

Introducción funcional:

El sistema embebido desarrollado en Tinkercard es un dispositivo integrado al barbijo, que mide la temperatura corporal de la persona obtenida por el sensor de temperatura. Cuando se llega a niveles de temperatura corporal por encima de lo normal, la luz del led se vuelve de un rojo parpadeante, y en el caso de que una persona no respete el distanciamiento social (dos metros) suena el BUZZER, con la música de Pinky y Cerebro indicando que esa persona presenta fiebre.

Si la temperatura obtenida es menor a 0°C , la luz del LED RGB cambiará al color azul, si la temperatura se encuentra entre 0°C y 36°C , será de color verde, mientras que, si es mayor a 37°C , pasa a ser de un color rojo parpadeante. Si la temperatura es mayor a 37°C y hay una persona a menos de 2 metros, medido con el sensor de ultrasonido, se activará el BUZZER y empezará a sonar la canción, lavando el cerebro de las personas a menos de 2 metros del individuo que porta el barbijo, mostrándose en una pantalla un mensaje tranquilizador. Podremos controlar el volumen proveniente del Buzzer, con el potenciómetro. Para el desarrollo de este embebido se ha utilizado el **modo manual**.

Diagrama de Estados:

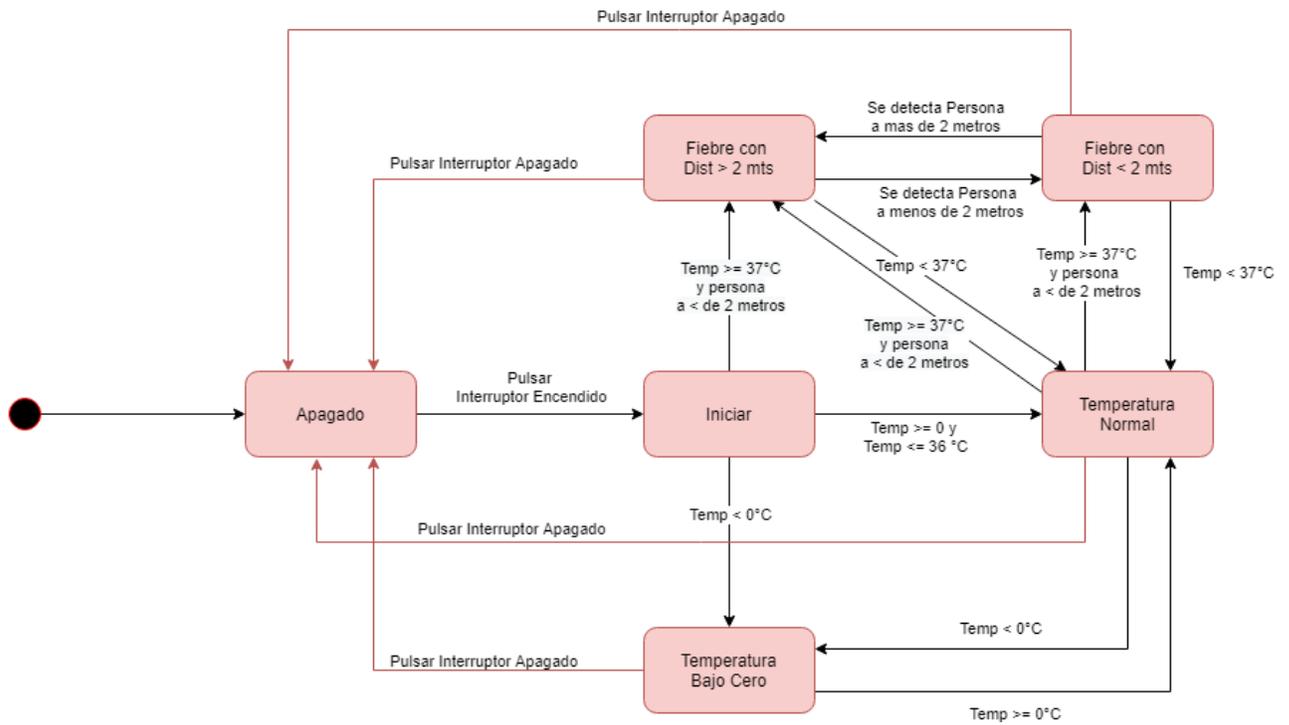
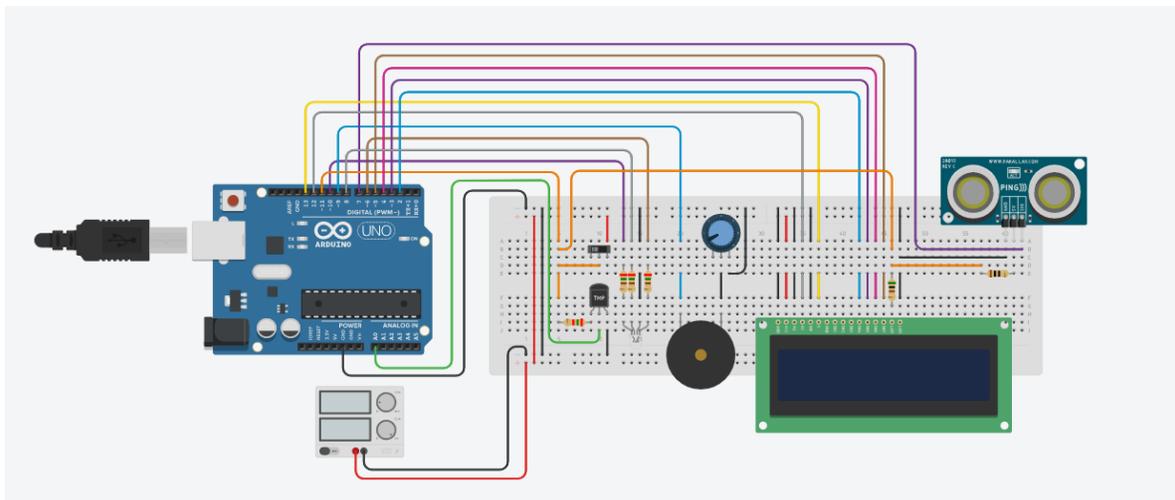


