

Practica Arduino, Sistema de Control de Temperatura

Una de las principales aplicaciones de los microcontroladores es la de utilizarlos para controlar variables a través de algoritmos de control. En la siguiente practica se pretende construir, utilizando arduino, un pequeño sistema de control de temperatura. Utilizaremos el sensor de temperatura lm35, un sensor lineal que convierte la temperatura a un voltaje pre-calibrado pero de una amplitud muy pequeña.

LM35

Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^\circ\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^\circ\text{C}$ over a full -55 to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\text{ }\mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^\circ\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^\circ\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0\text{ mV}/^\circ\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^\circ\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^\circ\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\text{ }\mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^\circ\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\text{ }\Omega$ for 1 mA load

Typical Applications

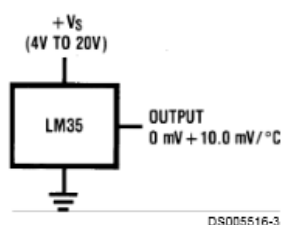
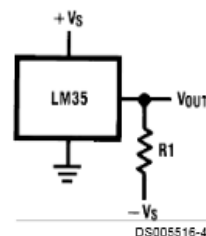


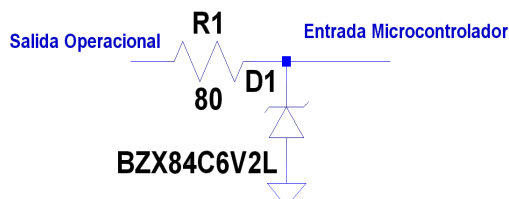
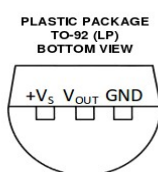
FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor
($+2^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$)



Choose $R_1 = -V_S/50\text{ }\mu\text{A}$
 $V_{OUT} = +1,500\text{ mV}$ at $+150^\circ\text{C}$
 $= +250\text{ mV}$ at $+25^\circ\text{C}$
 $= -550\text{ mV}$ at -55°C

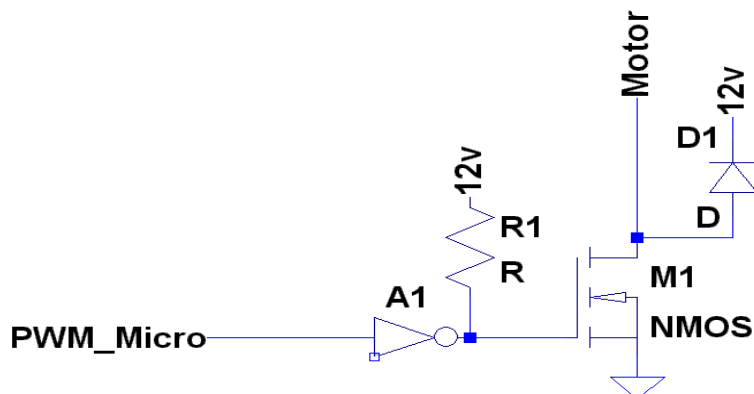
FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

Podemos ver en la hoja de datos que el sensor nos proporciona $10\text{ mV}/^\circ\text{C}$, es decir a una temperatura de 20°C nos proporcionará un voltaje de unos 200 mV . Asumamos que nuestro sistema trabajará entre 0 y 50°C , con lo que para ganar precisión es necesario amplificar este voltaje antes de conectarlo al conversor analógico digital del microcontrolador. Recordemos que el circuito de conexión una vez amplificado y el pinout del lm35 son:



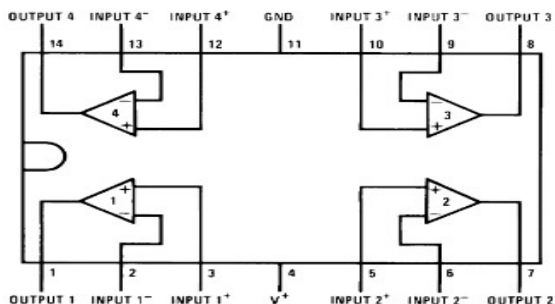
Una vez realizada la medida, es necesario actuar sobre el sistema para enfriar/calentar la muestra. Para ello implementaremos un pequeño algoritmo de control (Ver las notas sobre algoritmos de control en el campus virtual), para generar una señal PWM, acorde entre la diferencia de la temperatura deseada con la temperatura real, y aplicarla al actuador a través de un transistor Mosfet tipo N que nos sirva de amplificador de potencia.

Como actuadores utilizaremos un ventilador para enfriar.



Realización Práctica

1.- Implementar el circuito de sensado de temperatura a partir de la señal del lm35. Utilizar el amplificador operacional lm324, amplificador que puede ser alimentado con voltaje 0~12v sin necesidad de voltajes negativos. El conexionado del circuito lm324 se muestra a continuación.



