

Anexos

Extracto del libro:

Termometría de contacto: Una referencia práctica para la medición de temperatura en el laboratorio y en la industria.

Autor: Víctor Martínez Fuentes

ISBN: 978-1-520-41901-5

ASIN: B01MRV13KA

A.1 Funciones de referencia de termopares estandarizados.

La función de referencia es de la forma (a excepción del termopar tipo K):

$$E_t = \sum c_i (t_{90})^i$$

donde E está en microvolts, μV y t_{90} en grados Celsius, $^{\circ}\text{C}$.

Función de termopar tipo B

de 0°C a 630.615°C

a_0	0.0
a_1	$-2.465\ 081\ 834\ 6 \times 10^{-01}$
a_2	$5.904\ 042\ 117\ 1 \times 10^{-03}$
a_3	$-1.325\ 793\ 163\ 6 \times 10^{-06}$
a_4	$1.566\ 829\ 190\ 1 \times 10^{-09}$
a_5	$-1.694\ 452\ 924\ 0 \times 10^{-12}$
a_6	$6.299\ 034\ 709\ 4 \times 10^{-16}$

de 630.615°C a 1820 °C

a_0	$-3.893\ 816\ 862\ 1 \times 10^{+03}$
a_1	$2.857\ 174\ 747\ 0 \times 10^{+01}$
a_2	$-8.488\ 510\ 478\ 5 \times 10^{-02}$
a_3	$1.578\ 528\ 016\ 4 \times 10^{-04}$
a_4	$-1.683\ 534\ 486\ 4 \times 10^{-07}$
a_5	$1.110\ 979\ 401\ 3 \times 10^{-10}$
a_6	$-4.451\ 543\ 103\ 3 \times 10^{-14}$
a_7	$9.897\ 564\ 082\ 1 \times 10^{-18}$
a_8	$-9.379\ 133\ 028\ 9 \times 10^{-22}$

Termopar Tipo N

Intervalo de -270°C a 0 °C

a_0	0
a_1	$2.615\ 910\ 596\ 2 \times 10^{+01}$
a_2	$1.095\ 748\ 422\ 8 \times 10^{-02}$
a_3	$-9.384\ 111\ 155\ 4 \times 10^{-05}$
a_4	$-4.641\ 203\ 975\ 9 \times 10^{-08}$
a_5	$-2.630\ 335\ 771\ 6 \times 10^{-09}$
a_6	$-2.265\ 343\ 800\ 3 \times 10^{-11}$
a_7	$-7.608\ 930\ 079\ 1 \times 10^{-14}$
a_8	$-9.341\ 966\ 783\ 5 \times 10^{-17}$

Intervalo de 0°C a 1300 °C

a_0	0
a_1	$2.592\ 939\ 460\ 1 \times 10^{+01}$
a_2	$1.571\ 014\ 188\ 0 \times 10^{-02}$
a_3	$4.382\ 562\ 723\ 7 \times 10^{-05}$
a_4	$-2.526\ 116\ 979\ 4 \times 10^{-07}$
a_5	$6.431\ 181\ 933\ 9 \times 10^{-10}$
a_6	$-1.006\ 347\ 151\ 9 \times 10^{-12}$
a_7	$9.974\ 533\ 899\ 2 \times 10^{-16}$
a_8	$-6.086\ 324\ 560\ 7 \times 10^{-19}$
a_9	$2.084\ 922\ 933\ 9 \times 10^{-22}$
a_{10}	$-3.068\ 219\ 615\ 1 \times 10^{-26}$

Termopar tipo K.

La función de este termopar para temperaturas bajo 0°C tiene la forma:
y para temperaturas arriba de 0°C tiene la forma:

$$E_t = \sum c_i (t_{90})^i$$

donde e es la constante del logaritmo natural, E está en microvolts y t_{90} en grados

$$E_t = \sum c_i (t_{90})^i + \alpha_0 e^{\alpha_1 (t_{90} - 126.9686)^2}$$

Celsius.

Intervalo de -270°C a 0 °C

a_0	0
a_1	$3.945\ 012\ 802\ 5 \times 10^{+01}$
a_2	$2.362\ 237\ 359\ 8 \times 10^{-02}$
a_3	$-3.285\ 890\ 678\ 4 \times 10^{-04}$
a_4	$-4.990\ 482\ 877\ 7 \times 10^{-06}$
a_5	$-6.750\ 905\ 917\ 3 \times 10^{-08}$
a_6	$-5.741\ 032\ 742\ 8 \times 10^{-10}$
a_7	$-3.108\ 887\ 289\ 4 \times 10^{-12}$
a_8	$-1.045\ 160\ 936\ 5 \times 10^{-14}$
a_9	$-1.988\ 926\ 687\ 8 \times 10^{-17}$
a_{10}	$-1.632\ 269\ 748\ 6 \times 10^{-20}$
α_0	$1.185976 \times 10^{+02}$
α_1	$-1.183432 \times 10^{-04}$

