

Índice

1. Objetivos	2
2. Objetivos	2
2.1. Especificaciones	2
2.1.1. Componentes	2
2.2. Diagrama de Flujo	3
2.3. Diagrama de Bloques	4
3. Diseño	5
3.1. Esquemático	5
3.2. Componentes	6
3.3. Regulador de Corriente	6
3.4. Medición de la temperatura	7
4. Especificaciones del microcontrolador	8
4.1. Microcontrolador	8
4.2. Configuraciones	8
4.2.1. Low Fuse	8
4.2.2. UCSRC	9
4.2.3. UBRRL	9
4.2.4. TCCR2	9
5. Software	9
5.1. Protocolo puerto serie	9
6. Conclusiones	10
A. Código Proyecto	11
A.1. Pulsera.S	11
A.2. Makefile	22
B. Datasheets	22
C. Referencias	41
D. Presupuesto	42

1. Objetivos

Se diseñará e implementará una pulsera térmica que regulará la temperatura corporal. Se utilizará un módulo termoelectrónico para enviar variaciones de calor o frío a la muñeca del usuario para modificar la percepción térmica del cuerpo.

Su función es generar pulsos de frío o calor, de manera de generar una sensación de confort para una persona en condiciones donde la temperatura es muy alta o muy baja respectivamente. Está basado en el proyecto *Wristify* [1] ganador del concurso de intel *Make It Wearable* [2].

1.1. Especificaciones

El dispositivo utilizará una celda Peltier para enviar pulsos de calor o frío. De forma que se logre una diferencia de temperatura mayor a $0,4^{\circ}\text{C}/\text{seg.}$ durante 5 segundos y durante los siguientes 10 segundos entrará en estado de espera, para luego volver a iniciar el ciclo.

Deberá contar con un sensor de temperatura para medir la temperatura ambiente y analizar si deberá enviar o recibir calor.

Finalmente deberá controlar que se cumpla el ciclo en base a la corriente que circulará por la celda Peltier.

1.1.1. Componentes

Deberá contar con los siguientes componentes:

- Celda Peltier: Generará los pulsos de calor en la muñeca del usuario.
- Circuito regulador de corriente: Regulará la corriente suministrada a la celda peltier.
- Disipador: La celda Peltier contará con un disipador para evitar fijar la temperatura de una de sus placas.
- Termistores: Contará con dos termistores. Uno para medir la temperatura ambiente y en base a esta decidir el modo de trabajo, frío o calor. El segundo termistor medirá la temperatura del disipador conectado a la celda Peltier para poder realizar una estimación de la temperatura de la celda.
- Salida de puerto serie: Servirá para poder monitorear en una computadora la temperatura de la placa.
- Fuente: Suministrará la corriente necesaria a la celda Peltier y proporcionará alimentación a todos los dispositivos utilizados.
- Interruptor: Para poder invertir el estado de trabajo, de frío a calor y viceversa.
- Controlador: Se utilizara un microcontrolador AVR. Es el encargado de obtener las temperaturas de los termistores para definir el modo de trabajo y autoregular la corriente de la celda Peltier mediante el circuito regulador de corriente.

1.2. Diagrama de Flujo

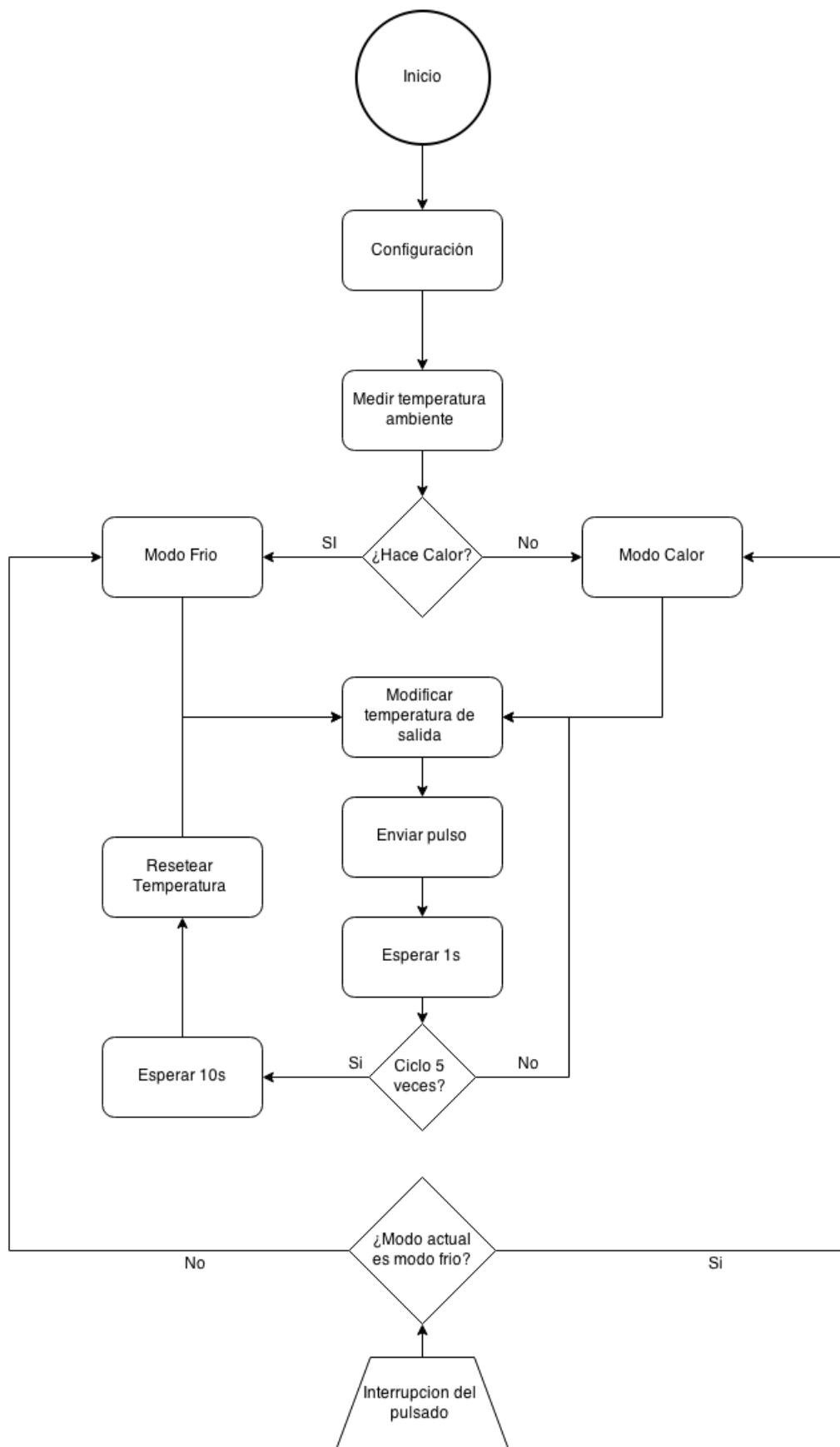


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso

1.3. Diagrama de Bloques

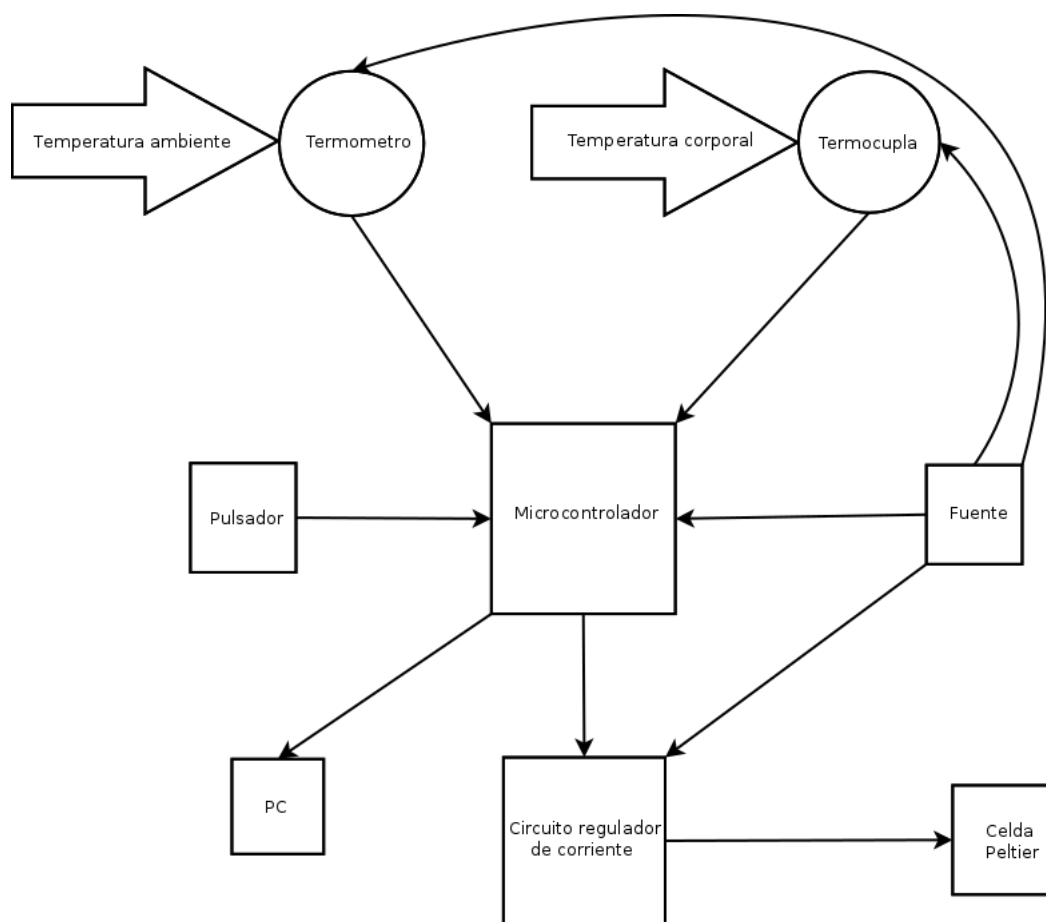


Figura 2: Diagrama de bloques

2. Diseño

2.1. Esquemático

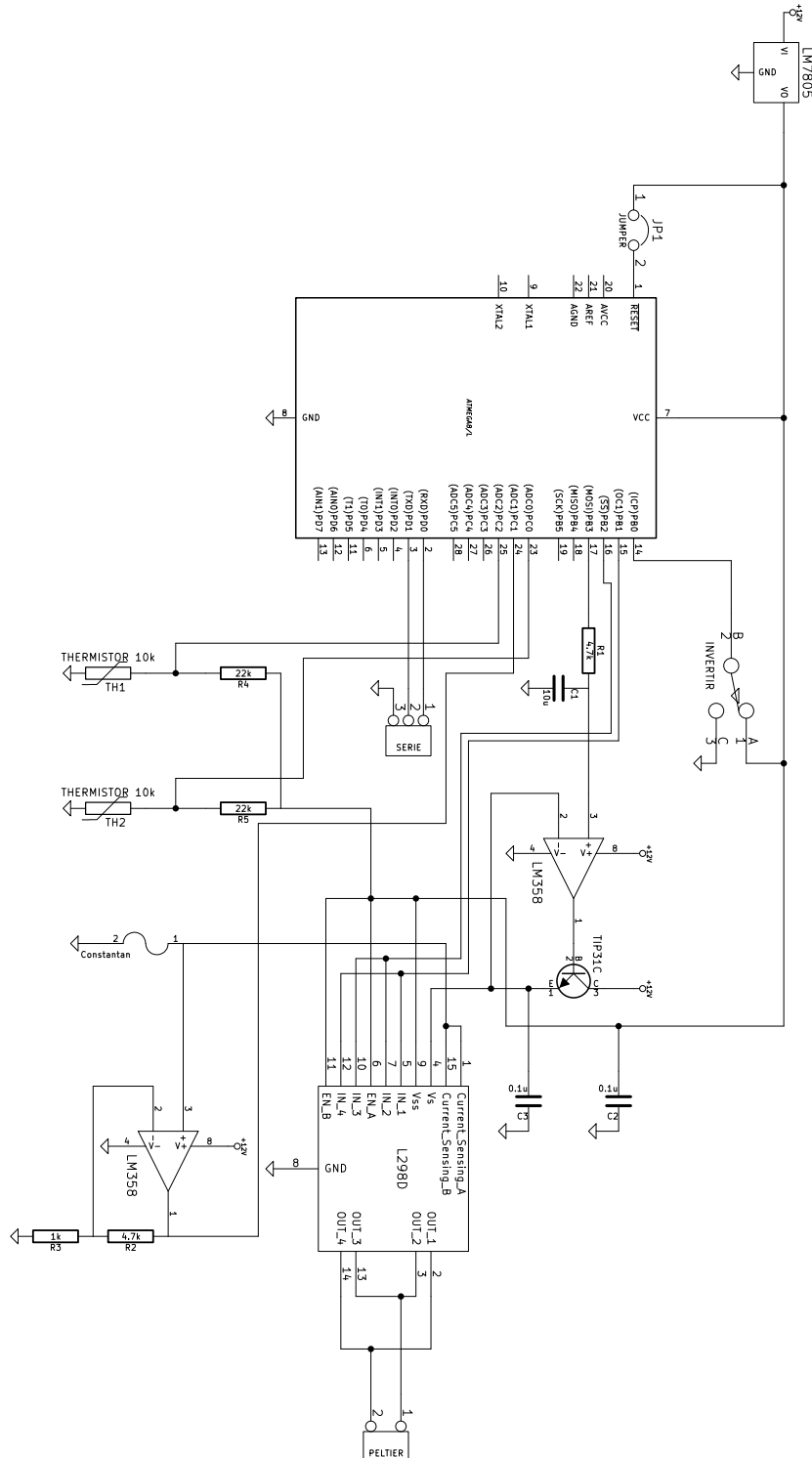


Figura 3: diagrama esquemático

2.2. Componentes

- Celda Peltier: Celda peltier de 10 W y 15x15 mm
- LM7805: Regulador de tensión para habilitar el puente H, alimentar el microcontrolador y suministrarle tensión constante a las resistencias conectadas en serie a los termistores.
- Interruptor: Interruptor para activar la inversión de la polaridad.
- Resistencias:
 - Dos resiststencias de 4,7 k Ω
 - Dos resiststencias de 22,0 k Ω
 - Una resistencia de 1,0 k Ω
- Capacitores:
 - 1 capacitor de 10 μ F para generar tensión constante del PWM recibido.
 - 2 capacitores de 0.1 μ F Conectados en paralelo a las alimentaciones del puente H, recomendados por el fabricante.
- LM358: Dos amplificadores operacionales. Uno para suministrar corriente a la base del NPN y el segundo para amplificar la tensión leída del constantán.
- TIP31C: Transistor de potencia NPN, utilizado para regular la corriente.
- L298D: Puente H utilizado para invertir la polaridad de la celda Peltier
- Constantán: alambre utilizado para sensar la corriente generada.
- Batería: de 12 V y 2,9 Ah
- Pines:
 - 3 pines para el puerto serie.
 - 2 pines para el reseteo del microcontrolador.
 - 2 pines para conectar la celda peltier al circuito.
- Termistores: Dos termistores NTC de 10 k Ω