Diagrama de Conexiones del Circuito de Tinkercad:

<https://www.tinkercad.com/things/910PuZ41SYf>



Sensores y Actuadores

En el desarrollo del dispositivo se han utilizado los siguientes sensores y actuadores:

Sensores Utilizados:

- Sensor de Temperatura (Analógico)
- Sensor de ultrasonido (Digital)
- Sensor de Interruptor deslizante (Digital)
- Sensor de Potenciómetro (Analógico)

Actuadores Utilizados:

- LED RGB (PWM)
- BUZZER
- Pantalla LCD 16x2

Sensor de temperatura TMP36:

Es un chip de bajo voltaje que nos devuelve un valor de tensión proporcional a la temperatura a la que está sometido, en grados centígrados.

El TMP36 funciona entre los -50°C y 125°C , pero no es especialmente preciso, ya que tiene 0.5°C de incertidumbre. Posee tres patas, siendo la central de señal, la del costado derecho de GND y la del izquierdo de alimentación de 5V. En la documentación del fabricante se indica que la salida de tensión será de 10 mV (milivoltios) por cada grado de temperatura.



Para hacer la conversión a grados centígrados como sabemos que nuestro Arduino uno mide en las puertas analógicas a un máximo de 1023 para 5V (y 0 para 0V), por tanto, para una lectura dada, el valor en voltios de la medida será:

$$\text{volt} = (5/1024) * \text{lecturaDeTmp}$$

y como cada voltio equivale a 100°C la temperatura en grado Celsius (centígrados) es resultado de multiplicar los volts por 100, también teniendo en cuenta que el sensor TMP36 mide desde los -50°C así que al total obtenido hay que restarle 50.

Con todo esto para tener la temperatura en grado Celsius, la cuenta seria:

$$\text{Temperatura} = (5/1024) * \text{lecturaDeTmp} * 100 - 50$$

Se utilizará para medir la temperatura de la persona y determinar si posee fiebre o no, e indicar que color de luz debe prenderse dependiendo la temperatura leída.

