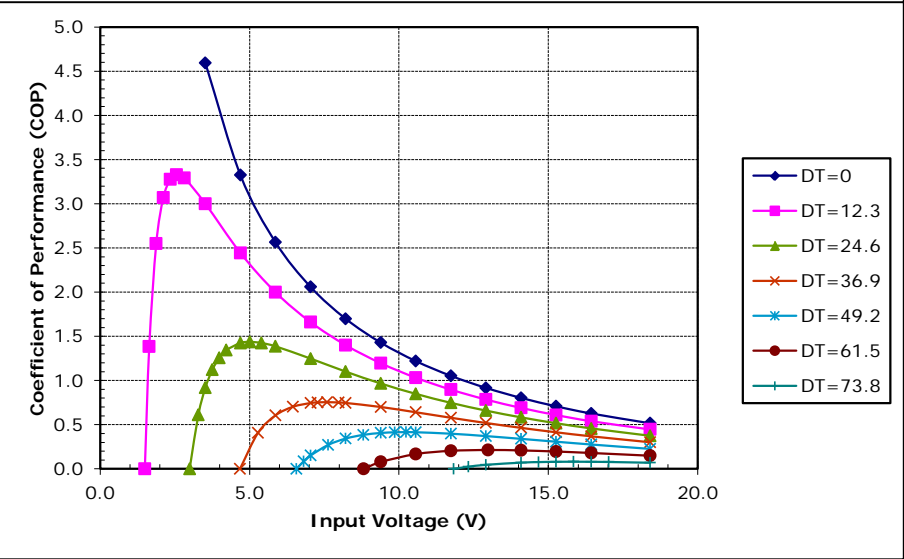
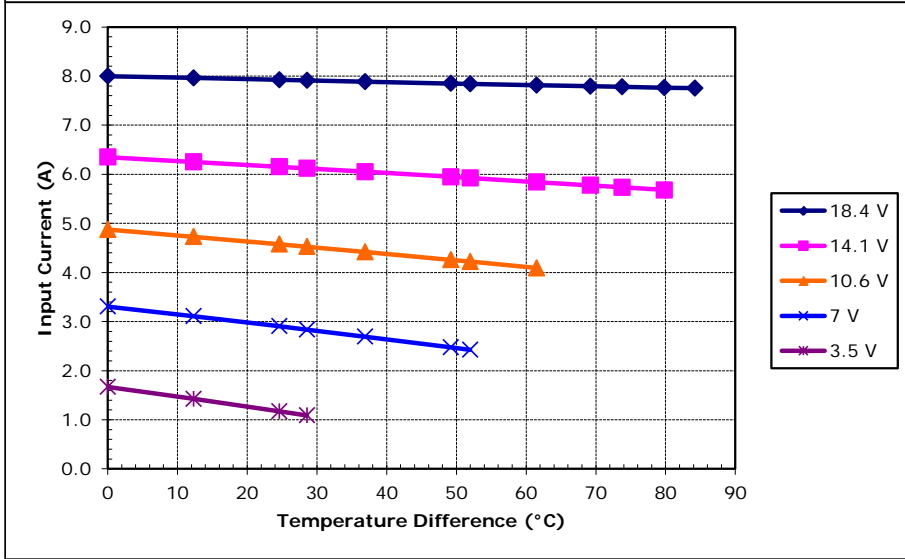
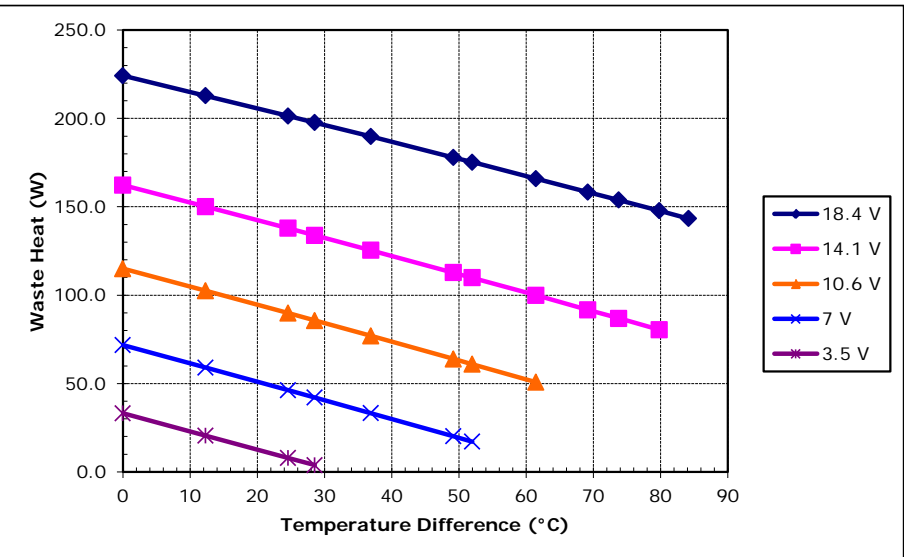
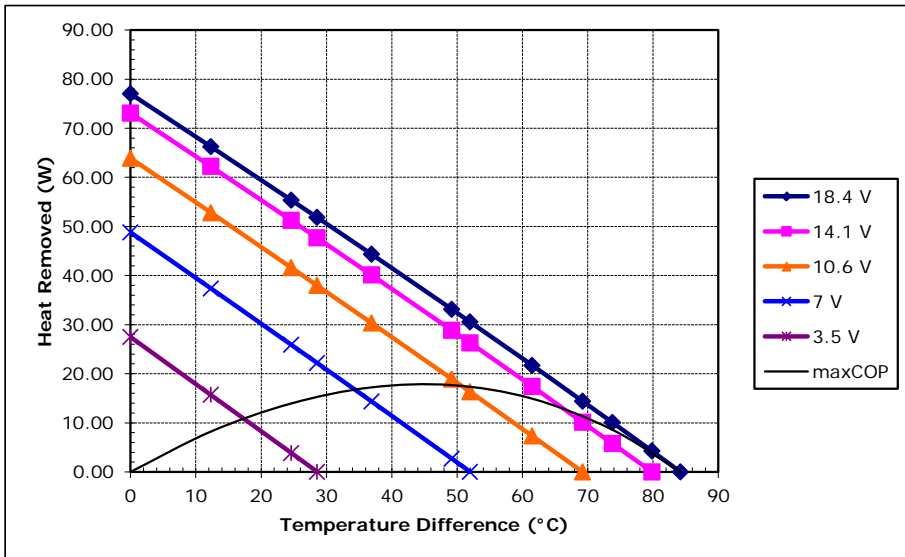
Unpotted TE-127-2.0-2.5 at a hot-side temperature of 50 °C