2.3. Regulador de Corriente

Se utilizó un regulador de corriente controlado por un PWM como se muestra en la figura 4

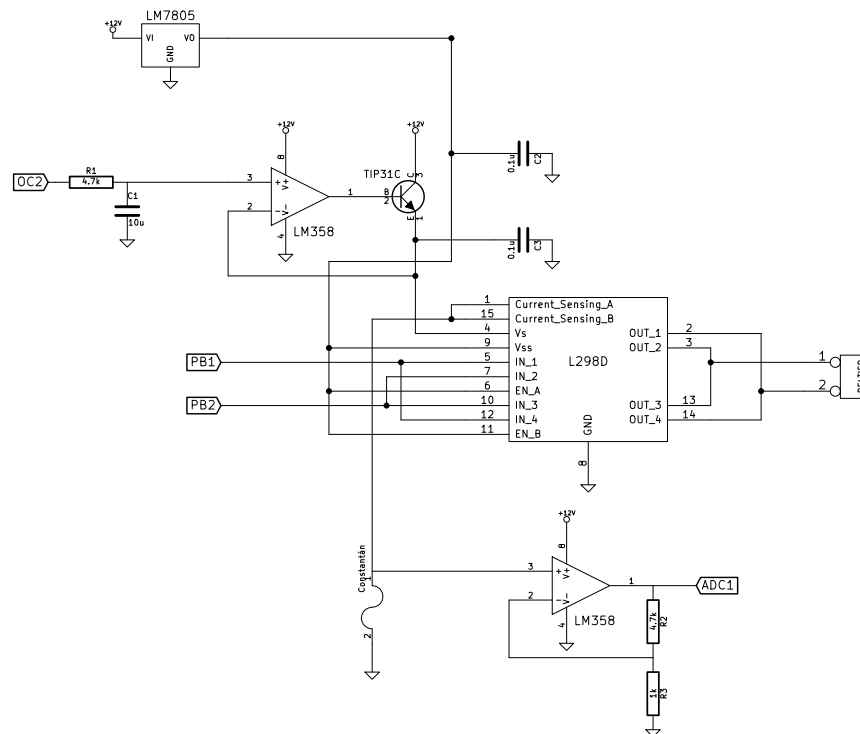


Figura 4: Regulador de Corriente

El circuito RC generará una tensión constante del PWM generado por el microcontrolador. Dicha tensión regulará la corriente suministrada a la base del NPN por el amplificador operacional, generando una corriente constante entre el colector y el emisor del transistor.

Se optó por utilizar un L298D para el puente H ya que cuenta en un mismo integrado dos puentes H que soportan 2 A de corriente. Conectados en paralelo como se muestra en la figura 4 se puede duplicar dicha corriente máxima para que soporte hasta 4 A de corriente.

Al final del circuito se sensorá la corriente generada mediante la tensión en el alambre constantán que es amplificada por el amplificador operacional. Para que la tensión de salida varíe entre 0 V y 2,56 V y sea leído por el microcontrolador.

Las resistencias del amplificador se obtuvieron considerando que para la corriente máxima registrada, la salida no supere los 2,56 V. Se registró una corriente máxima de 1,75 A y se midió una resistencia de 0,25 Ω.

La tensión de salida se obtiene mediante:

$$V_{ADC1} = R_{constantan} I_{MAX} \frac{R_3 + R_2}{R_3} \quad (1)$$

Luego fijando $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ y $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$ se verificó que la tensión no supere los 2,56 V:

$$V_{ADC1} = 0,25 \Omega \cdot 1,75 \text{ A} \frac{1 \text{ k}\Omega + 4,7 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} = 2,49 \text{ V}$$

2.4. Medición de la temperatura

Para medir la temperatura se utilizó un divisor resistivo utilizando termistores para medir su tensión y poder estimar la temperatura. Se obtuvieron las resistencias a conectar en serie con los termistores de forma que la tensión máxima no supere los 2,56 V

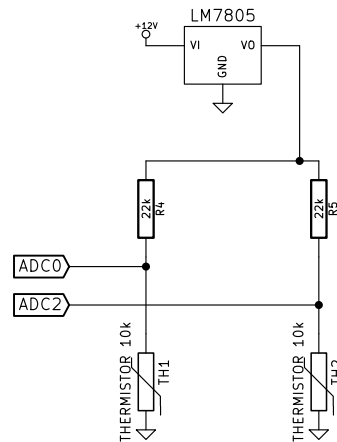


Figura 5: Divisor de tensión de los termistores

$$V_{termistor} = 5V \frac{R_{termistor}}{R_{termistor} + R_{serie}} \quad (2)$$

Finalmente se eligió una resistencia de $R_{serie} = 22k\Omega$ para R_4 y R_5 verificando que la tensión en los termistores no supere la tensión de referencia del ADC del microcontrolador para la resistencia máxima registrada en los termistores a $R_{0^\circ C} = 15k\Omega$:

$$V_{termistor} = 5V \frac{15k\Omega}{15k\Omega + 22k\Omega} = 2V$$

3. Especificaciones del microcontrolador

3.1. Microcontrolador

Para este proyecto se utilizó un microcontrolador Atmega8L. El datasheet del mismo se puede obtener en la página de Atmel[4]

3.2. Configuraciones

3.2.1. Low Fuse

Se configuró este registro para que el clock del microcontrolador estuviera establecido en 8MHz.

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	0	0	1	0	0
BODLVL	BODEN	SUT1	SUT0	CKSEL3	CKSEL2	CKSEL1	CKSEL0

Solo se modificaron los valores de CKSEL, el resto de los bits fue dejado en la configuración que venía de fábrica.

3.2.2. UCSRC

Se configuro este registro para setear que el puerto serie envíe datos de 8bits, con un bit de stop y sin bit de paridad

7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	0	1	1	0
URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL

Configuracion segun el bit

Bit 7:

Bit 6: Modo Asincronico

Bit 5 y 4: Sin bit de paridad

Bit 3: Un bit de STOP

Bit 2 y 1: Datos de 8 bits

Bit 0: 0 Por modo Asincronico

3.2.3. UBRRL

Se configuro este registro para setear el Baud Rate del puerto serie a 38,4Mhz

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	1	1	0	0
UBRR[7:0]							

3.2.4. TCCR2

Se configuro este registro para setear el modo de funcionamiento del contador 2.

7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	1	1	0	0	0	1
FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20

Configuracion segun el bit

Bit 7: 0, por ser modo PWM

Bit 6 y 3: Modo PWM, Phase Correct

Bit 5 y 4: Modo set on match en subida y clear on match en bajada

Bit 2 - 0: Sin prescaler

4. Software

4.1. Protocolo puerto serie

Para la comunicacion desde el puerto serie se utilizo un protocolo con el siguiente formato:

- **Primer bloque:** Un byte con un caracter *ASCII* alfanumerico identificador el dato a mandar.
- **Siguientes bloque:** Uno o mas bytes con el dato a enviar. El receptor se debe encargar de determinar el largo de este en base a lo recibido en el primer bloque.

En particular para este proyecto, se utilizaron datos de un byte¹ y se enviaron con la configuracion detallada en la seccion 4.2.2 (Pagina: 9), con lo cual los paquetes enviados por puerto respetan el siguiente formato:

1-bit	8-bits	1-bit	1-bit	8-bits	1-bit
START	Tipo de dato	STOP	START	Dato enviado	STOP

¹Esto fue en parte una consecuencia de la eleccion del modelo del microcontrolador. Por otro lado, tampoco eran necesarios datos mas grandes.

5. Conclusiones

En este punto se hará una autocrítica acerca de los errores y aciertos logrados . También se podrán hacer sugerencias sobre futuras mejoras en el proyecto y si consideran que otro grupo lo puede continuar. Incluir en este punto las diferencias, si las hubiere, entre las especificaciones originales previstas en el anteproyecto y las finalmente alcanzadas.

A. Código Proyecto

A.1. Pulsera.S

```
1  #include <avr/io.h>

3  .section .data
   .org 0x000

5
6  Temp_Ambiente: .byte 0
7  Temp_Disipador: .byte 0
8  Temp_Peltier: .byte 0
9  Tension_Salida: .byte 0

11 Modo_Operacion: .byte 0

13 Modo_Standby: .byte 0

15 PWM: .byte 0
   Tension_min: .byte 0
17 Tension_max: .byte 0
   Iterador: .byte 0

19
20 .section .text
21 .org 0x0
   .global main
23 rjmp main

25 #define low(x)    lo8(x)
   #define high(x)  hi8(x)

27
28 ;Regs:
29 ;r16: Temporal, pasaje de parametro y de retorno
   #define Reg_Temporal r16

31
32 ;r20: Contador
33 #define Contador r20

35 ;Constantes:
36 ;Tipos de dato para mandar por serial

37
38 #define Dato_Tempe_Ambiente 'A'
39 #define Dato_Tempe_Disipador 'T'
   #define Dato_Num_Iteracion 'I'
41 #define Dato_Tension_Salida 'P'
   #define Dato_Tempe_Peltier 'X'
43 #define Dato_PWM 'W'
   #define Dato_max 'M'
45 #define Dato_min 'N'

47 #define Incremento_Pulso_Calor 3
   #define Incremento_Pulso_Frio 10
49 #define Incremento_Regulacion 1
   #define PWM_inicial 95

51

52 #define Eeprom_Inicio_Calor 0x64
   #define Eeprom_Inicio_Frio 0x94

55
```

```

57  ;Saltea el vector de interrupcion
    .org 0x0020
59  main:

61  STACK_Init:
    ldi    Reg_Temporal,    low(RAMEND)
63    out    _SFR_IO_ADDR(SPL), Reg_Temporal
    ldi    Reg_Temporal,    high(RAMEND)
65    out    _SFR_IO_ADDR(SPH), Reg_Temporal

67    rcall  PWM_Init
    rcall  PUENTE_H_Init
69    rcall  USART_Init

71  LOOP:
    ;Iteraciones, se usa para saber la diferencia que se debe obtener
73    clr    Contador

75    rcall  GET_MODE                ;obtengo el modo de operacion

77    ldi    r29,                    PWM_inicial    ;PWM
    sts    PWM,                    r29
79    rcall  RESET_PWM

81  REDUCIR_LOOP:

83    mov    Reg_Temporal,    Contador

85    ldi    r27,                    10
    rcall  ESPERA
87    rcall  AUMENTAR_PULSO

89
91    inc    Contador                ;Cumpli una vuelta
    ldi    Reg_Temporal,    6
    cpse    Contador,          Reg_Temporal    ;No saltar si ya ejecuto 5 vueltas
93
    rjmp    REDUCIR_LOOP

95
    cbi    _SFR_IO_ADDR(DDRB), 3    ;(OC2) para salida
97    sbi    _SFR_IO_ADDR(DDRB), 3    ;(OC2) para salida
    cbi    _SFR_IO_ADDR(PORTB), 3

99
;    rcall STANDBY
101   rjmp  LOOP

103  ;-----Funciones-----
RESET_PWM:
    ;8 bits mas significativos de la direccion de la eeprom a leer
105    clr    r17
107    lds    r31,                    Modo_Operacion
    cpi    r31,                    0
109    breq   TABLA_FRIO
TABLA_CALOR:
111    ldi    Reg_Temporal,    Eeprom_Inicio_Calor
    rjmp    CARGAR_TABLA
113  TABLA_FRIO:
    ldi    Reg_Temporal,    Eeprom_Inicio_Frio
115  CARGAR_TABLA:
    inc    Reg_Temporal

```

```

117     inc      Reg_Temporal
118     sts      Iterador ,          Reg_Temporal
119     rcall    LEER_EEPROM
120     sts      Tension_min ,      r25
121
122     inc      Reg_Temporal
123     inc      Reg_Temporal
124     rcall    LEER_EEPROM
125     sts      Tension_max ,      r25
126
127     lds      r29 ,              PWM
128     out      _SFR_IO_ADDR(OCR2) , r29
129
130     ret
131 ;-----
132 ; espera r27 * 100mseg
133 ESPERA:
134     rcall    SET_PWM
135     rcall    TRANSMITIR_DATOS
136     rcall    DEMORA
137
138
139     dec      r27
140     clr      Reg_Temporal
141     cpse     r27 ,              Reg_Temporal
142     rjmp     ESPERA
143     ret
144
145 ;-----
146 ; Lee de eeprom en la direccion indicada en los registros r17 para los 8 bits
147 ; mas significativos y r16 para los 8 bits menos significativos. Guarda el contenido
148 ; en el registro r25
149 LEER_EEPROM:
150     ;Espera hasta que la ultima escritura este terminada
151     sbic     _SFR_IO_ADDR(EECR) , EEWE
152     rjmp     LEER_EEPROM
153
154     ;r17 elige la tabla
155     out      _SFR_IO_ADDR(EEARH) , r17
156     ;r16 el campo
157     out      _SFR_IO_ADDR(EEARL) , r16
158
159     ;habilita el modo lectura
160     sbi      _SFR_IO_ADDR(EECR) , EERE
161     ;guarda el contenido de la direccion antes cargada en r25
162     in       r25 ,              _SFR_IO_ADDR(EEDR)
163     ret
164
165 ;-----
166 ; Inicializa el puente H seteando los pines 1 y 2 del puerto B como salida.
167 PUENTE_H_Init:
168     sbi      _SFR_IO_ADDR(DDRB) , 2
169     sbi      _SFR_IO_ADDR(DDRB) , 1
170     ret
171
172 MODO_FRIO:
173     sbi      _SFR_IO_ADDR(PORTB) , 1
174     cbi      _SFR_IO_ADDR(PORTB) , 2
175     ret