Intervalo de 0 a 1372

a_0	$-1.760\ 041\ 368\ 6 \times 10^{+01}$
a_1	$3.892\ 120\ 497\ 5 \times 10^{+01}$
a_2	$1.855\ 877\ 003\ 2 \times 10^{-02}$

a_3	$-9.945\ 759\ 287\ 4 \times 10^{-05}$
a_4	$3.184\ 094\ 571\ 9 \times 10^{-07}$
a_5	$-5.607\ 284\ 488\ 9 \times 10^{-10}$
a_6	$5.607\ 505\ 905\ 9 \times 10^{-13}$
a_7	$-3.202\ 072\ 000\ 3 \times 10^{-16}$
a_8	$9.715\ 114\ 715\ 2 \times 10^{-20}$
a_9	$-1.210\ 472\ 127\ 5 \times 10^{-23}$

Termopar tipo J

Intervalo de -210°C a 760°C

a_0	0
a_1	$5.038\ 118\ 781\ 5 \times 10^{+01}$
a_2	$3.047\ 583\ 693\ 0 \times 10^{-02}$
a_3	$-8.568\ 106\ 572\ 0 \times 10^{-05}$
a_4	$1.322\ 819\ 529\ 5 \times 10^{-07}$
a_5	$-1.705\ 295\ 833\ 7 \times 10^{-10}$
a_6	$2.094\ 809\ 069\ 7 \times 10^{-13}$
a_7	$-1.253\ 839\ 533\ 6 \times 10^{-16}$
a_8	$1.563\ 172\ 569\ 7 \times 10^{-20}$

Intervalo de 760°C a 1200 °C

a_0	$2.964\ 562\ 568\ 1 \times 10^{+05}$
a_1	$-1.497\ 612\ 778\ 6 \times 10^{+03}$
a_2	$3.178\ 710\ 392\ 4 \times 10^{+00}$
a_3	$-3.184\ 768\ 670\ 1 \times 10^{-03}$
a_4	$1.572\ 081\ 900\ 4 \times 10^{-06}$
a_5	$-3.069\ 136\ 905\ 6 \times 10^{-10}$

Termopar tipo T

Intervalo de -270°C a 0°C

a_0	0
a_1	$3.874\ 810\ 636\ 4 \times 10^{+01}$
a_2	$4.419\ 443\ 434\ 7 \times 10^{-02}$
a_3	$1.184\ 432\ 310\ 5 \times 10^{-04}$
a_4	$2.003\ 297\ 355\ 4 \times 10^{-05}$
a_5	$9.013\ 801\ 955\ 9 \times 10^{-07}$
a_6	$2.265\ 115\ 659\ 3 \times 10^{-08}$
a_7	$3.607\ 115\ 420\ 5 \times 10^{-10}$
a_8	$3.849\ 393\ 988\ 3 \times 10^{-12}$
a_9	$2.821\ 352\ 192\ 5 \times 10^{-14}$
a_{10}	$1.425\ 159\ 477\ 9 \times 10^{-16}$
a_{11}	$4.876\ 866\ 228\ 6 \times 10^{-19}$
a_{12}	$1.079\ 553\ 927\ 0 \times 10^{-21}$
a_{13}	$1.394\ 502\ 706\ 2 \times 10^{-24}$
a_{14}	$7.979\ 515\ 392\ 7 \times 10^{-28}$

Intervalo de 0°C a 400°C

a_0	0
a_1	$3.874\ 810\ 636\ 4 \times 10^{+01}$
a_2	$3.329\ 222\ 788\ 0 \times 10^{-02}$
a_3	$2.061\ 824\ 340\ 4 \times 10^{-04}$
a_4	$-2.188\ 225\ 684\ 6 \times 10^{-06}$
a_5	$1.099\ 688\ 092\ 8 \times 10^{-08}$
a_6	$-3.081\ 575\ 877\ 2 \times 10^{-11}$
a_7	$4.547\ 913\ 529\ 0 \times 10^{-14}$
a_8	$-2.751\ 290\ 167\ 3 \times 10^{-17}$

Termopar tipo E

Intervalo de -270°C a 0°C

a_0	0
a_1	$5.866\ 550\ 870\ 8 \times 10^{+01}$
a_2	$4.541\ 097\ 712\ 4 \times 10^{-02}$
a_3	$-7.799\ 804\ 868\ 6 \times 10^{-04}$
a_4	$-2.580\ 016\ 084\ 3 \times 10^{-05}$
a_5	$-5.945\ 258\ 305\ 7 \times 10^{-07}$
a_6	$-9.321\ 405\ 866\ 7 \times 10^{-09}$
a_7	$-1.028\ 760\ 553\ 4 \times 10^{-10}$
a_8	$-8.037\ 012\ 362\ 1 \times 10^{-13}$
a_9	$-4.397\ 949\ 739\ 1 \times 10^{-15}$
a_{10}	$-1.641\ 477\ 635\ 5 \times 10^{-17}$
a_{11}	$-3.967\ 361\ 951\ 6 \times 10^{-20}$
a_{12}	$-5.582\ 732\ 872\ 1 \times 10^{-23}$
a_{13}	$-3.465\ 784\ 201\ 3 \times 10^{-26}$

