

# Dispositivos Hardware e Interfaces

## Práctica\_7: Termómetro digital



**Objetivos.-** Familiarizar al alumno con la medida de señal de un sensor de temperatura integrado, el filtrado por promediado y el suavizado por media móvil, y el control multiplexado de un display de segmentos de leds.

**Descripción.-** Se trata de realizar una aplicación de medida mediante la implementación de un termómetro basado en un sensor de temperatura integrado que permita la medida de la temperatura ambiente en el rango de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$ . Ha de adquirir continuamente 40 muestras del sensor con un intervalo de 5 ms y filtrar por promediado las señales interferentes de 50Hz y 60Hz, incorporar suavizado por media móvil de las 5 últimas lecturas promediadas y actualizar la medida cada 0,2 s. Mediante un display de dos dígitos se visualizarán en todo momento valores de temperatura entre  $-9^{\circ}\text{C}$  y  $59^{\circ}\text{C}$ .

### Material:


- 1 x Arduino Uno con cable USB a PC
- 1 x Display de dos dígitos PDA54-11EWA
- 1 x Tarjeta prototipado (*proto board*)
- 1 x Sensor de temperatura MCP9700 o TMP36
- 1 x Condensador de 470 nF
- 8 x Resistencias de  $100\ \Omega$
- 1 x Juego de cables

### Medida de tensiones continuas (DC)

Muchas magnitudes físicas, por ejemplo voltaje, temperatura, presión, fuerza, etc. se miden como señales analógicas de tensión continua (DC), porque en muchas aplicaciones varían lentamente con el tiempo. Para su medida, en algunos casos es suficiente tomar una sola lectura cada cierto período de tiempo, pero muchas veces es preferible adquirir un conjunto de muestras y realizar un promediado que elimine el ruido de 50 o 60 Hz inducido por la red eléctrica. Para ello ha de elegirse un intervalo de promediado  $T_p$  de uno o varios períodos de la red, por ejemplo, tomando 40 muestras a un período de muestreo de  $T_s = 5\text{ ms}$ :  $T_p = 40 \cdot 5\text{ ms} = 0,2\text{ s}$  que contiene 10 períodos de 50Hz y 12 de 60Hz. Además, adicionalmente se suele introducir un suavizado mediante un filtrado digital por media móvil, por ejemplo presentando el promedio de las últimas 5 lecturas almacenadas en un buffer circular.

### Sensor Integrado MCP9700/TMP36

Proporciona un voltaje en su salida de 500 mV para una temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  con un coeficiente típico de  $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ . Entonces, para el rango de  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$  la tensión de salida variará entre 0 y 1,1 V. Para aprovechar al máximo la resolución del ADC

utilizaremos como voltaje de referencia para el ATmega328 del Arduino su referencia interna a 1,1 V: ***analogReference(INTERNAL);*** 

Podemos entonces deducir la corrección a aplicar para traducir la lectura del sensor obtenida de la entrada analógica A0 del Arduino al valor en grados Celsius:

$$T(^{\circ}C) = \left( A0 - \frac{1024 * 500}{1100} \right) * \frac{60 - (-50)}{1024} = \left( A0 - \frac{5120}{11} \right) * \frac{110}{1024}$$

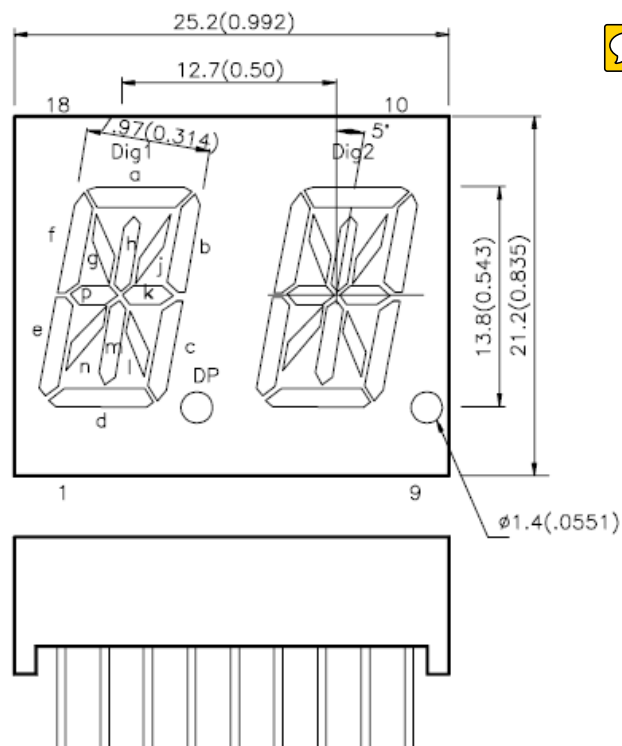
Las temperaturas por debajo de -9°C se visualizarán en el display con '--'.