Potted TE-127-2.0-2.5 at a hot-side temperature of 50 °C



Unpotted TE-127-2.0-2.5 at a hot-side temperature of 70 °C



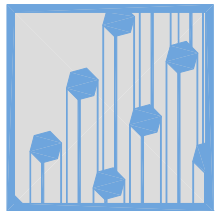
Potted TE-127-2.0-2.5 at a hot-side temperature of 70 °C

**ANEXO IV. DOCUMENTACION TECNICA DE  
DISIPADOR Y VENTILADOR**

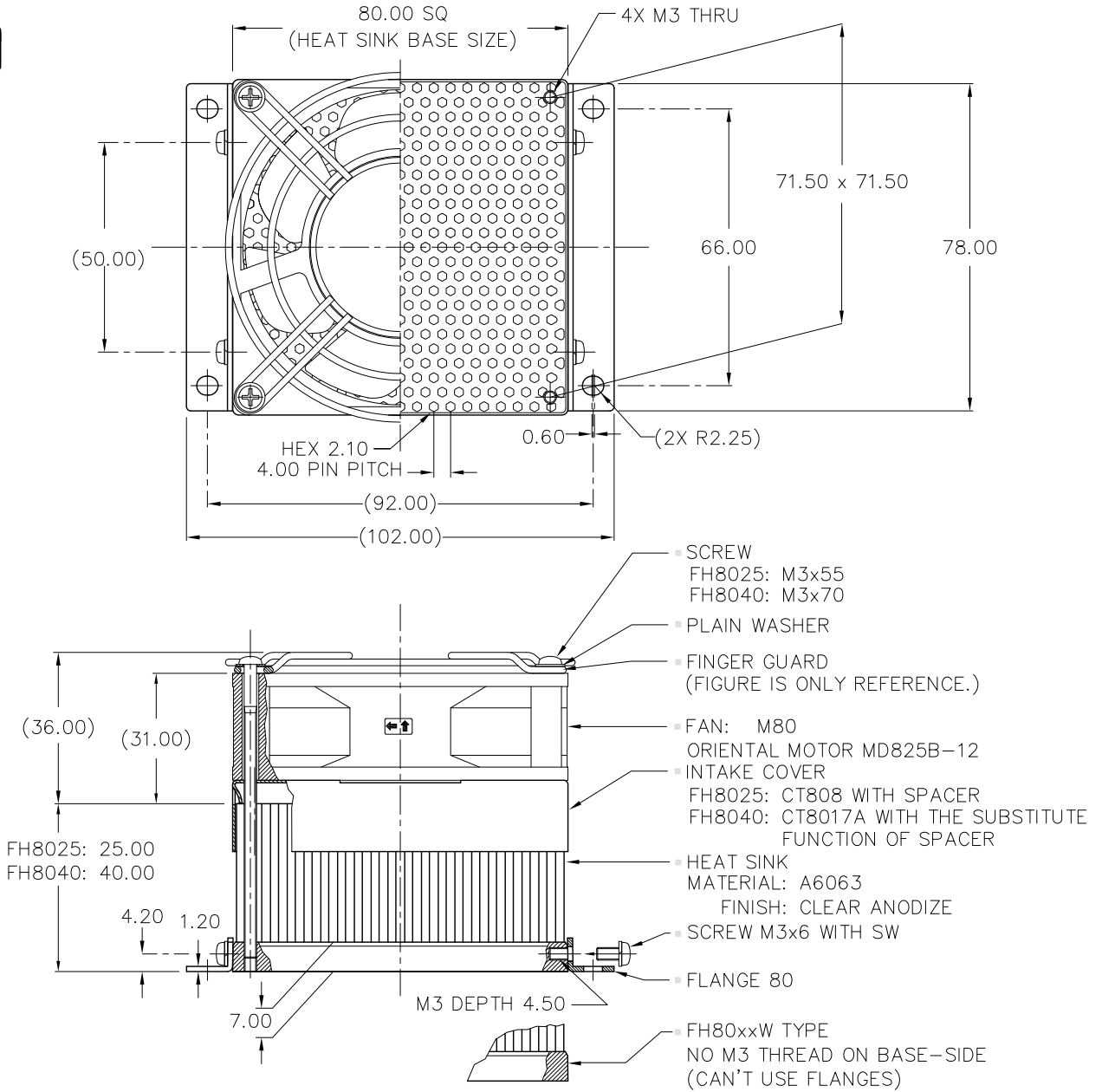
# ALPHA

## Active Heat Sink

# FH80



DIM



DIMENSIONS : mm

DATA



FH8025MU	0.24 °C/W	█									
FH8040MU	0.16 °C/W	█									
			0	0.5	1.0						
			THERMAL RESISTANCE °C/W								

- TESTING SPECIFICATIONS DUMMY HEATER SIZE: 70SQ
- BASED ON ALPHA'S STANDARD TEST PROCEDURE. REFER TO TECHNICAL INFORMATION.

Alpha Company Ltd.

256-1 UEDA, NUMAZU-CITY SHIZUOKA-PREF., JAPAN  
 PHONE +81(55)966 0789  
 FAX +81(55)966 9192  
 E mail : alpha@micforg.co.jp  
 URL : http://www.micforg.co.jp

Alpha Novatech, Inc. - a subsidiary of Alpha Company.

473 Sapena Ct. #12 Santa Clara, CA 95054 USA  
 PHONE +1(408)567-8082  
 FAX +1(408)567-8053  
 E mail : sales@alphanovatech.com  
 URL : http://www.alphanovatech.com



**Item # T-MD825B-12-G, Fan Kit**  
**Web Price \$25.50**

**Fan Kit**



Fan kit features axial flow fan, finger guard and mounting screws in a single package.



[LEAD TIME](#) · [SPECIFICATIONS](#)

**LEAD TIME**

Available to Ship <sup>1</sup>	1 ~ 30 pcs 09/16/2014
--------------------------------	-----------------------