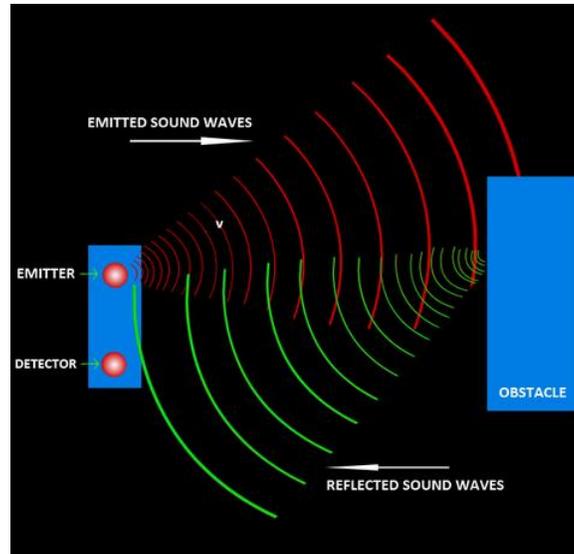
Sensor de Ultrasonido:

Un sensor ultrasónico es un dispositivo electrónico que mide la distancia de un objeto objetivo mediante la emisión de ondas sonoras ultrasónicas y convierte el sonido reflejado en una señal eléctrica. Las ondas ultrasónicas viajan más rápido que la velocidad del sonido audible (es decir, el sonido que los humanos pueden escuchar). Los sensores ultrasónicos tienen dos componentes principales: el transmisor (que emite el sonido mediante cristales piezoeléctricos) y el receptor (que encuentra el sonido después de que ha viajado hacia y desde el objetivo).



Sensor de distancia ultrasonido SKU 28015

Para calcular la distancia entre el sensor y el objeto, el sensor mide el tiempo que transcurre entre la emisión del sonido por parte del transmisor y su contacto con el receptor. La fórmula para este cálculo es $D = \frac{1}{2} T \times C$ (donde D es la distancia, T es el tiempo y C es la velocidad del sonido ~ 343 metros / segundo).



Este sensor mide la distancia de un objeto en base a ondas ultrasónicas emitidas. Se compone por un transmisor y un receptor, el transmisor emite las ondas ultrasónicas que viajan por el espacio, que al encontrar un obstáculo son reflejadas y captadas por el receptor.

Para sensar se debe enviar una señal de un ancho de pulso de $10 \mu s$ a la pata de trigger para iniciar la transmisión de la onda. Al finalizar la emisión de la onda ultrasónica, por la pata de echo se inicia la transmisión de una señal. Una vez que el receptor detecte la onda interrumpe la señal de echo y la lleva a un estado bajo. En base al ancho del pulso resultante (tiempo de señal que estuvo en estado alto) se calcula la distancia. Si el ancho de pulso resultante es mayor a $38ms$, significa que el obstáculo se encuentra fuera de rango del sensor, devolviendo la distancia máxima que puede medir el sensor. En caso contrario, se calcula la distancia real del objeto.

Se utilizará Si el dispositivo detecta una temperatura mayor a $37^{\circ}C$ y se detecta una persona a una distancia menor a 2 metros, se escuchará la música de Pinky y Cerebro. Si no se presenta fiebre, y se detecta una persona solo se mostrará un mensaje que mantenga la distancia en la pantalla LED.

Sensor de Interruptor deslizante:

Los interruptores deslizantes se utilizan para controlar el flujo de corriente en un circuito y suelen utilizar un dispositivo deslizante mecánico para conectar y desconectar una corriente, deslizando entre un estado de apertura y cierre.

Aunque se comportan de manera muy similar a los interruptores de botón pulsador, los interruptores deslizantes tienen una forma táctil más evidente, que permite al usuario diferenciar de manera más segura entre los estados de encendido y apagado.

Los interruptores deslizantes normalmente se utilizan para aplicaciones de encendido y apagado sencillo, deslizando entre normalmente abierto (NA) y normalmente cerrado (NC).

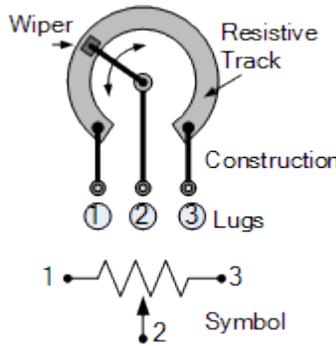
Si el dispositivo es encendido, se inicializará y se tomará la temperatura corporal de la persona que lo use.