## Display PDA54-11

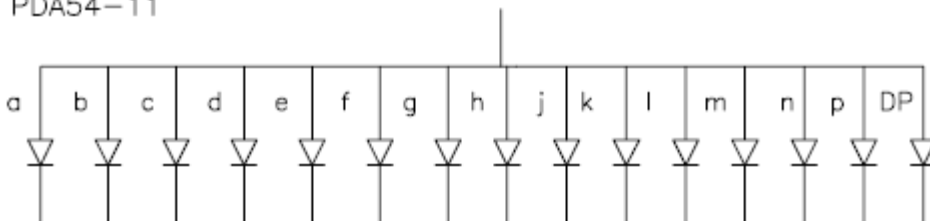
Es un display de 2 dígitos de 14 segmentos por dígito, aunque en esta aplicación únicamente son utilizados los 8 segmentos que forman los dígitos numéricos y el signo '-'. A continuación se muestra un esquema de dicho display y la tabla de interconexión al Arduino:

Pin salida Arduino	Segmento dígitos 1 y 2	Pin display A.C.
2	Dígito 2	16
3	Dígito 1	11
4	d	1
5	b	6
6	e	7
7	f	9
8	c	18
9	a	13
10	p	12
11	k	10

PDA/PDC54-11

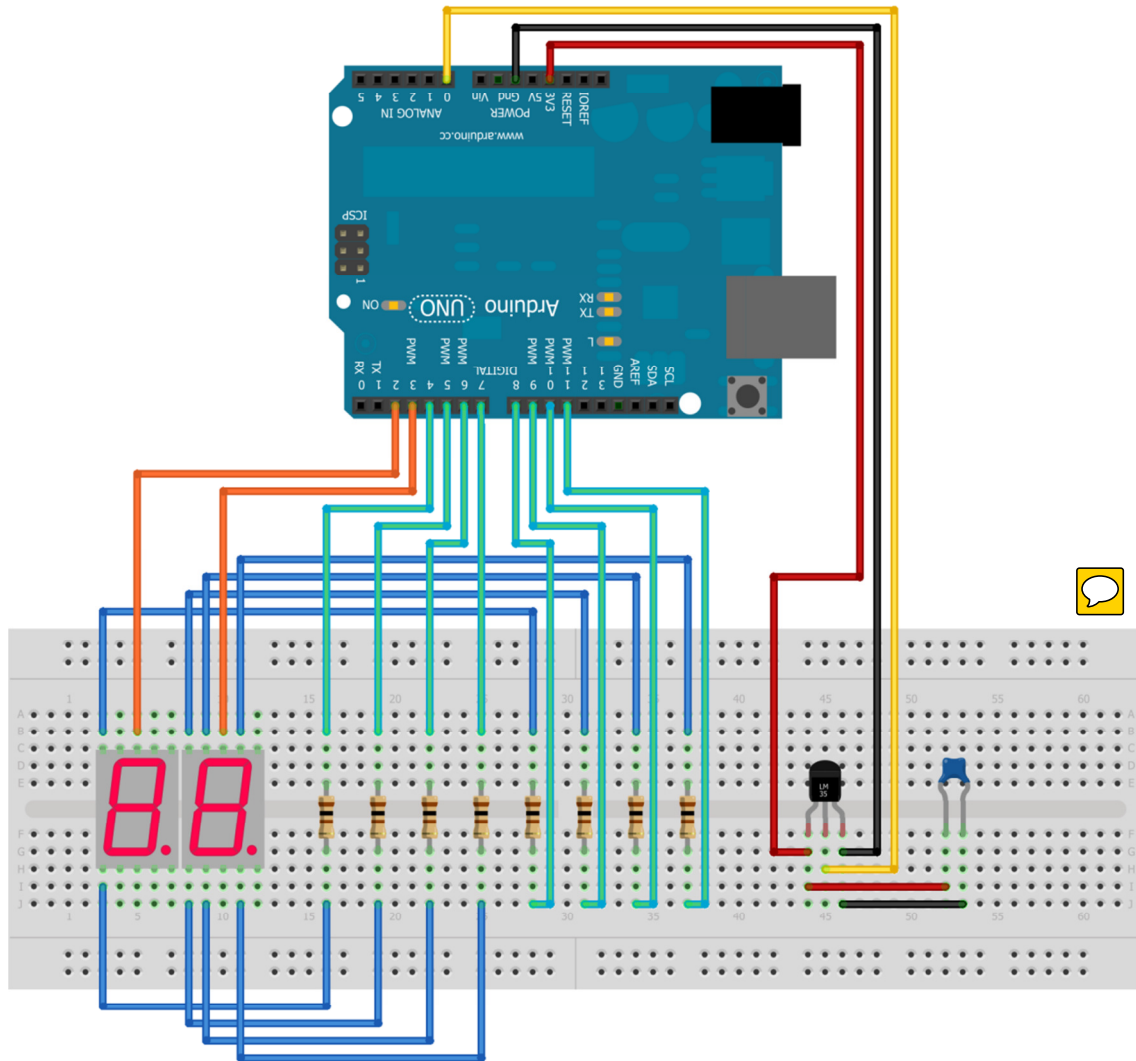


PDA54-11



Se usará multiplexado con intervalo de 5 ms sacando el estado correspondiente de los segmentos y encendiendo secuencialmente los dígitos.

## Conexiones



Made with  Fritzing.org