2.- Implementar el sistema actuador, probandolo sin utilizar el sensor y comprobando que el ventilador gira a diferentes velocidades en función de la PWM de salida que utilizemos

3.- Implementar el algoritmo de control, que utilizando la información de temperatura y recibiendo desde teclado la temperatura deseada, calcule la PWM a generar y la aplique. Se debe de incluir en un bucle para así ajustar dinámicamente la temperatura.

4.- Añadir un botón externo que permita activar/desactivar el algoritmo de control y dos botones que permitan fijar la temperatura. Utilizaremos una pantalla LCD para indicar la temperatura deseada y la temperatura actual. La pantalla que utilizaremos es una compatible con Hitachi HD44780, el conexionado se puede consultar en el campus virtual, “Hoja de datos LCD 8x2”, y en Arduino utilizaremos la librería LiquidCrystal.

Una pantalla LCD se comporta básicamente como una memoria externa en la que escribiremos valores, la dirección de memoria indicará el lugar entre los 8x2 disponibles para escribir, y el valor se traducirá al carácter a visualizar. De esta manera no es necesario hacer una traducción gráfica a lo que queremos mostrar, solo conocer la tabla de equivalencias. A continuación se muestra una tabla de equivalencias estandar de la pantalla.

De esta forma, la librería de Arduino simplemente nos facilita el trabajo, escribiendo a través de los pines de datos, primero la dirección y después el código equivalente a nuestro carácter a imprimir en pantalla.

Partes opcionales

Se puede implementar también el circuito calefactor utilizando una resistencia calefactora que permita calentar la zona donde esta el sensor. Diseñarla y combinarla con el sistema de ventilador.

También se puede mejorar el entorno de usuario, utilizar un seleccionador basado en encoder para el manejo del menú. Un encoder es un dispositivo mecanico optico que permite generar una señal indicando el giro que se ha producido, de esta manera si se ha girado de derecha a izquierda se produce la secuencia de la imagen, pasando de 01,11,10,00,01 en caso de girar al revés la secuencia sería: 01, 00, 10, 11, 01.

Con lo que mirando el estado actual, podemos saber la dirección de giro, y mirando el tiempo la velocidad de giro. Es un sensor que se utiliza mucho en robots, para medir el desplazamiento de las ruedas, pero también en sistemas empotrados convencionales como sistema de interacción con el usuario.

Para instalar el encoder, simplemente conectamos a tierra la pata central, y a dos entradas de pines las patas intermedias. Se deben utilizar las resistencias internas de pull-up o resistencias externas, e ir leyendo los valores para seguir los movimientos del encoder.

También existe una librería en arduino llamada Encoder.h que facilita esta labor. Se recomienda la codificación directa del encoder.

Upper 4 Bits		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
Lower 4 Bits		CG RPA (1)			0	0	P	`	P				-	9	3	α	p	
xxxx0000					0 <td>0<td>P<td>`<td>P<td></td><td></td><td></td><td>-<td>9<td>3<td>α<td>p</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>P<td>`<td>P<td></td><td></td><td></td><td>-<td>9<td>3<td>α<td>p</td></td></td></td></td></td></td></td>	P <td>`<td>P<td></td><td></td><td></td><td>-<td>9<td>3<td>α<td>p</td></td></td></td></td></td></td>	` <td>P<td></td><td></td><td></td><td>-<td>9<td>3<td>α<td>p</td></td></td></td></td></td>	P <td></td> <td></td> <td></td> <td>-<td>9<td>3<td>α<td>p</td></td></td></td></td>				- <td>9<td>3<td>α<td>p</td></td></td></td>	9 <td>3<td>α<td>p</td></td></td>	3 <td>α<td>p</td></td>	α <td>p</td>	p	
xxxx0001	(2)			!	1	A	Q	a	q				。	ア	チ	Δ	ä	q
xxxx0010	(3)			"	2	B	R	b	r				「	イ	ツ	×	β	θ
xxxx0011	(4)			#	3	C	S	c	s				」	ウ	テ	モ	ε	∞
xxxx0100	(5)			\$	4	D	T	d	t				、	エ	ト	ト	μ	Ω
xxxx0101	(6)			%	5	E	U	e	u				・	オ	ナ	1	σ	Ü
xxxx0110	(7)			&	6	F	V	f	v				ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)			'	7	G	W	g	w				ア	キ	ヌ	ラ	q	π
xxxx1000	(1)			(8	H	X	h	x				ィ	ク	ネ	リ	ℝ	×
xxxx1001	(2))	9	I	Y	i	y				ッ	ケ	ル	ル	°	¥
xxxx1010	(3)			*	:	J	Z	j	z				エ	コ	ハ	レ	j	〒
xxxx1011	(4)			+	;	K	[k	{				オ	サ	ヒ	ロ	*	⌘
xxxx1100	(5)			,	<	L	¥	l	l				ハ	シ	フ	ワ	⊕	⌘
xxxx1101	(6)			-	=	M]	m	}				ユ	ズ	ハ	ン	も	÷
xxxx1110	(7)			.	>	N	^	n	÷				ヨ	セ	ホ	°	ñ	
xxxx1111	(8)			/	?	O	_	o	+				ッ	ツ	マ	°	ö	■