Sensor de Potenciómetro:

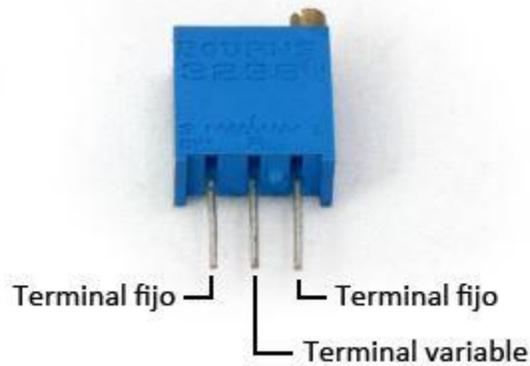
Se trata de un dispositivo que presenta un contacto móvil que se desplaza a lo largo de una pista resistiva. De esta forma, al mover el potenciómetro, linealmente o girándolo, movemos el contacto a lo largo de la pista por lo que variamos la longitud del tramo de pista con el que estamos en contacto y, por tanto, variamos el valor de su resistencia.





En el sistema embebido, cuando se leen valores bajos, el volumen del sonido del buzzer disminuirá, y cuando los valores recibidos sean altos, el volumen irá aumentando.

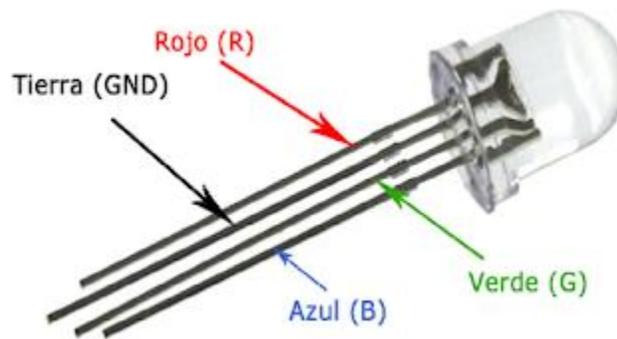
El potenciómetro dispone de tres patas o terminales: uno conectado a 5V, otro a masa o GND, y el tercer terminal, variable y situado en el medio, será quien vaya conectado a nuestra entrada analógica. Es decir, la resistencia máxima que ofrece el potenciómetro entre sus dos extremos no es más que la suma de las resistencias entre un extremo y la pata central (es decir, de 1 a 2 + de 2 a 3 = R_{max}).



En Arduino podemos encontrar 6 pines o entradas analógicas (A0-A5). Internamente, Arduino tiene un conversor analógico-digital que mapea la tensión recibida a un número entero. Los valores van desde 0V igual a 0, hasta 5V igual a 1023. El resto de los valores se calculan de manera proporcional.

LED RGB:

Un Led RGB es un diodo que tiene 4 patillas donde una de ellas es común para las otras 3 patillas.



Detalle de cada pata del diodo LED RGB

En función de la tensión que pongamos en cada pin podemos conseguir la mezcla de color que deseemos con relativa sencillez. Si utilizamos una señal PWM para controlar la intensidad de cada color, podremos elegir entre 0 y 255 intensidades para el Rojo, entre 0 y 255 para el Verde y entre 0 y 255 para el Azul, y de esta forma conseguir un color en específico.

	RGB teórico			RGB real placa leds		
Color	R	G	B	R	G	B
blanco	255	255	255	255	64	120
rosa	255	179	183	17	0	7
amarillo	255	255	0	255	48	0
naranja	255	128	0	255	18	0
turquesa	245	0	116	255	0	20
violeta	166	0	220	36	0	54
magenta	0	220	156	0	255	105
rojo	255	0	0	255	0	0
verde	0	255	0	0	255	0
azul	0	0	255	0	0	255

Tabla con los valores teóricos y reales de mezcla para conseguir un color específico

Para controlar la intensidad por el Led RGB, hay que limitar la intensidad de corriente máxima por el RGB. Esa corriente nunca superará los 20mA ya que intensidades superiores dañarán al RGB.