```

```

177 MODO_CALOR:
    cbi    _SFR_IO_ADDR(PORTB), 1
179    sbi    _SFR_IO_ADDR(PORTB), 2
    ret

181 ;-----

183 TRANSMITIR_DATOS:
    rcall  LEER_AMBIENTE
185    rcall  LEER_DISPADOR
    rcall  LEER_PELTIER

187
    ;Envio la iteracion
189    ldi    Reg_Temporal, Dato_Num_Iteracion    ; tipo de dato a mandar
    rcall  USART_Transmit
191    mov    Reg_Temporal, Contador
    rcall  USART_Transmit

193
    ldi    Reg_Temporal, Dato_Tempe_Ambiente    ; tipo de dato a mandar
195    rcall  USART_Transmit
    lds    Reg_Temporal, Temp_Ambiente
197    rcall  USART_Transmit

199
    ldi    Reg_Temporal, Dato_Tension_Salida    ; tipo de dato a mandar
201    rcall  USART_Transmit
    lds    Reg_Temporal, Tension_Salida
203    rcall  USART_Transmit

205
    ldi    Reg_Temporal, Dato_Tempe_Disipador    ; tipo de dato a mandar
207    rcall  USART_Transmit
    lds    Reg_Temporal, Temp_Disipador
209    rcall  USART_Transmit

211
    ldi    Reg_Temporal, Dato_Tempe_Peltier    ; tipo de dato a mandar
213    rcall  USART_Transmit
    lds    Reg_Temporal, Temp_Peltier
215    rcall  USART_Transmit

217
    ldi    Reg_Temporal, Dato_PWM    ; tipo de dato a mandar
219    rcall  USART_Transmit
    lds    Reg_Temporal, PWM
221    rcall  USART_Transmit

223
    ldi    Reg_Temporal, Dato_min    ; tipo de dato a mandar
225    rcall  USART_Transmit
    lds    Reg_Temporal, Tension_min
227    rcall  USART_Transmit

229    ret

231 ;-----
LEER_AMBIENTE:
233    ldi    Reg_Temporal, 0b11000000    ; canal 0 temperatura ambiente
    rcall  READ_ADC    ; leer tension del peltier
235    rcall  TRADUCIR_TERMISTOR
    sts    Temp_Ambiente, Reg_Temporal

```

```

237      ret

239  LEER_DISIPADOR:
      ldi      Reg_Temporal,      0b11000010      ; canal 2 temperatura disipador
241      rcall   READ_ADC          ; leer tension del termistor
      rcall   TRADUCIR_TERMISTOR
243      sts     Temp_Disipador,    Reg_Temporal
      ret

245  LEER_PELTIER:
247      ldi      Reg_Temporal,      0b11000001      ; canal 1 tension peltier
      rcall   READ_ADC          ; leer tension del peltier
249      sts     Tension_Salida,    Reg_Temporal
      rcall   TRADUCIR_PELTIER
251      ret

253  ;-----
254  ;Set PWM
255  ;Setea el pum del pin OC2 con el tiempo en bajo pasado como parametro
256  ;Reg_Temporal: tiempo en bajo a asignar
257
258  SET_PWM:
259      lds      r30, PWM
      lds      Reg_Temporal,      Modo_Standby
261      cpi      Reg_Temporal,      1
      ;Si esta en modo standby no realiza cambios
263      breq     APLICAR_CAMBIO

265      lds      r29, Tension_Salida
      lds      r17, Tension_min
267      lds      r18, Tension_max
      ldi      r26, Incremento_Regulacion ;valor a ser restado o sumado
269
      cp       r29, r17
271      brlo     AUMENTAR

273      cp       r29, r18
      brlo     APLICAR_CAMBIO

275
276  DISMINUIR:
277      cpi      r30, 100
      breq     APLICAR_CAMBIO
279      add     r30, r26
      rjmp     APLICAR_CAMBIO
281  AUMENTAR:
      cpi      r30, 0
283      breq     APLICAR_CAMBIO
      sub     r30, r26
285  APLICAR_CAMBIO:
      sts     PWM, r30
287      out     _SFR_IO_ADDR(OCR2), r30
      ret

289  ;-----

291  AUMENTAR_PULSO:
      ;8 bits mas significativos de la direccion de la eeprom a leer
293      clr     r17

295      lds     Reg_Temporal, Iterador
      inc     Reg_Temporal

```

```

297     inc      Reg_Temporal
298     sts      Iterador ,          Reg_Temporal
299
300     rcall    LEER_EEPROM
301     sts      Tension_min ,      r25
302     inc      Reg_Temporal
303     inc      Reg_Temporal
304     rcall    LEER_EEPROM
305     sts      Tension_max ,      r25
306
307     lds      r31 ,              Modo_Operacion
308     cpi      r31 ,              0
309     breq     AUMENTO_FRIO
AUMENTO_CALOR:
310     ldi      r26 ,              Incremento_Pulso_Calor
311     rcall    AUMENTAR
312     ret
313 AUMENTO_FRIO:
314     ldi      r26 ,              Incremento_Pulso_Frio
315     rcall    AUMENTAR
316     ret
317
318 ;-----
319 ;Espera durante 100mseg
320 DEMORA:
321     ldi      Reg_Temporal ,      0xCF          ; Valores de los que empieza a contar
322     out      _SFR_IO_ADDR(TCNT1H) , Reg_Temporal
323     ldi      Reg_Temporal ,      0x2B
324     out      _SFR_IO_ADDR(TCNT1L) , Reg_Temporal
325     ldi      Reg_Temporal ,      4              ; 0000 0100 habilita poner en 1
326     out      _SFR_IO_ADDR(TIFR) , Reg_Temporal
327     out      _SFR_IO_ADDR(TIMSK) , Reg_Temporal ; el bit 3 de TIFR cuando haya overflow
328     ldi      Reg_Temporal ,      0b00000011    ; velocidad: clk/64
329     out      _SFR_IO_ADDR(TCCR1B) , Reg_Temporal
330
331 DEMORA_LOOP:
332     in       Reg_Temporal ,      _SFR_IO_ADDR(TIFR)
333     sbrs     Reg_Temporal ,      2
334     rjmp     DEMORA_LOOP
335
336     ldi      Reg_Temporal ,      1
337     out      _SFR_IO_ADDR(TIFR) , Reg_Temporal
338     clr      Reg_Temporal          ; finalizo contador
339     out      _SFR_IO_ADDR(TIFR) , Reg_Temporal
340     out      _SFR_IO_ADDR(TCCR1B) , Reg_Temporal
341
342     ret
343
344 ;-----
345 ;Standby
346 ;Espera durante 10 segundos
347 STANDBY:
348     ldi      Reg_Temporal ,      1
349     sts      Modo_Standby ,      Reg_Temporal
350     ldi      r29 ,              255          ;PWM
351     sts      PWM ,              r29
352     rcall    SET_PWM
353     ldi      r27 ,              100
354     rcall    ESPERA

```



```

357     clr      Reg_Temporal
358     sts      Modo_Standby,      Reg_Temporal
359     ret

361 ;-----
362 ;Transmit
363 ;Transmite por el puerto paralelo el dato pasado como parametro
364 ;Reg_Temporal: valor a transmitir
365
366 USART_Transmit:
367     sbis      _SFR_IO_ADDR(UCSRA), UDRE          ;Espero a que se libere el UDRE
368     rjmp     USART_Transmit
369
370     out      _SFR_IO_ADDR(UDR),  Reg_Temporal
371     ret

373 ;-----
374 ;Uart init
375 ;Inicializa el USART para poder enviar datos
376
377 USART_Init:
378     ldi      Reg_Temporal,      (1<<TXEN)      ;enable
379     out      _SFR_IO_ADDR(UCSRB), Reg_Temporal
380
381     ;8bits, 1bit de stop, sin bit de paridad
382     ldi      Reg_Temporal,      (1<<URSEL)|(3<<UCSZ0)
383     out      _SFR_IO_ADDR(UCSRC), Reg_Temporal
384
385     ldi      Reg_Temporal,      0xC             ;Baud 38400 (Clock de 8Mhz)
386     out      _SFR_IO_ADDR(UBRR1), Reg_Temporal
387
388     ret
389
390 ;-----
391 ;Read adc
392 ;Lee un dato del conversor adc y lo devuelve
393 ;Reg_Temporal: canal del cual leer
394 ;Reg_Temporal: valor leído devuelto
395
396 READ_ADC:
397
398     out      _SFR_IO_ADDR(ADMUX), Reg_Temporal ;
399     ldi      Reg_Temporal,      0b11001111      ;
400     out      _SFR_IO_ADDR(ADCSRA), Reg_Temporal ;
401
402 WAIT_ADC:
403
404     in       Reg_Temporal,      _SFR_IO_ADDR(ADCSRA)
405     ;Espera a que finalice la lectura
406     sbrs    Reg_Temporal,      4
407     rjmp     WAIT_ADC
408
409     sbi      _SFR_IO_ADDR(ADCSRA), 4
410
411     in       Reg_Temporal,      _SFR_IO_ADDR(ADCL) ;
412     in       r17,              _SFR_IO_ADDR(ADCH) ;
413     lsr     r17
414     ror     Reg_Temporal
415     lsr     r17
416     ror     Reg_Temporal

```

```
417     ret
419
421 ;-----
421 ;PWM init
421 ;Inicializa los puertos de salida del pum
423 PWM_Init:
423     sbi     _SFR_IO_ADDR(DDRB), 3                ;(OC2) para salida
425     ;(01110001) Phase correct, no pre escalar, clear on match
425     ldi     Reg_Temporal, 0x71
427     out     _SFR_IO_ADDR(TCCR2), Reg_Temporal
427     ret
429
431 ;-----
431 ;Traducir termistor
431 ;Convierte el valor recibido por parametro en su temperatura equivalente
433 ;entrada: Reg_Temporal: valor leído por el ADC
435
435 TRADUCIR_TERMISTOR:
435     mov     r18, Reg_Temporal
437     ldi     r17, 0                                ;tabla termistor
437     ldi     Reg_Temporal, 0                        ;indice
439 LOOP_BUSQUEDA_TERM:
439     rcall   LEER_EEPROM
441     cpi     r25, 0
441     breq    FIN_TABLA
443     cp      r18, r25                               ;leído vs valor tabla
443     brsh    END_TERMISTOR
445     inc     Reg_Temporal
445     inc     Reg_Temporal
447     rjmp    LOOP_BUSQUEDA_TERM
449
449 END_TERMISTOR:
449     inc     Reg_Temporal
451     rcall   LEER_EEPROM
451     mov     Reg_Temporal, r25
453     ret
455
455 FIN_TABLA:
455     dec     Reg_Temporal
457     dec     Reg_Temporal
457     rjmp    END_TERMISTOR
459
461 ;-----
461 ;Traducir peltier
461 ;Convierte el valor recibido por parametro en su temperatura equivalente
463 ;entrada: Temp_Disipador, Tension_Salida, Modo_Operacion
463 ;salida: Temp_Peltier
465
465 TRADUCIR_PELTIER:
467     lds     r18, Tension_Salida
467     ldi     r17, 0                                ;tabla termistor
469     lds     r31, Modo_Operacion
469     cpi     r31, 0
471     breq    TABLA_FRIO_PELTIER
471 TABLA_CALOR_PELTIER:
473     ldi     Reg_Temporal, Eeprom_Inicio_Calor
473     rjmp    LOOP_BUSQUEDA_TERM_PELTIER
475 TABLA_FRIO_PELTIER:
475     ldi     Reg_Temporal, Eeprom_Inicio_Frio
```

```

477     rjmp    LOOP_BUSQUEDA_TERM_PELTIER

479 LOOP_BUSQUEDA_TERM_PELTIER:
    rcall    LEER_EEPROM
481     cpi    r25,          0xFF
    breq    FIN_TABLA_PELTIER
483     cp    r25,          r18           ; valor tabla vs leído
    brsh    END_PELTIER
485     inc    Reg_Temporal
    inc    Reg_Temporal
487     rjmp    LOOP_BUSQUEDA_TERM_PELTIER
END_PELTIER:
489     inc    Reg_Temporal
    rcall    LEER_EEPROM
491     lds    r17,          Temp_Disipador
    lds    r18,          Modo_Operacion
493
    mov    Reg_Temporal,    r25
495
    sbrc    r18,          0
497     rjmp    CALCULO_CALOR
    rjmp    CALCULO_FRIO
499
CALCULO_CALOR:
501     add    Reg_Temporal,    r17
    sts    Temp_Peltier,    Reg_Temporal
503     ret

505 CALCULO_FRIO:
    sub    r17,          Reg_Temporal
507     mov    Reg_Temporal,    r17
    sts    Temp_Peltier,    Reg_Temporal
509     ret

511 FIN_TABLA_PELTIER:
    dec    Reg_Temporal
513     dec    Reg_Temporal
    rjmp    END_PELTIER
515
;-----
517 ;Get mode
;Devuelve el valor del modo en el cual se ejecuta para la temperatura Reg_Temporal
519 ;Reg_Temporal: temperatura leida
;Reg_Temporal: valor leído devuelto
521 GET_MODE:
    ldi    Reg_Temporal,    0b11000000    ; canal 0 temperatura ambiente
523     rcall    READ_ADC
    rcall    TRADUCIR_TERMISTOR          ; obtengo la temperatura
525     cpi    Reg_Temporal,    50          ; temperatura arbitraria para el modo calor
    brsh    COLD_MODE
527
HOT_MODE:
529     sbic    SFR_IO_ADDR(PINB), 0    ; Si el pin esta en 1 cambia de modo
    rjmp    SET_COLD
531
SET_HOT:
533     cbi    SFR_IO_ADDR(PORTB),    1
    sbi    SFR_IO_ADDR(PORTB),    2
535
    ldi    Reg_Temporal,    1            ; 1 es modo calor