Intervalo de 0°C a 1000 °C

a_0	0
a_1	$5.866\ 550\ 871\ 0 \times 10^{+01}$
a_2	$4.503\ 227\ 558\ 2 \times 10^{-02}$
a_3	$2.890\ 840\ 721\ 2 \times 10^{-05}$
a_4	$-3.305\ 689\ 665\ 2 \times 10^{-07}$
a_5	$6.502\ 440\ 327\ 0 \times 10^{-10}$
a_6	$-1.919\ 749\ 550\ 4 \times 10^{-13}$
a_7	$-1.253\ 660\ 049\ 7 \times 10^{-15}$
a_8	$2.148\ 921\ 756\ 9 \times 10^{-18}$
a_9	$-1.438\ 804\ 178\ 2 \times 10^{-21}$
a_{10}	$3.596\ 089\ 948\ 1 \times 10^{-25}$

Termopar tipo S

Intervalo de -50°C a 1064.18 °C

a_0	0
a_1	$5.403\ 133\ 086\ 31 \times 10^{+00}$
a_2	$1.259\ 342\ 897\ 40 \times 10^{-02}$
a_3	$-2.324\ 779\ 686\ 89 \times 10^{-05}$
a_4	$3.220\ 288\ 230\ 36 \times 10^{-08}$
a_5	$-3.314\ 651\ 963\ 89 \times 10^{-11}$
a_6	$2.557\ 442\ 517\ 86 \times 10^{-14}$
a_7	$-1.250\ 688\ 713\ 93 \times 10^{-17}$
a_8	$2.714\ 431\ 761\ 45 \times 10^{-21}$

Intervalo de 1064.18°C a 1664.5 °C

a_0	$1.329\ 004\ 440\ 85 \times 10^{+03}$
a_1	$3.345\ 093\ 113\ 44 \times 10^{+00}$
a_2	$6.548\ 051\ 928\ 18 \times 10^{-03}$
a_3	$-1.648\ 562\ 592\ 09 \times 10^{-06}$
a_4	$1.299\ 896\ 051\ 74 \times 10^{-11}$

Intervalo de 1664.5°C a 1768.1 °C

a_0	$1.466\ 282\ 326\ 36 \times 10^{+05}$
a_1	$-2.584\ 305\ 167\ 52 \times 10^{+02}$
a_2	$1.636\ 935\ 746\ 41 \times 10^{-01}$
a_3	$-3.304\ 390\ 469\ 87 \times 10^{-05}$
a_4	$-9.432\ 236\ 906\ 12 \times 10^{-12}$

Termopar tipo R

Intervalo de -50°C a 1064.18 °C

a_0	0
a_1	$5.289\ 617\ 297\ 65 \times 10^{+00}$
a_2	$1.391\ 665\ 897\ 82 \times 10^{-02}$
a_3	$-2.388\ 556\ 930\ 17 \times 10^{-05}$
a_4	$3.569\ 160\ 010\ 63 \times 10^{-08}$
a_5	$-4.623\ 476\ 662\ 98 \times 10^{-11}$
a_6	$5.007\ 774\ 410\ 34 \times 10^{-14}$
a_7	$-3.731\ 058\ 861\ 91 \times 10^{-17}$
a_8	$1.577\ 164\ 823\ 67 \times 10^{-20}$
a_9	$-2.810\ 386\ 252\ 51 \times 10^{-24}$

Intervalo de 1064.18 a 1664.5 °C

a_0	$2.951\ 579\ 253\ 16 \times 10^{+03}$
a_1	$-2.520\ 612\ 513\ 32 \times 10^{+00}$
a_2	$1.595\ 645\ 018\ 65 \times 10^{-02}$
a_3	$-7.640\ 859\ 475\ 76 \times 10^{-06}$
a_4	$2.053\ 052\ 910\ 24 \times 10^{-09}$
a_5	$-2.933\ 596\ 681\ 73 \times 10^{-13}$

Intervalo de 1664.5°C a 1768.1 °C

a_0	$1.522\ 321\ 182\ 09 \times 10^{+05}$
a_1	$-2.688\ 198\ 885\ 45 \times 10^{+02}$
a_2	$1.712\ 802\ 804\ 71 \times 10^{-01}$
a_3	$-3.458\ 957\ 064\ 53 \times 10^{-05}$
a_4	$-9.346\ 339\ 710\ 46 \times 10^{-12}$