Así que con la siguiente formula podemos establecer la máxima corriente por cada patilla del Led:

$$I_{patilla} = 9V \div 1000 \Omega = 9mA$$

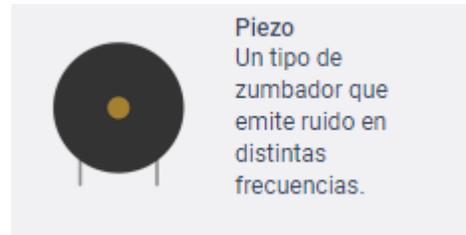
Esta corriente de 9 miliamperios se aplicará a cada Led Rojo, Verde y azul, ya que los tres diodos están en paralelo entre sí.

Es decir, un valor decimal de 255 corresponde a 9mA y un valor de 0 corresponde a 0A; con lo que ya hemos establecido una escala de valores de 0 a 0,009A de valor máximo. Pero dado que Arduino nos permite escribir valores de 0 a 255 en los pines digitales, cuando utilizamos analogWrite(), podemos utilizar esta función para trabajar y modificar los colores del RGB.

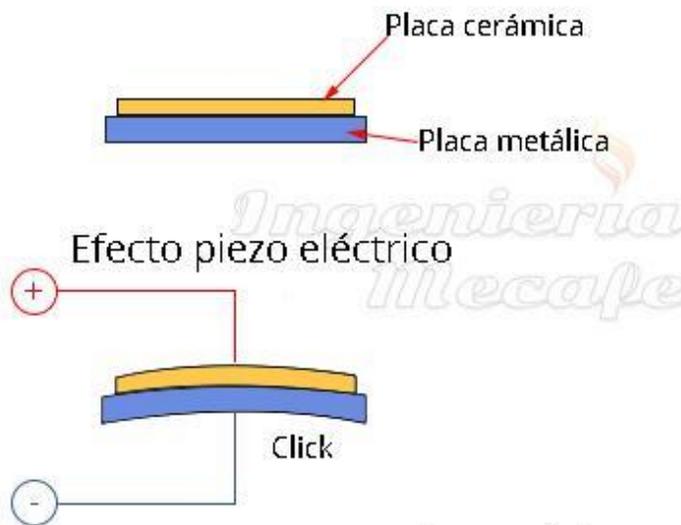
En nuestro dispositivo, utilizaremos los colores ROJO, AZUL y VERDE para indicar la temperatura actual de la persona que use el barbijo, utilizando PWM para hacer titilar la luz de color rojo del RGB cuando se encuentre con una temperatura mayor o igual a 37°C.

Buzzer o Zumbador:

Un buzzer o zumbador es un pequeño transductor capaz de convertir la energía eléctrica en sonido. Para hacerlos funcionar solo basta con conectar la pata del positivo y la pata del negativo con el positivo y negativo de una batería o cualquier fuente de energía directa.



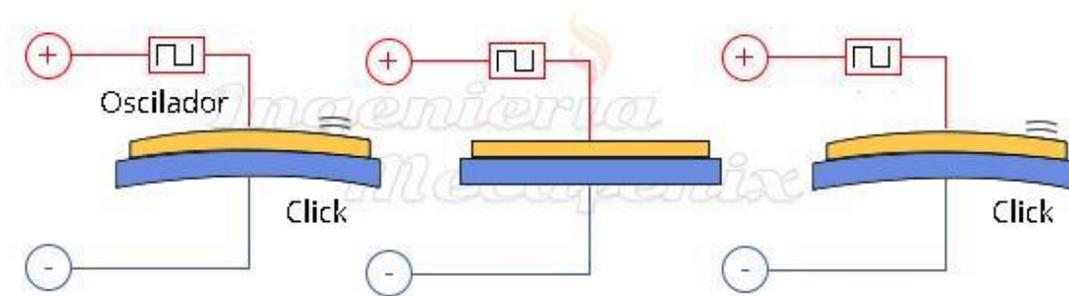
El funcionamiento se basa en el efecto piezoeléctrico de los materiales. Este efecto funciona de tal manera que cuando aplicamos un voltaje, el volumen del material cambia ligeramente. Están contruidos con dos pequeñas placas una metálica y una cerámica, las cuales aprovechan este efecto, pero solo generan un click ya que los materiales cambiaron de forma, pero no regresan a su estado natural hasta que se les quita el voltaje.



www.ingmecafenix.com

Para que se pueda emitir un sonido continuo las placas necesitan vibrar constantemente, para eso se instala un oscilador que hace que los materiales cambien de estado una y otra vez, y así puedan cambiar miles de veces para poder alcanzar un audio perceptible.