```

```

537     sts      Modo_Operacion,      Reg_Temporal      ;Modo_Operacion modo de operacion inicia
539     ret

541 COLD_MODE:
542     sbic     _SFR_IO_ADDR(PINB), 0      ; Si el pin esta en 1 cambia de modo
543     rjmp     SET_HOT

545 SET_COLD:
546     sbi      _SFR_IO_ADDR(PORTB), 1
547     cbi      _SFR_IO_ADDR(PORTB), 2

549     ldi      Reg_Temporal, 0      ;0 es el modo frio
550     sts      Modo_Operacion,      Reg_Temporal      ;Modo_Operacion modo de operacion inicia
551     ret

553
554 .section .eeprom
555 .org 0x0000

557 ;Tablas de conversion
558 ;Formato: [(Tension medida, Temperatura*2),...]
559 .byte 204, 14
560 .byte 201, 16
561 .byte 199, 18
562 .byte 197, 20
563 .byte 195, 22
564 .byte 194, 24
565 .byte 193, 26
566 .byte 192, 28
567 .byte 190, 30
568 .byte 188, 32
569 .byte 186, 34
570 .byte 184, 36
571 .byte 182, 38
572 .byte 181, 40
573 .byte 172, 42
574 .byte 169, 44
575 .byte 166, 46
576 .byte 163, 48
577 .byte 160, 49
578 .byte 159, 50
579 .byte 158, 53
580 .byte 157, 56
581 .byte 156, 60
582 .byte 155, 62
583 .byte 154, 64
584 .byte 153, 66
585 .byte 152, 68
586 .byte 151, 70
587 .byte 147, 72
588 .byte 145, 74
589 .byte 143, 76
590 .byte 141, 78
591 .byte 140, 80
592 .byte 0, 0 ;FIN DE TABLA
593
594 ; TABLA PARA MODO CALOR
595 ;Formato: [Tension minima, Dif_Temperatura*2]
596 .org 0x0064

```

```
597 .byte    0      ,    0
    .byte    1      ,    0
599 .byte    5      ,    1
    .byte   10      ,    2
601 .byte   15      ,    3
    .byte   20      ,    4
603 .byte   25      ,    5
    .byte   30      ,    6
605 .byte   40      ,    7
    .byte   50      ,    8
607 .byte   60      ,   10
    .byte   80      ,   12
609 .byte   90      ,   16
    .byte  100      ,   24
611 .byte  110      ,   36
    .byte  0xFF, 0xFF ;FIN DE TABLA
613
    ; TABLA PARA MODO FRIO
615 ;Formato: [Tension minima, Dif_Temperatura*2]

617 .org     0x0094
    .byte    0      ,    0
619 .byte    1      ,    0
    .byte    5      ,    1
621 .byte   10      ,    2
    .byte   15      ,    3
623 .byte   20      ,    4
    .byte   25      ,    5
625 .byte   30      ,    6
    .byte   40      ,    7
627 .byte   45      ,    8
    .byte   50      ,    9
629 .byte   60      ,   10
    .byte   80      ,   14
631 .byte   90      ,   16
    .byte  100      ,   18
633 .byte  110      ,   20
    .byte  115      ,   22
635 .byte  0xFF, 0xFF ;FIN DE TABLA

637 .end
```

A.2. Makefile

```
1 EXE = pulsera
  MICRO = atmega8

3
4 MSG_EEPROM = Creando archivo para la EEPROM:
5 FORMAT = ihex

7
8 all: $(EXE).hex $(EXE).eep
9
10 clean:
11     rm -f *.hex *.o *.elf *.eep *.d *.syb

13 $(EXE).elf: $(EXE).S
    #avr-gcc -Wall -g -g2 -gstabs -O0 -fpack-struct -fshort-enums -funsigned-char -funsi
    -Wa,-as=$(EXE).syb
15     avr-gcc -Wall -Wextra -pedantic -g -mmcu=$(MICRO) $(EXE).S -o $(EXE).elf
    -Wa,-as=$(EXE).syb #-O3

17 send: $(EXE).hex $(EXE).eep
    sudo avrdude -c usbtiny -p m8 -U flash:w:$(EXE).hex:i

19
20 send_table: $(EXE).hex $(EXE).eep
21     sudo avrdude -c usbtiny -p m8 -U flash:w:$(EXE).hex:i -U eeprom:w:$(EXE).eep:i

23 $(EXE).hex: $(EXE).elf
    avr-objcopy -O ihex $(EXE).elf $(EXE).hex

25
26 #$(EXE).eep: $(EXE).elf
27 #     avr-objcopy -j .eeprom --no-change-warnings --change-section-lma .eeprom=0 -O ihex $

29 show_size: $(EXE).elf
    avr-size --format=avr --mcu=atmega8 $(EXE).elf

31

33 $(EXE).eep: $(EXE).elf
    @echo
35     @echo $(MSG_EEPROM) $@
    -avr-objcopy -j .eeprom --set-section-flags=.eeprom="alloc,load" \
37     --change-section-lma .eeprom=0 -O $(FORMAT) $< $@
```

B. Datasheets

NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Features

1. RoHS compliant
2. Halogen-Free (HF) series are available
3. Body size: Φ5mm
4. Radial lead resin coated
5. Operating temperature range: -30°C~+125°C
6. Wide resistance range
7. Cost effective
8. Agency recognition: UL / cUL / CSA / TUV / CQC



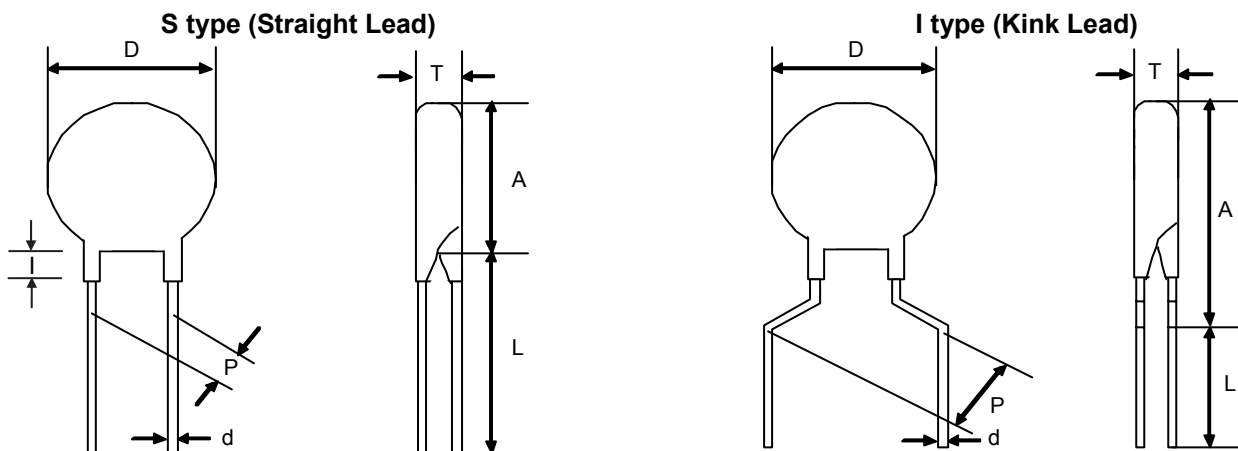
■ Recommended Applications

1. Home appliances
2. Automotive electronics
3. Computers
4. Switch mode power supplies
5. Adapters

■ Part Number Code

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Product Type		Body Size		Zero Power Resistance at 25°C (R ₂₅)			Tolerance of R ₂₅		Appearance		Optional Suffix		
TTC	THINKING NTC Thermistor TTC Series	05	Φ5mm	R ₂₅ < 100Ω 005: 5Ω 015: 15Ω 050: 50Ω			J	±5%	S	Straight lead	Y	RoHS Compliant	
				R ₂₅ ≥ 100Ω 101: 100Ω 682: 6800Ω 474: 470000Ω			K	±10%	I	Kink lead	E	RoHS & HF Compliant	
							L	±15%					

■ Structure and Dimensions



(Unit: mm)

Type	D max.	P	d	I max.	A max.	L min.	T max.
S Type	6.5	3.5± 0.5	0.5±0.02	3	6.5	31	5
I Type	6.5	5± 0.5	0.5±0.02	—	10	29	5

NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Electrical Characteristics

Part No.	Zero Power Resistance at 25°C	Tolerance of R ₂₅	B _{25/50} Value	Max. Power Dissipation at 25°C	Dissipation Factor	Thermal Time Constant	Operating Temperature Range	Safety Approvals			
	R ₂₅ (Ω)	(±%)	(K)	P _{max} (mW)	δ(mW/°C)	τ (Sec.)	T _L ~T _U (°C)	UL /cUL	CSA	TUV	CQC
TTC05005□	5	10, 15	2400	450	Approx. 4.5	Approx. 20	-30~+125		√	√	√
TTC05010□	10		2800						√	√	√
TTC05015□	15		2800					√	√	√	√
TTC05020□	20		2800					√	√	√	√
TTC05025□	25		2900					√	√	√	√
TTC05045□	45		3100					√	√	√	√
TTC05050□	50		3100					√	√	√	√
TTC05060□	60		3100					√	√	√	√
TTC05085□	85		3200					√	√	√	√
TTC05090□	90		3200					√		√	√
TTC05101□	100		3200					√	√	√	√
TTC05121□	120		3300					√	√	√	√
TTC05151□	150		3300					√	√	√	√
TTC05201□	200		3500					√	√	√	√
TTC05221□	220		3500					√	√	√	√
TTC05251□	250		3500					√	√	√	√
TTC05301□	300		3800					√	√	√	√
TTC05471□	470		3500					√	√	√	√
TTC05501□	500		3700					√	√	√	√
TTC05681□	680		3800					√	√	√	√
TTC05701□	700		3800					√	√	√	√
TTC05102□	1000		3800					√	√	√	√
TTC05152□	1500		3950					√	√	√	√
TTC05202□	2000		4000					√	√	√	√
TTC05222□	2200		4000					√	√	√	√
TTC05252□	2500		4000					√	√	√	√
TTC05302□	3000		4000					√	√	√	√
TTC05332□	3300		4000					√	√	√	√
TTC05402□	4000		4000					√	√	√	√
TTC05472□	4700		4050					√	√	√	√
TTC05502□	5000		3950					√	√	√	√
TTC05602□	6000		4050					√	√	√	√
TTC05682□	6800		4050					√	√	√	√
TTC05802□	8000		4050					√	√	√	√
TTC05103□	10000	5, 10, 15	4050					√	√	√	√
TTC05123□	12000		4050					√	√	√	√
TTC05153□	15000		4150					√	√	√	√
TTC05203□	20000		4250					√	√	√	√
TTC05303□	30000		4250					√	√	√	√
TTC05473□	47000		4300					√	√	√	√
TTC05503□	50000		4300					√	√	√	√
TTC05104□	100000		4400					√	√	√	√
TTC05154□	150000		4500					√	√	√	√
TTC05204□	200000		4600					√	√	√	√
TTC05224□	220000		4600					√		√	√
TTC05474□	470000		4750					√		√	√

Note 1: □ = Tolerance of R₂₅

Note 2: UL/cUL File No: E138827

CSA File No: 97495

TUV File No: R 50050155

CQC File No: CQC05001011991 ; CQC05001011994

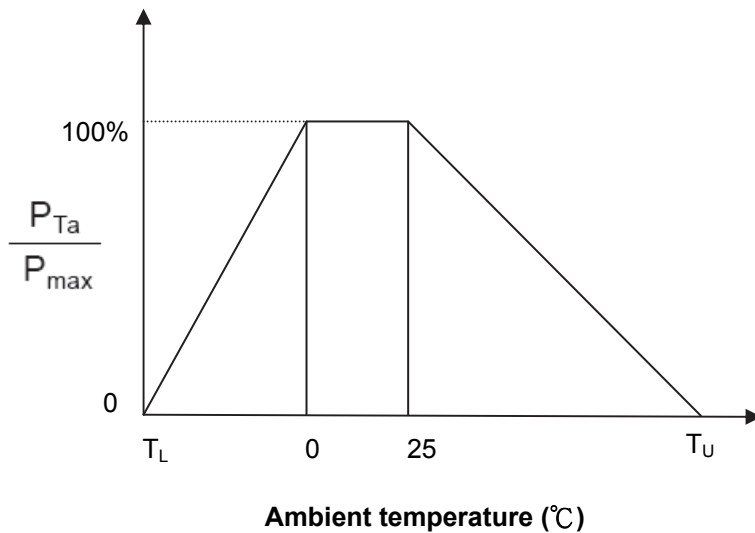
Note 3: Special specifications are available upon request.