<sup>1</sup> Quoted Ship Date for orders placed before 12:00pm PST in quantities listed.

**SPECIFICATIONS**

NOTE:	*Denotes Specifications for Fan Unit.
Product Line	ORIX ®
Fan Type	Axial Flow
Frame Size	3.15 in
Thickness	1 in.
Type	Lead Wire
Power Supply*	12 VDC
Current*	0.25 A
Speed (r/min)*	3800
Max. Air Flow*	35.3 CFM
Max. Static Pressure*	0.196 inH <sub>2</sub> O

Noise Level*	35 dB (A)
Components	MD825B-12 (Fan Unit) FG8D (Finger Guard) M4 x 40 mm (1.57 in.) (Mounting Screws)
RoHS Compliant	Yes
Safety Standards	IEC UL CSA EN CE
CE Marking	EMC Directives
Insulation Resistance	10 M $\Omega$ or more when 250 VDC is applied between the windings and the frame under normal ambient temperature and humidity.
Dielectric Strength	Sufficient to withstand 500V at 50Hz applied between the windings and the frame for 1 minute under normal ambient temperature and humidity.
Temperature Rise	18°F (10°C) or less measured by the thermometer method after the temperature of the case has stabilized after continuous operation under normal ambient temperature and humidity.
Insulation Class	Class E (248°F [120°C]), Recognized as Class A (221°F [105°C]) by UL and CSA standards.
Overheat Protection	Built-in Overheat Protection Circuit
Ambient Temperature Range	14°F ~ 140°F (-10°C ~ 60°C)
Ambient Humidity	85% or less (noncondensing)