Efecto piezo eléctrico



www.ingmecafenix.com

El buzzer tiene una tensión de trabajo de 3.5- 5V y es analógico, y toma valores de la frecuencia del tono que se desea reproducir (Hz). En el sistema embebido lo usamos para que tome los valores de las frecuencias que representan cada nota para poder reproducir la canción de Pinky y Cerebro.

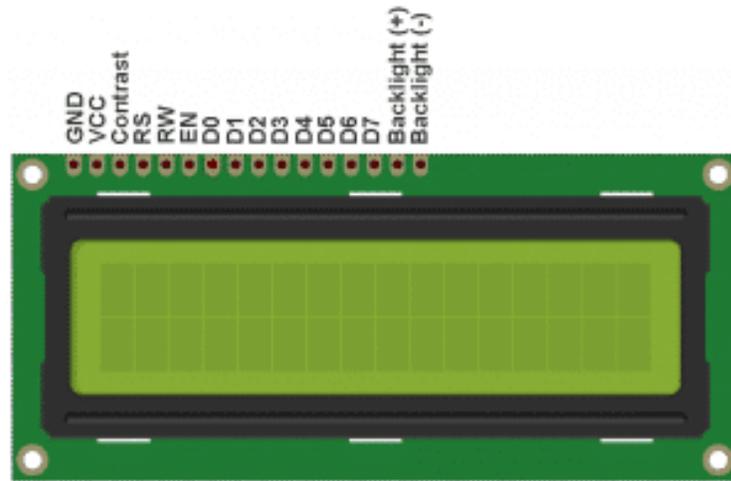
Display LCD DE 16X2:

Los displays LCD de 16x2 son unas pantallas de cristal líquido, que tienen 16 pines, de los cuales para una conexión sencilla pueden usarse solamente 12 de ellos. Cuenta con 2filas, de 16 caracteres cada una, que se utiliza para presentar información alfanumérica. Con señales y pines de datos se puede controlar el uso del LCD.

A continuación, se detallan los pines para poder controlar el display:

- El pin "RS" controla en que parte de la memoria LCD se están escribiendo los datos.
- El pin de "lectura/escritura" (R/W) selecciona el modo de lectura o de escritura. Si el pin es conectado a +5V el modo de lectura es activado, y si el pin es conectado a GND el modo de escritura es activado.
- EL pin para habilitar "enable" (E), este habilita los registros.
- 8 pines de datos "D00-D07" donde se envían bits para escribir en un registro, también pueden ser usados para leer un registro.
- Pin V0 "de contraste" del display LCD Arduino.

- Pin A y Pin K “de retro-iluminación” (Bklt+ y Bklt-) que le permiten controlar la retroiluminación.
- Pin de alimentación (+5V y GND).



Ejemplo del pinado del LCD 1602a Arduino con controlador HD44780

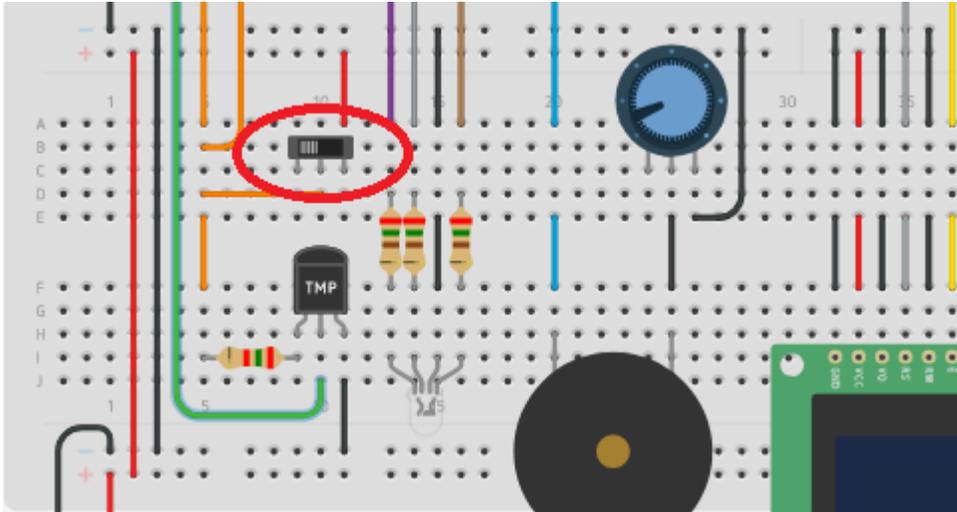
Para su uso en el sistema embebido, se precisa de la biblioteca **LiquidCrystal.h**. Primero se deben definir cuales pines del Arduino utilizando para el control del LCD, usando el siguiente formato:

LiquidCrystal lcd(<pin RS>,<pin RW>, <pin enable>, <pin D4>, <pin D5>, <pin D6>, <pin D7>)

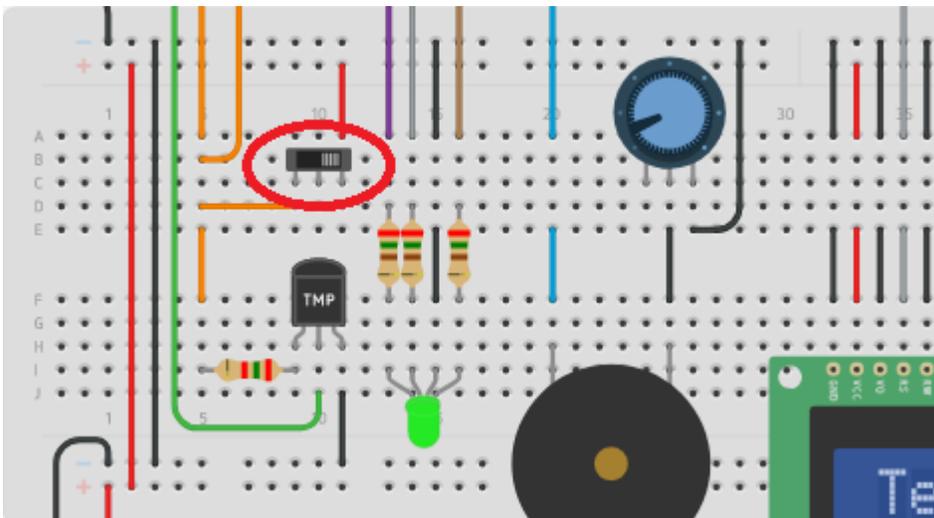
Y luego inicializar el LCD en la función void setup con begin (), especificando la cantidad de columnas y filas. Hay funciones importantes a tener en cuenta para escribir en el LED. La primera es clear () para limpiar la pantalla. La segunda es setCursor () para poder elegir en que posición del cursor dentro de la pantalla para escribir el mensaje, indicando el número de fila y el número de columna. Por último, print () para imprimir mensajes dentro del LCD.

Desarrollo de Manual de Usuario:

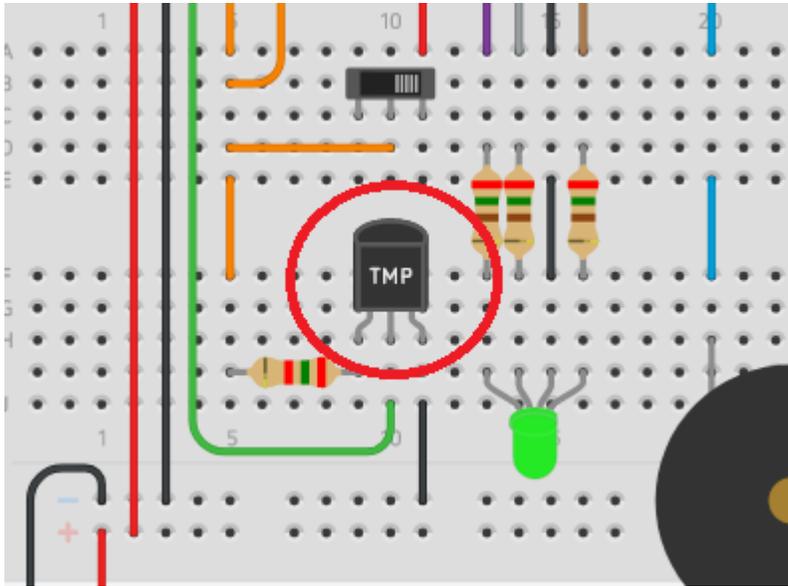
1. Para poder iniciar el dispositivo, debe presionar el interruptor deslizante que se encontrara apuntando a la izquierda, si se encuentra en modo apagado.