NTC Thermistor : TTC05 Series

Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation



■ Max. Power Dissipation Derating Curve



T_U : Maximum operating temperature (°C)

T_L : Minimum operating temperature (°C)

For example:

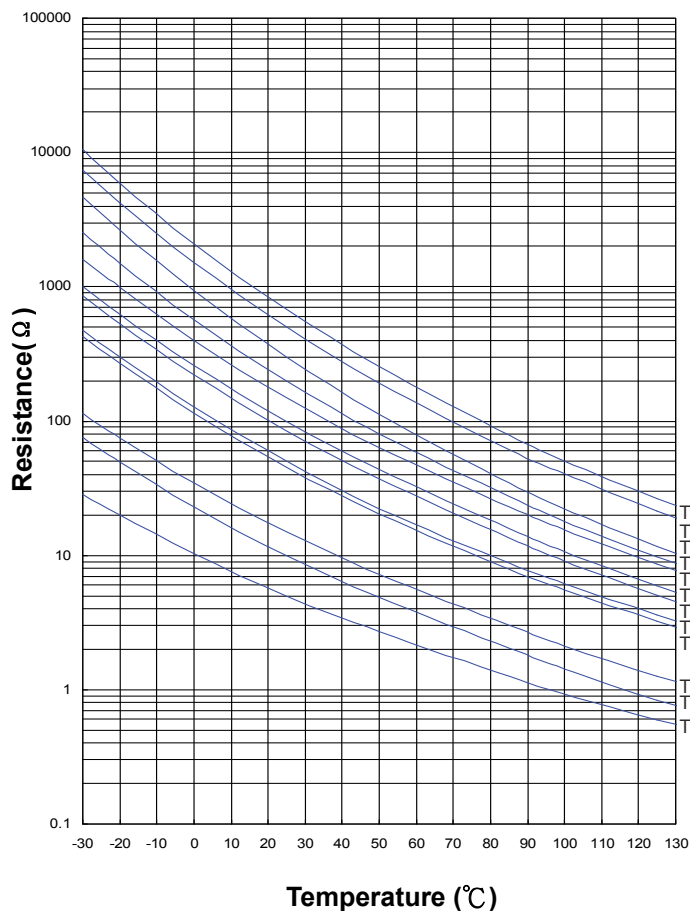
Ambient temperature (T_a) = 55°C

Maximum operating temperature (T_U) = 125°C

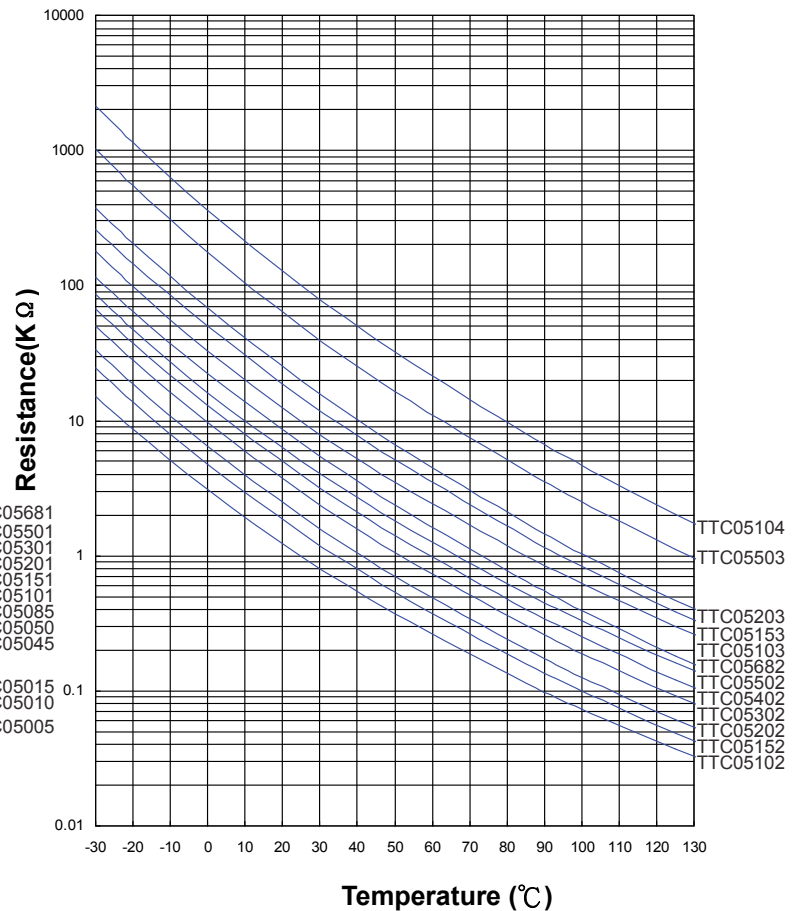
$P_{Ta} = (T_U - T_a) / (T_U - 25) \times P_{max} = 70\% P_{max}$

■ R-T Characteristic Curves (representative)

TTC05005~TTC05681



TTC05102~TTC05104

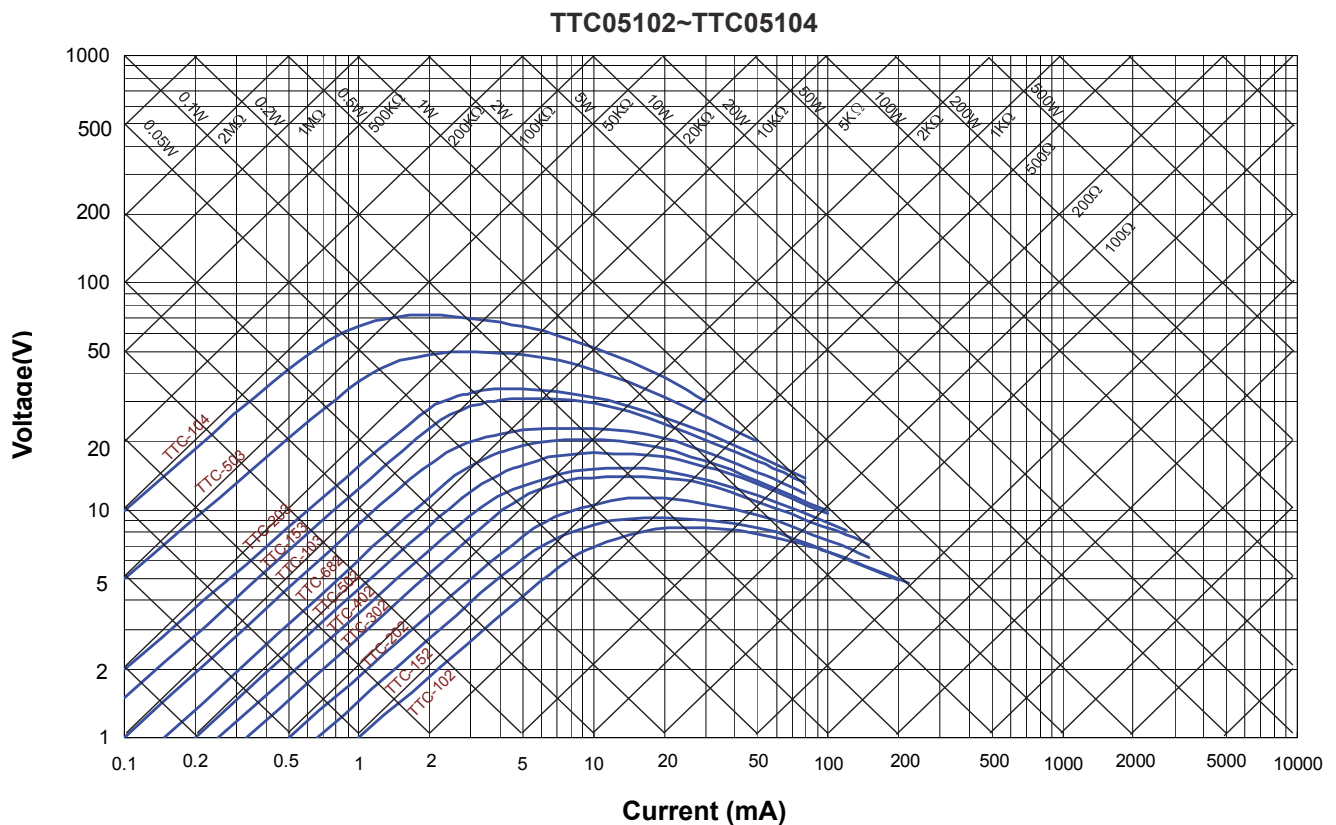
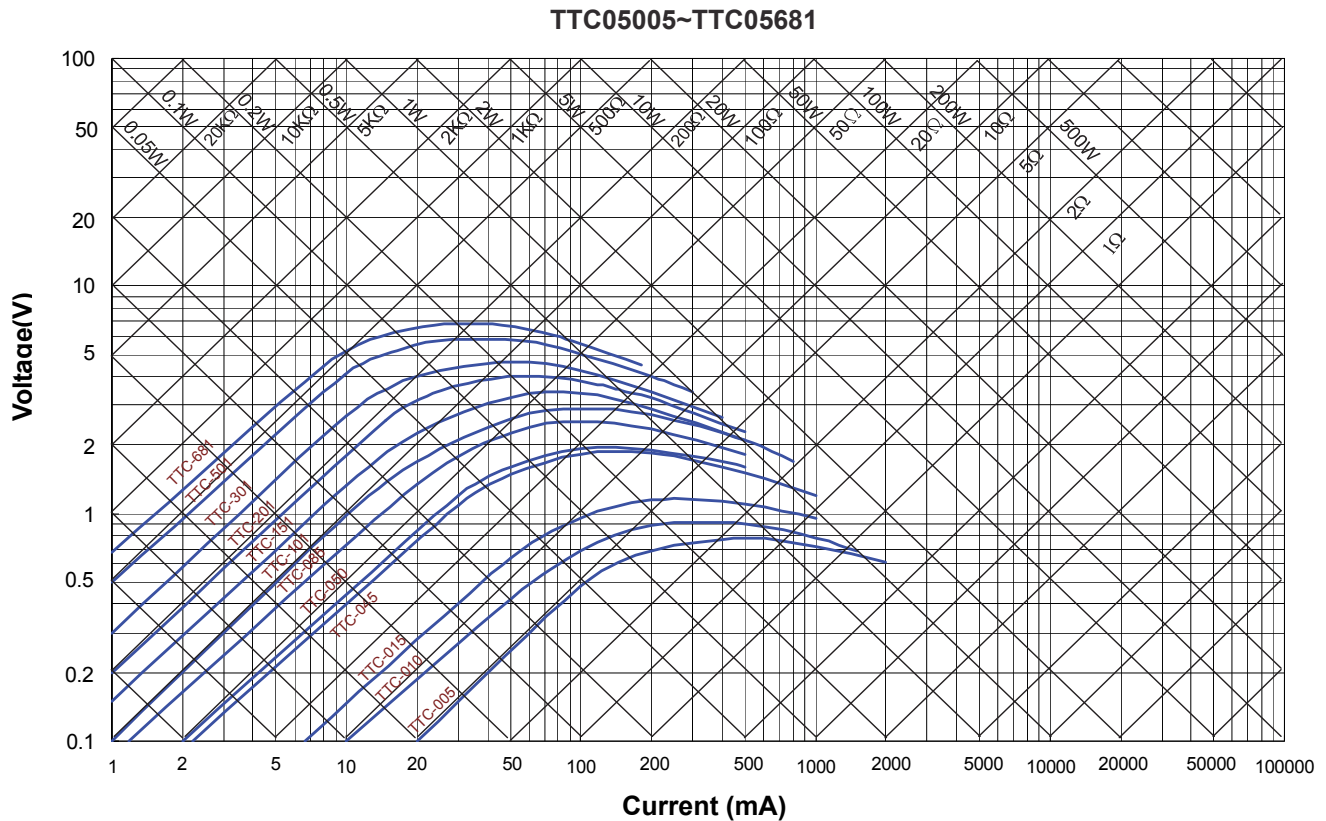


NTC Thermistor : TTC05 Series

Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation



■ V-I Characteristic Curves (representative)



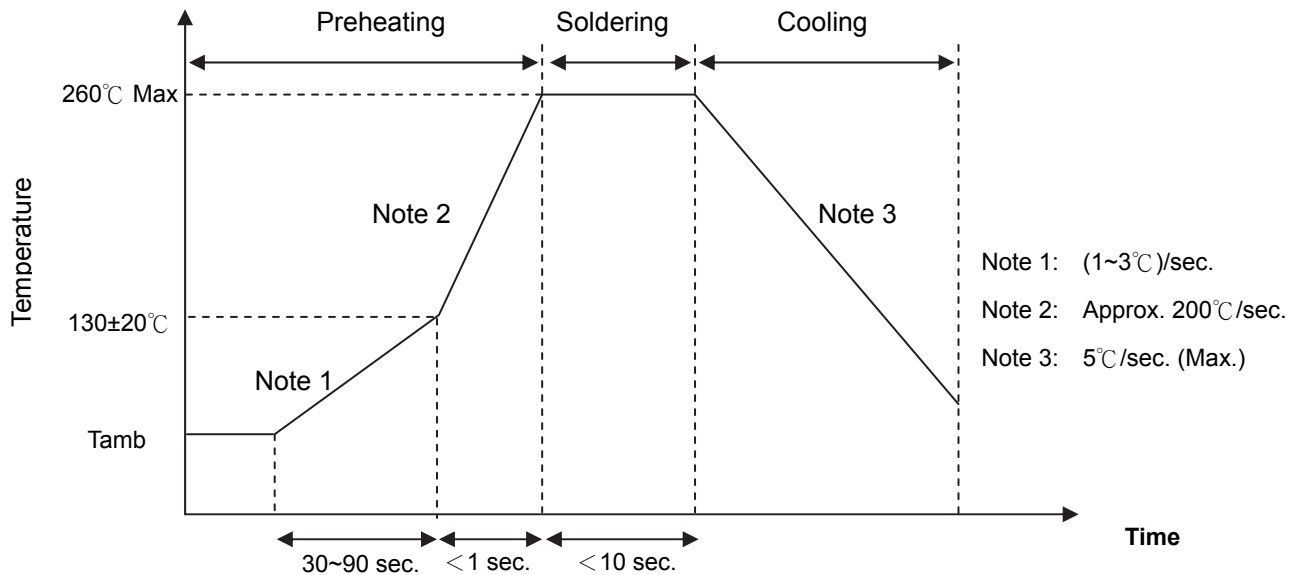
NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Soldering Recommendation

● Wave Soldering Profile



Caution: It had better to keep the minimum distance as 6mm between the bottom of the thermistor body and PCB surface to prevent component damage.

● Recommended Reworking Conditions with Soldering Iron

Item	Conditions
Temperature of Soldering Iron-tip	360°C (max.)
Soldering Time	3 sec. (max.)
Distance from Thermistor	2 mm (min.)

NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Reliability

Item	Standard	Test conditions / Methods	Specifications															
Tensile Strength of Terminals	IEC 60068-2-21	Gradually apply the specified force and keep the unit fixed for 10±1 sec. <div><div>Terminal diameter (mm) 0.3<d≤0.5</div><div>Force (Kg) 0.5</div></div>	No visible damage															
Bending Strength of Terminals	IEC 60068-2-21	Hold specimen and apply the force specified below to each lead. Bend the specimen to 90°, and then return to the original position. Repeat the procedure in the opposite direction. <div><div>Terminal diameter (mm) 0.3<d≤0.5</div><div>Force (Kg) 0.25</div></div>	No visible damage															
Solderability	IEC 60068-2-20	245 ± 3 °C , 3 ± 0.3 sec.	At least 95% of terminal electrode is covered by new solder															
Resistance to Soldering Heat	IEC 60068-2-20	260 ± 3 °C , 10 ± 1 sec.	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 3 %															
High Temperature Storage	IEC 600068-2-2	125 ± 5 °C , 1000± 24 hrs	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 5 %															
Damp Heat, Steady State	IEC 60068-2-78	40 ± 2°C , 90~95% RH, 1000 ± 24 hrs	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 3 %															
Rapid Change of Temperature	IEC 60068-2-14	<div>The conditions shown below shall be repeated 5 cycles.</div> <table><tr><td>Step</td><td>Temperature (°C)</td><td>Period (minutes)</td></tr><tr><td>1</td><td>-30 ± 5</td><td>30 ± 3</td></tr><tr><td>2</td><td>Room temperature</td><td>5 ± 3</td></tr><tr><td>3</td><td>125 ± 5</td><td>30 ± 3</td></tr><tr><td>4</td><td>Room temperature</td><td>5 ± 3</td></tr></table>	Step	Temperature (°C)	Period (minutes)	1	-30 ± 5	30 ± 3	2	Room temperature	5 ± 3	3	125 ± 5	30 ± 3	4	Room temperature	5 ± 3	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 3 %
Step	Temperature (°C)	Period (minutes)																
1	-30 ± 5	30 ± 3																
2	Room temperature	5 ± 3																
3	125 ± 5	30 ± 3																
4	Room temperature	5 ± 3																
Max. Power Dissipation	IEC 60539-1 4.26.3	25 ± 5°C , Pmax. , 1000± 24 hrs	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 5 %															
Insulation Test	MIL-STD-202F -Method 302	1000 V _{DC} , 1 min	≥ 500 MΩ															

NTC Thermistor : TTC05 Series

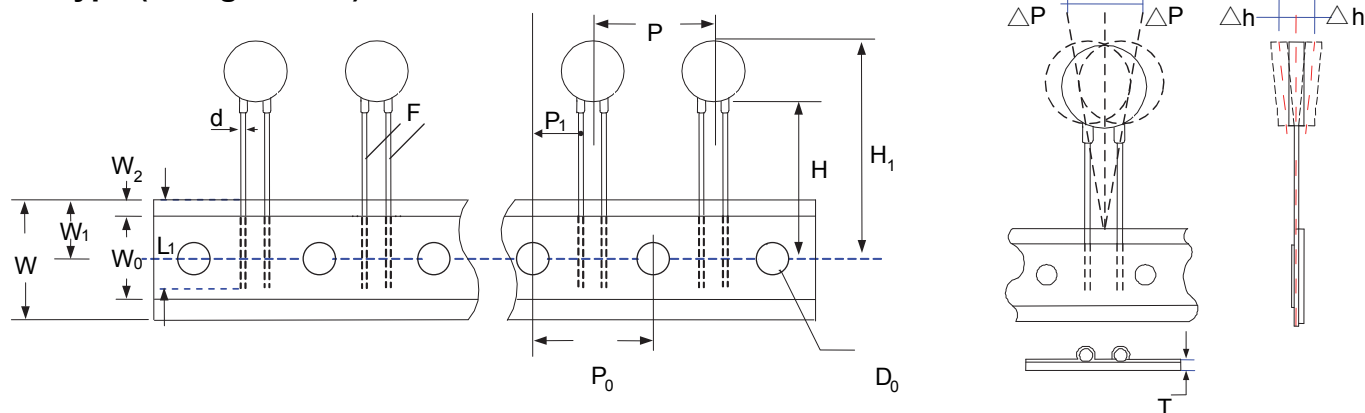


Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Packaging

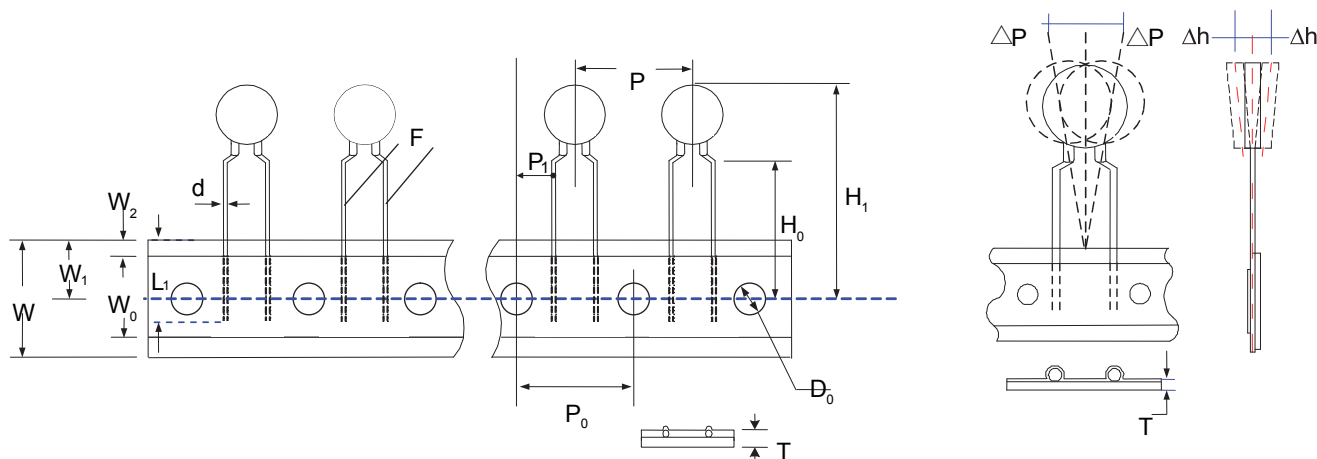
● Taping Specification :

S Type (Straight Lead)



Taping Dimension	P ₀	F	P	P ₁	H	H ₁	d	W ₀	W ₁	W ₂	W	ΔP	Δh	L ₁	D ₀	T
	±0.3	±0.5	±1	±0.7	+2/-0	Max.	±0.02	±1	+0.75 /-0.5	Max.	+1/ -0.5	Max.	Max.	Min.	±0.2	±0.2
P ₀ :12.7	12.7	3.5	12.7	4.60	18	28	0.5	12	9	3	18	1	2	9	4	0.6
P ₀ :15.0	15.0	3.5	15.0	5.75	18	28	0.5	12	9	3	18	1	2	9	4	0.6

I Type (Kink Lead)



Taping Dimension	P ₀	F	P	P ₁	H ₀	H ₁	d	W ₀	W ₁	W ₂	W	ΔP	Δh	L ₁	D ₀	T
	±0.3	±0.5	±1	±0.7	±0.5	Max.	±0.02	±1	+0.75 /-0.5	Max.	+1/ -0.5	Max.	Max.	Min.	±0.2	±0.2
P ₀ :12.7	12.7	5.0	12.7	3.85	16	28	0.5	12	9	3	18	1	2	9	4	0.6
P ₀ :15.0	15.0	5.0	15.0	5.00	16	28	0.5	12	9	3	18	1	2	9	4	0.6

NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

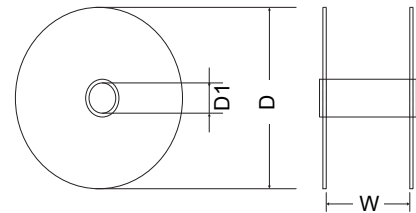
■ Quantity

● Bulk Packing

Series	Standard Lead Type Quantity (pcs/bag)	Cut Lead Type Quantity (pcs/bag)
TTC05	250	500

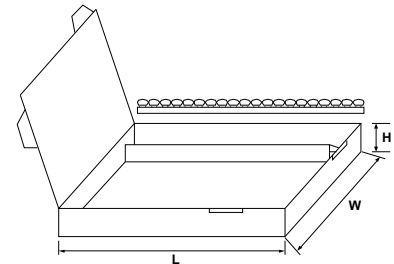
● Reel Packing:

Series	D (mm)	D1 (mm)	W (mm)	Quantity (pcs/reel)
TTC05	340±10	31±1	46±1	2,500



● Ammo Packing:

Series	Quantity (pcs/box)
TTC05	2,000



L	W	H
348mm	275mm	60mm

■ Warehouse Storage Conditions of Products

● Storage Conditions:

1. Storage Temperature: -10℃~+40℃
2. Relative Humidity: ≤75%RH
3. Keep away from corrosive atmosphere and sunlight.

● Period of Storage: 1 year

NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Features

1. RoHS compliant
2. Halogen-Free (HF) series are available
3. Body size: Φ5mm
4. Radial lead resin coated
5. Operating temperature range: -30°C~+125°C
6. Wide resistance range
7. Cost effective
8. Agency recognition: UL / cUL / CSA / TUV / CQC



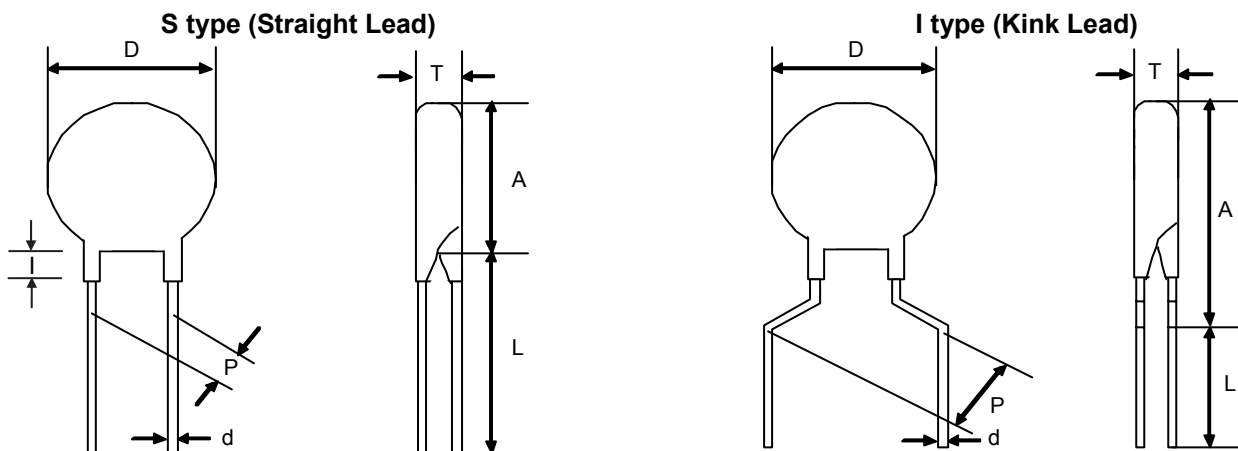
■ Recommended Applications

1. Home appliances
2. Automotive electronics
3. Computers
4. Switch mode power supplies
5. Adapters

■ Part Number Code

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Product Type		Body Size		Zero Power Resistance at 25°C (R ₂₅)		Tolerance of R ₂₅		Appearance		Optional Suffix			
TTC	THINKING NTC Thermistor TTC Series	05	Φ5mm	R ₂₅ < 100Ω 005: 5Ω 015:15Ω 050:50Ω	R ₂₅ ≥ 100Ω 101:100Ω 682:6800Ω 474:470000Ω	J ±5% K ±10% L ±15%	S Straight lead I Kink lead	Y RoHS Compliant E RoHS & HF Compliant					

■ Structure and Dimensions



(Unit: mm)

Type	D max.	P	d	I max.	A max.	L min.	T max.
S Type	6.5	3.5± 0.5	0.5±0.02	3	6.5	31	5
I Type	6.5	5± 0.5	0.5±0.02	—	10	29	5

NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Electrical Characteristics

Part No.	Zero Power Resistance at 25°C	Tolerance of R ₂₅	B _{25/50} Value	Max. Power Dissipation at 25°C	Dissipation Factor	Thermal Time Constant	Operating Temperature Range	Safety Approvals			
	R ₂₅ (Ω)	(±%)	(K)	P _{max} (mW)	δ(mW/°C)	τ (Sec.)	T _L ~T _U (°C)	UL /cUL	CSA	TUV	CQC
TTC05005□	5	10, 15	2400	450	Approx. 4.5	Approx. 20	-30~+125		√	√	√
TTC05010□	10		2800						√	√	√
TTC05015□	15		2800					√	√	√	√
TTC05020□	20		2800					√	√	√	√
TTC05025□	25		2900					√	√	√	√
TTC05045□	45		3100					√	√	√	√
TTC05050□	50		3100					√	√	√	√
TTC05060□	60		3100					√	√	√	√
TTC05085□	85		3200					√	√	√	√
TTC05090□	90		3200					√		√	√
TTC05101□	100		3200					√	√	√	√
TTC05121□	120		3300					√	√	√	√
TTC05151□	150		3300					√	√	√	√
TTC05201□	200		3500					√	√	√	√
TTC05221□	220		3500					√	√	√	√
TTC05251□	250		3500					√	√	√	√
TTC05301□	300		3800					√	√	√	√
TTC05471□	470		3500					√	√	√	√
TTC05501□	500		3700					√	√	√	√
TTC05681□	680		3800					√	√	√	√
TTC05701□	700		3800					√	√	√	√
TTC05102□	1000		3800					√	√	√	√
TTC05152□	1500		3950					√	√	√	√
TTC05202□	2000		4000					√	√	√	√
TTC05222□	2200		4000					√	√	√	√
TTC05252□	2500		4000					√	√	√	√
TTC05302□	3000		4000					√	√	√	√
TTC05332□	3300		4000					√	√	√	√
TTC05402□	4000		4000					√	√	√	√
TTC05472□	4700		4050					√	√	√	√
TTC05502□	5000		3950					√	√	√	√
TTC05602□	6000		4050					√	√	√	√
TTC05682□	6800		4050					√	√	√	√
TTC05802□	8000		4050					√	√	√	√
TTC05103□	10000	5, 10, 15	4050					√	√	√	√
TTC05123□	12000		4050					√	√	√	√
TTC05153□	15000		4150					√	√	√	√
TTC05203□	20000		4250					√	√	√	√
TTC05303□	30000		4250					√	√	√	√
TTC05473□	47000		4300					√	√	√	√
TTC05503□	50000		4300					√	√	√	√
TTC05104□	100000		4400					√	√	√	√
TTC05154□	150000		4500					√	√	√	√
TTC05204□	200000		4600					√	√	√	√
TTC05224□	220000		4600					√		√	√
TTC05474□	470000		4750					√		√	√

Note 1: □ = Tolerance of R₂₅

Note 2: UL/cUL File No: E138827

CSA File No: 97495

TUV File No: R 50050155

CQC File No: CQC05001011991 ; CQC05001011994

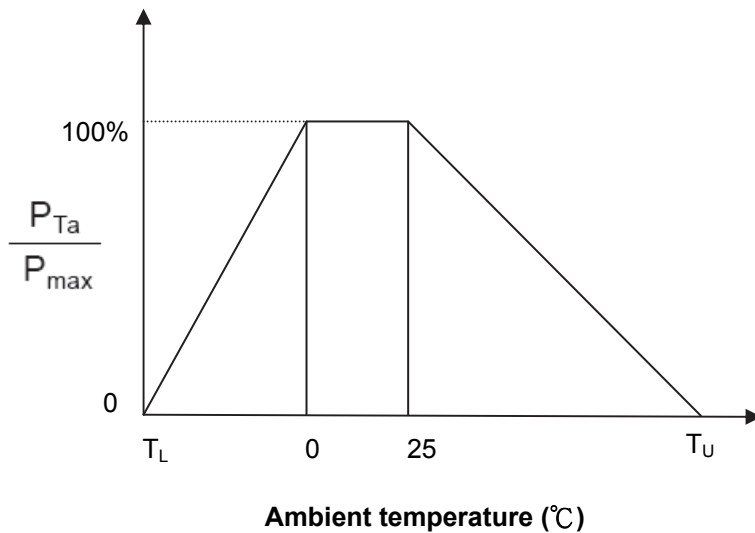
Note 3: Special specifications are available upon request.

NTC Thermistor : TTC05 Series

Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation



■ Max. Power Dissipation Derating Curve



T_U : Maximum operating temperature (°C)

T_L : Minimum operating temperature (°C)

For example:

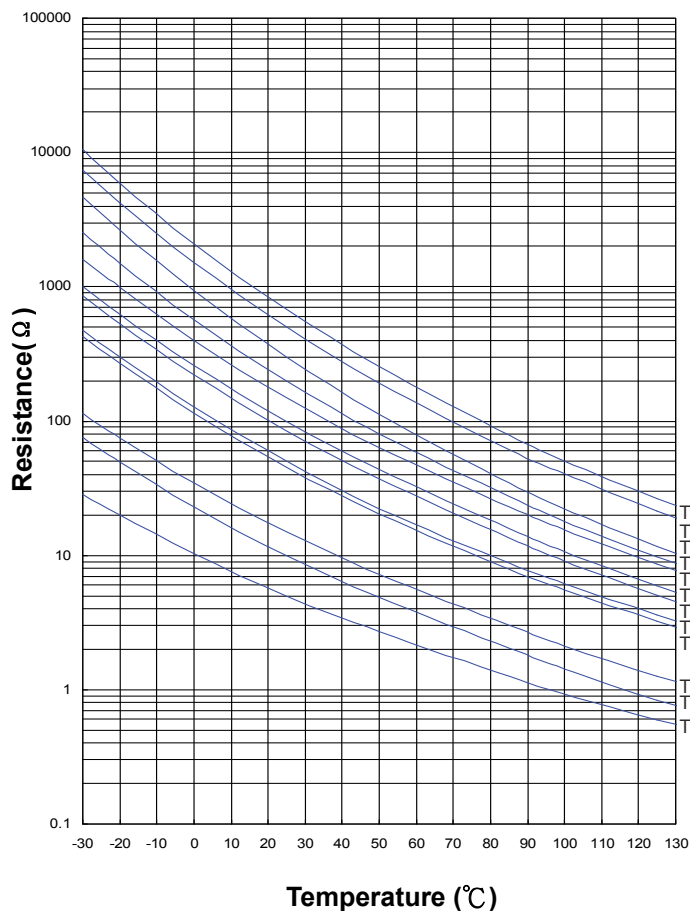
Ambient temperature (T_a) = 55°C

Maximum operating temperature (T_U) = 125°C

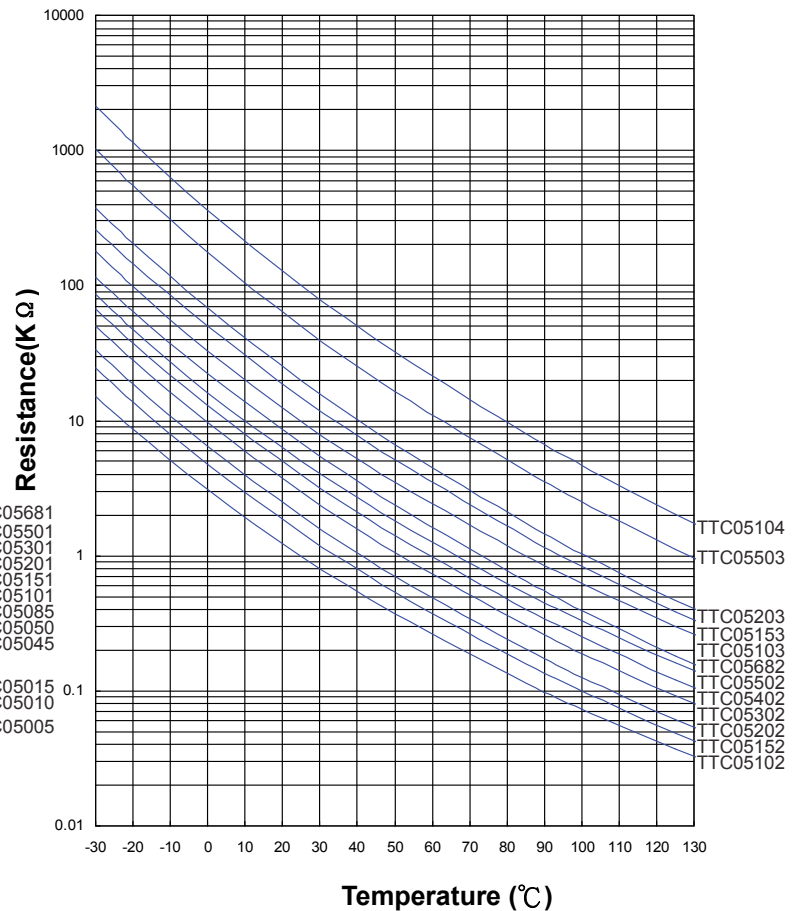
$P_{Ta} = (T_U - T_a) / (T_U - 25) \times P_{max} = 70\% P_{max}$

■ R-T Characteristic Curves (representative)

TTC05005~TTC05681



TTC05102~TTC05104

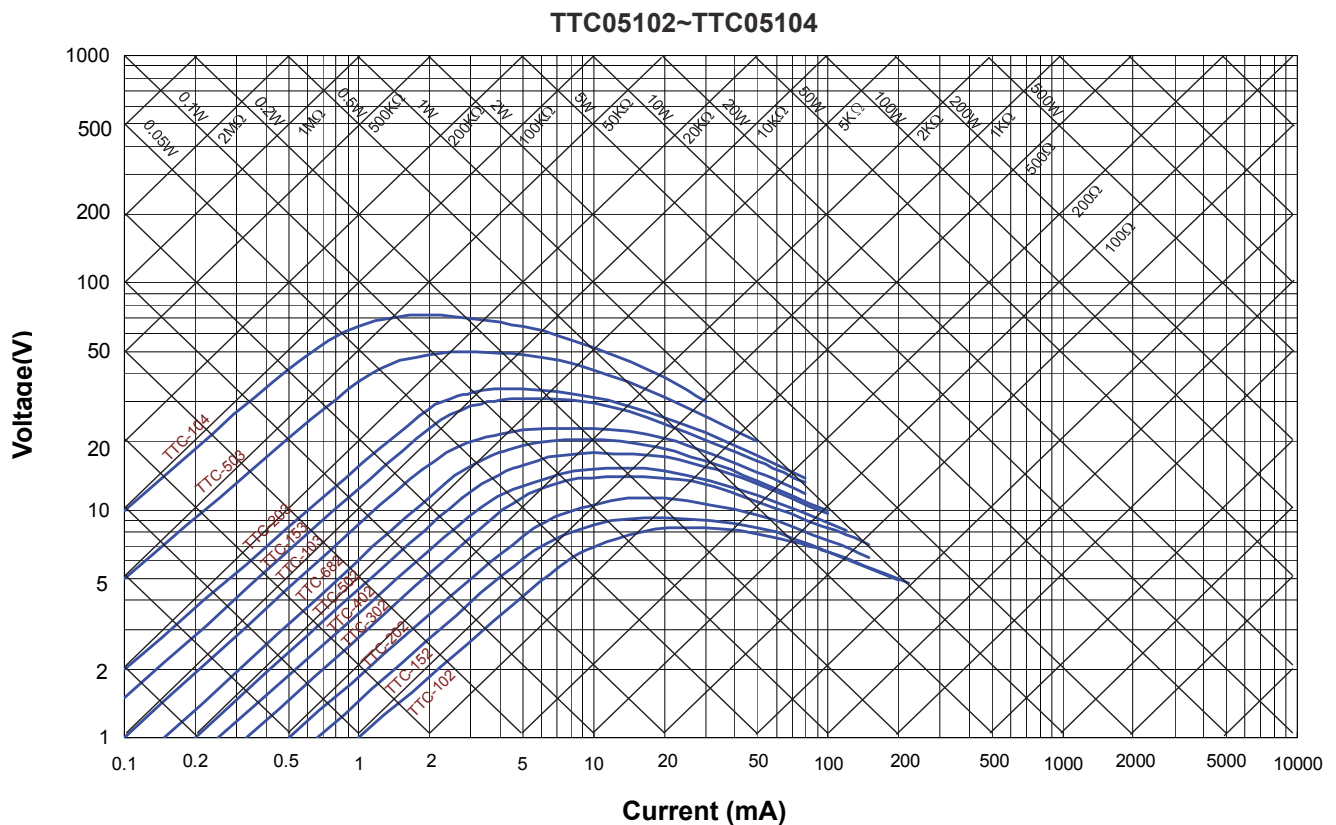
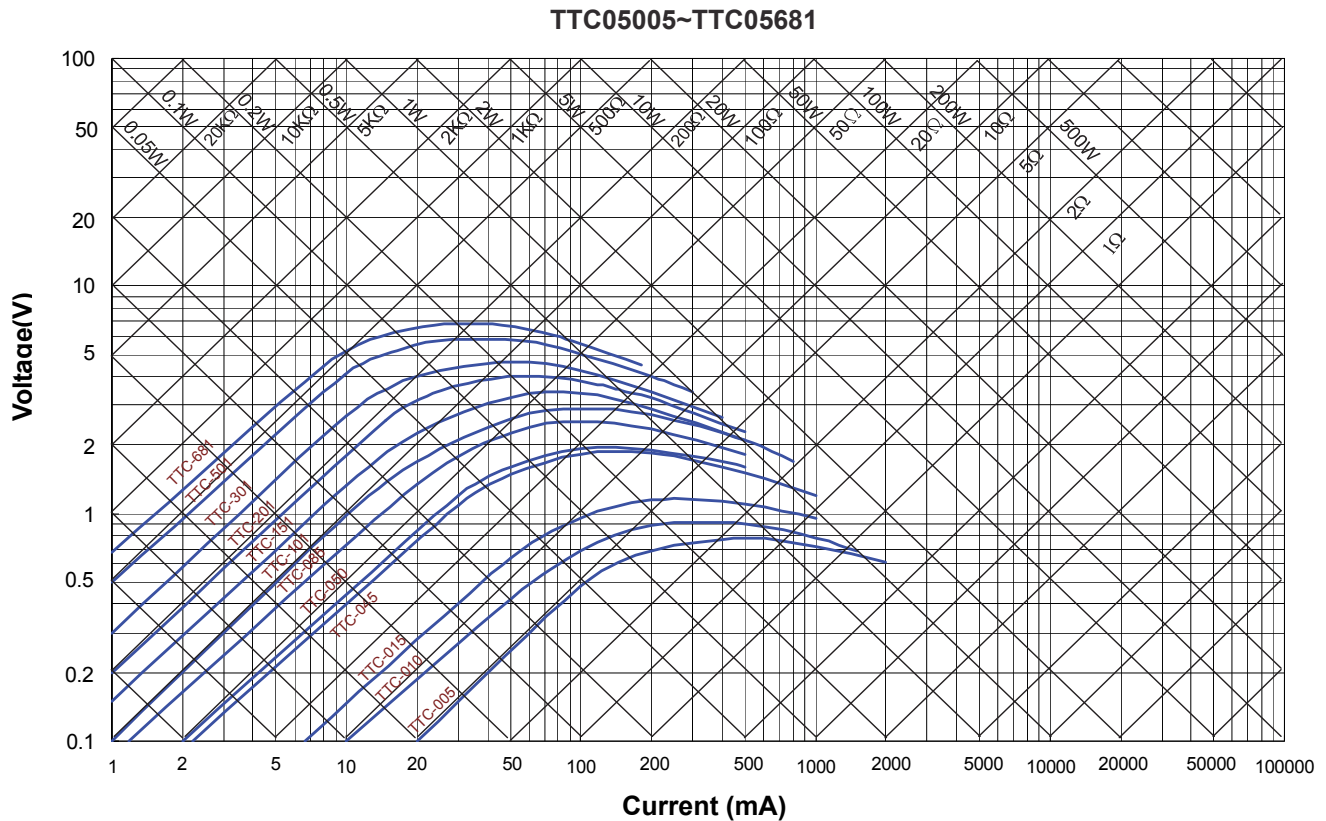


NTC Thermistor : TTC05 Series

Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation



■ V-I Characteristic Curves (representative)



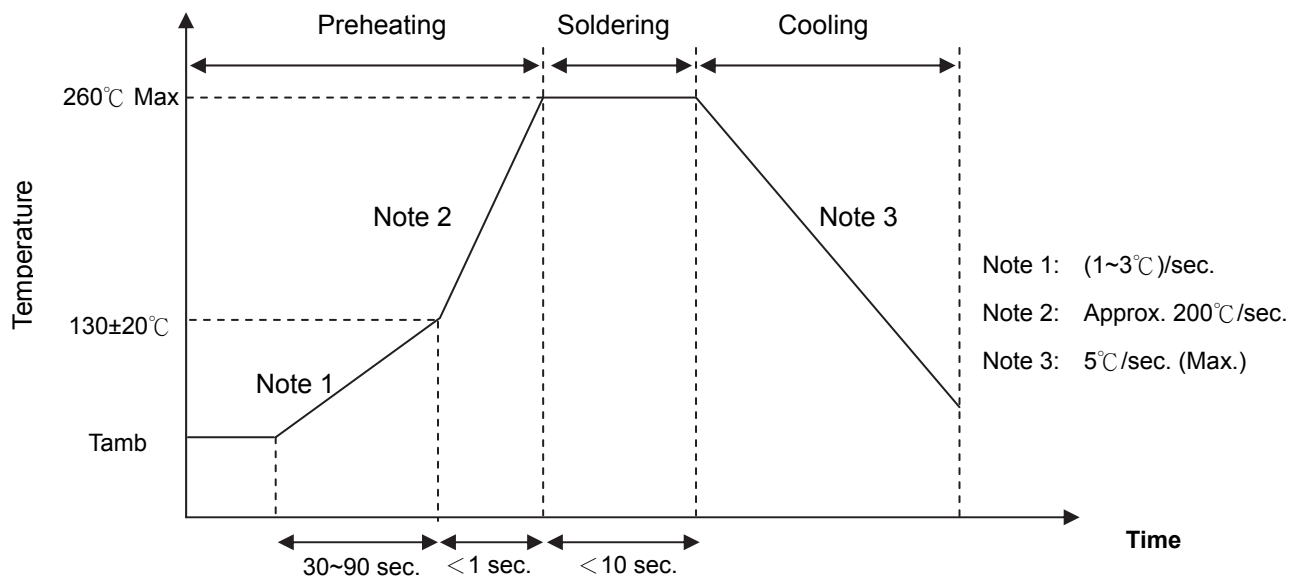
NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Soldering Recommendation

● Wave Soldering Profile



Caution: It had better to keep the minimum distance as 6mm between the bottom of the thermistor body and PCB surface to prevent component damage.

● Recommended Reworking Conditions with Soldering Iron

Item	Conditions
Temperature of Soldering Iron-tip	360°C (max.)
Soldering Time	3 sec. (max.)
Distance from Thermistor	2 mm (min.)

NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Reliability

Item	Standard	Test conditions / Methods	Specifications															
Tensile Strength of Terminals	IEC 60068-2-21	<div>Gradually apply the specified force and keep the unit fixed for 10±1 sec.</div> <div><div>Terminal diameter (mm) 0.3<d≤0.5</div><div>Force (Kg) 0.5</div></div>	No visible damage															
Bending Strength of Terminals	IEC 60068-2-21	<div>Hold specimen and apply the force specified below to each lead. Bend the specimen to 90°, and then return to the original position. Repeat the procedure in the opposite direction.</div> <div><div>Terminal diameter (mm) 0.3<d≤0.5</div><div>Force (Kg) 0.25</div></div>	No visible damage															
Solderability	IEC 60068-2-20	245 ± 3 °C , 3 ± 0.3 sec.	At least 95% of terminal electrode is covered by new solder															
Resistance to Soldering Heat	IEC 60068-2-20	260 ± 3 °C , 10 ± 1 sec.	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 3 %															
High Temperature Storage	IEC 600068-2-2	125 ± 5 °C , 1000± 24 hrs	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 5 %															
Damp Heat, Steady State	IEC 60068-2-78	40 ± 2°C , 90~95% RH, 1000 ± 24 hrs	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 3 %															
Rapid Change of Temperature	IEC 60068-2-14	<div>The conditions shown below shall be repeated 5 cycles.</div> <table><tr><td>Step</td><td>Temperature (°C)</td><td>Period (minutes)</td></tr><tr><td>1</td><td>-30 ± 5</td><td>30 ± 3</td></tr><tr><td>2</td><td>Room temperature</td><td>5 ± 3</td></tr><tr><td>3</td><td>125 ± 5</td><td>30 ± 3</td></tr><tr><td>4</td><td>Room temperature</td><td>5 ± 3</td></tr></table>	Step	Temperature (°C)	Period (minutes)	1	-30 ± 5	30 ± 3	2	Room temperature	5 ± 3	3	125 ± 5	30 ± 3	4	Room temperature	5 ± 3	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 3 %
Step	Temperature (°C)	Period (minutes)																
1	-30 ± 5	30 ± 3																
2	Room temperature	5 ± 3																
3	125 ± 5	30 ± 3																
4	Room temperature	5 ± 3																
Max. Power Dissipation	IEC 60539-1 4.26.3	25 ± 5°C , Pmax. , 1000± 24 hrs	No visible damage ΔR ₂₅ /R ₂₅ ≤ 5 %															
Insulation Test	MIL-STD-202F -Method 302	1000 V _{DC} , 1 min	≥ 500 MΩ															

NTC Thermistor : TTC05 Series

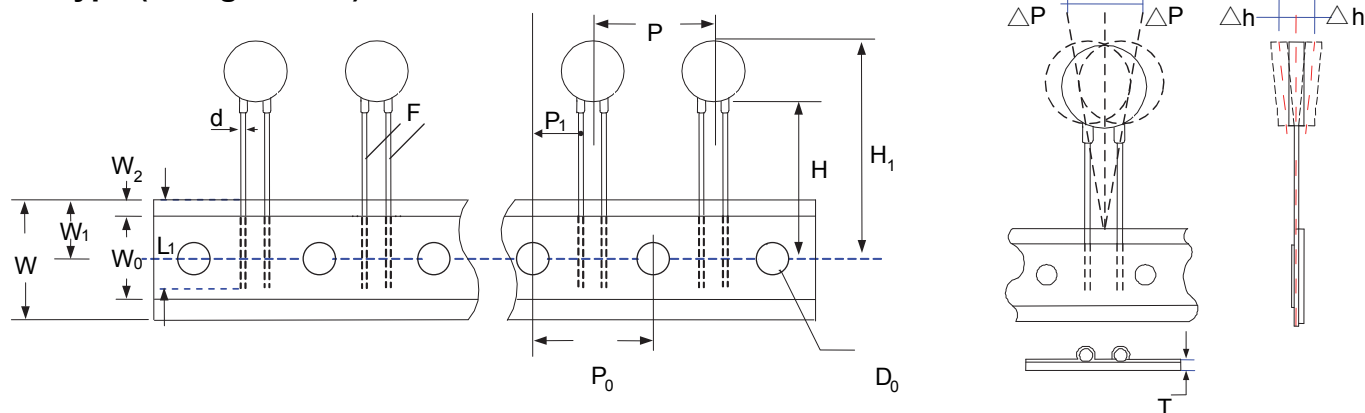


Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

■ Packaging

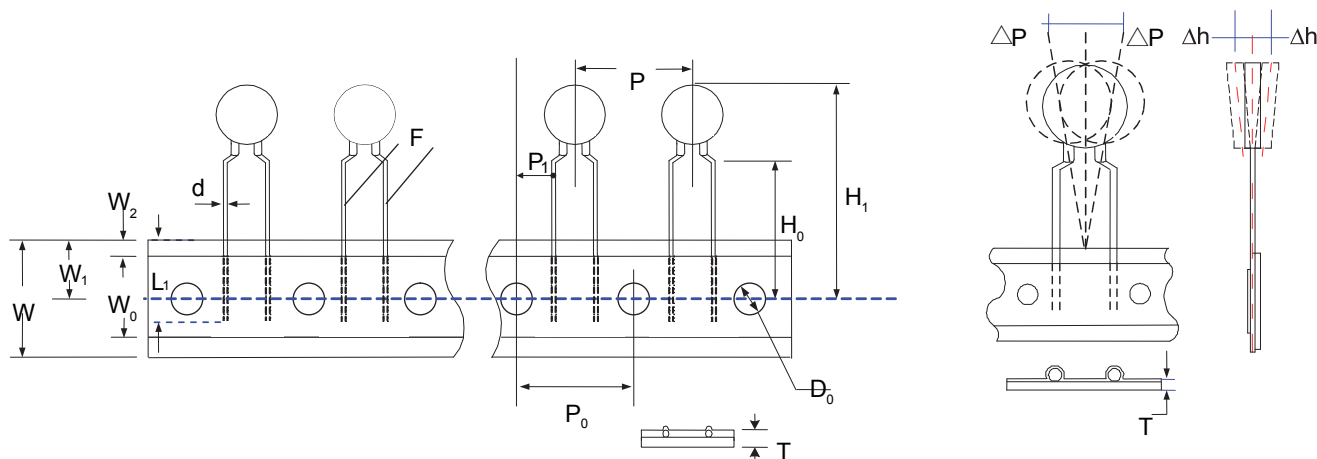
● Taping Specification :

S Type (Straight Lead)



Taping Dimension	P ₀	F	P	P ₁	H	H ₁	d	W ₀	W ₁	W ₂	W	ΔP	Δh	L ₁	D ₀	T
	±0.3	±0.5	±1	±0.7	+2/-0	Max.	±0.02	±1	+0.75 /-0.5	Max.	+1/ -0.5	Max.	Max.	Min.	±0.2	±0.2
P ₀ :12.7	12.7	3.5	12.7	4.60	18	28	0.5	12	9	3	18	1	2	9	4	0.6
P ₀ :15.0	15.0	3.5	15.0	5.75	18	28	0.5	12	9	3	18	1	2	9	4	0.6

I Type (Kink Lead)



Taping Dimension	P ₀	F	P	P ₁	H ₀	H ₁	d	W ₀	W ₁	W ₂	W	ΔP	Δh	L ₁	D ₀	T
	±0.3	±0.5	±1	±0.7	±0.5	Max.	±0.02	±1	+0.75 /-0.5	Max.	+1/ -0.5	Max.	Max.	Min.	±0.2	±0.2
P ₀ :12.7	12.7	5.0	12.7	3.85	16	28	0.5	12	9	3	18	1	2	9	4	0.6
P ₀ :15.0	15.0	5.0	15.0	5.00	16	28	0.5	12	9	3	18	1	2	9	4	0.6

NTC Thermistor : TTC05 Series



Φ5 mm Lead Type for Temperature Sensing/Compensation

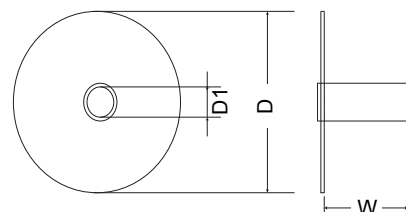
■ Quantity

● Bulk Packing

Series	Standard Lead Type Quantity (pcs/bag)	Cut Lead Type Quantity (pcs/bag)
TTC05	250	500

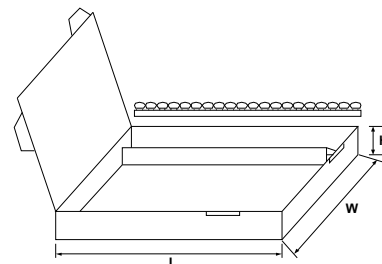
● Reel Packing:

Series	D (mm)	D1 (mm)	W (mm)	Quantity (pcs/reel)
TTC05	340±10	31±1	46±1	2,500



● Ammo Packing:

Series	Quantity (pcs/box)
TTC05	2,000



L	W	H
348mm	275mm	60mm

■ Warehouse Storage Conditions of Products

● Storage Conditions:

1. Storage Temperature: -10℃~+40℃
2. Relative Humidity: ≤75%RH
3. Keep away from corrosive atmosphere and sunlight.

● Period of Storage: 1 year

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 8Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512Bytes EEPROM
 - 1Kbyte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Three PWM Channels
 - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Eight Channels 10-bit Accuracy
 - 6-channel ADC in PDIP package
 - Six Channels 10-bit Accuracy
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V (ATmega8L)
 - 4.5V - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
 - 0 - 8MHz (ATmega8L)
 - 0 - 16MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4Mhz, 3V, 25°C
 - Active: 3.6mA
 - Idle Mode: 1.0mA
 - Power-down Mode: 0.5µA



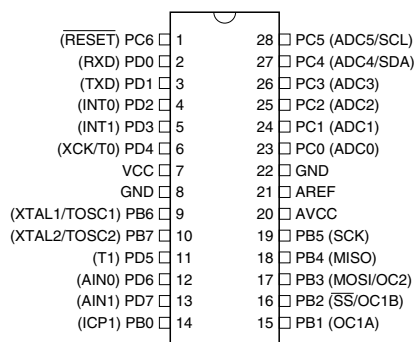
**8-bit Atmel with
8KBytes In-
System
Programmable
Flash**

**ATmega8
ATmega8L**

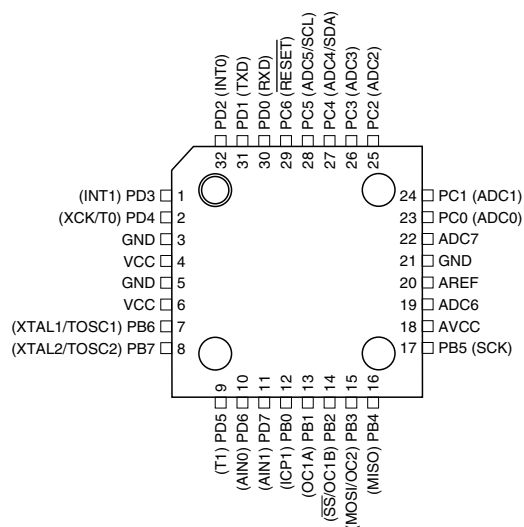
Rev.2486AA-AVR-02/2013

Pin Configurations

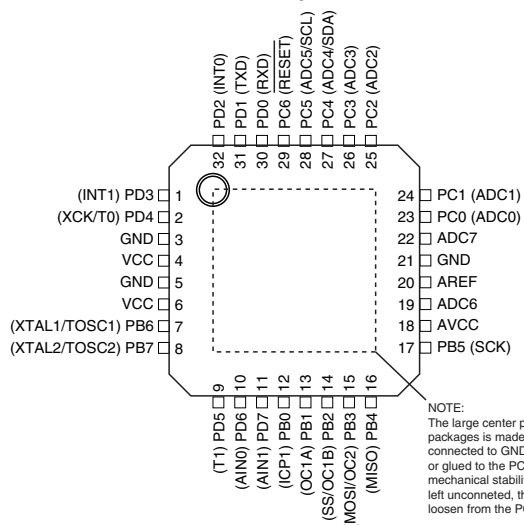
PDIP



TQFP Top View



MLF Top View



NOTE:
The large center pad underneath the MLF packages is made of metal and internally connected to GND. It should be soldered or glued to the PCB to ensure good mechanical stability. If the center pad is left unconnected, the package might loosen from the PCB.

C. Referencias

Referencias

- [1] <http://www.embrlabs.com/>
- [2] <https://youtu.be/sDZHITVfYrI>
- [3] <https://youtu.be/kvUMCip-r4A>
- [4] http://www.atmel.com/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8_l_datasheet.pdf

D. Presupuesto

Componente	Precio xU	Cantidad	Precio total
Placa Peltier	\$0.00	1	\$000.00
Total			\$000.00