Luego de presionado, el botón apuntará a la derecha y se pondrán en funcionamiento los actuadores y sensores restantes.



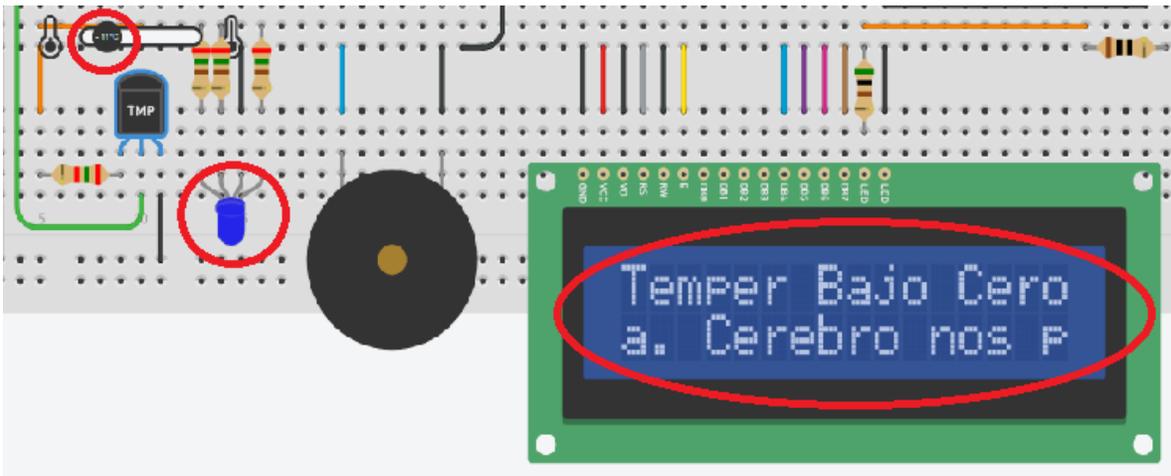
2. Para simular la temperatura corporal, presionar sobre el sensor de temperatura.



Aparecerá por encima del sensor una barra horizontal que permitirá controlar la temperatura, dependiendo de la temperatura elegida, pueden ocurrir tres situaciones:

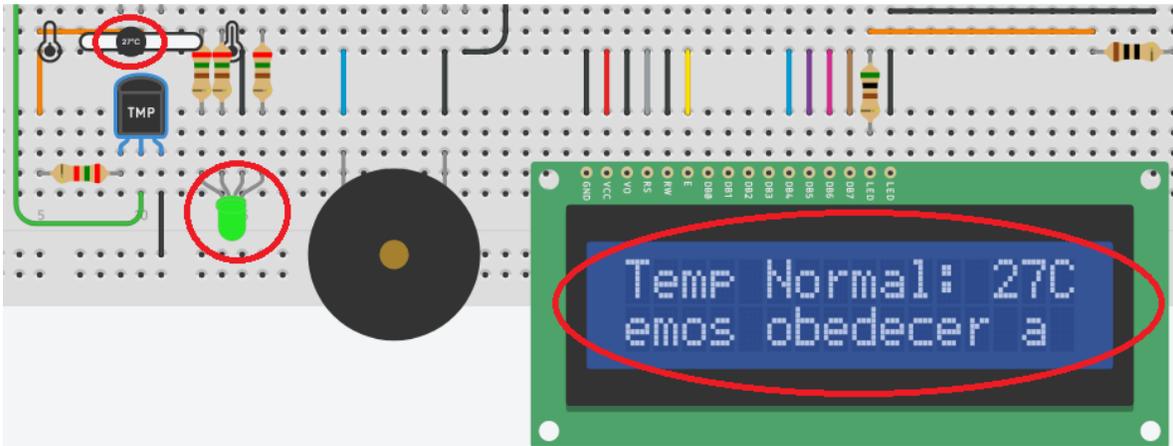
1. Temperatura Menor a 0°C:

La pantalla LED mostrará un mensaje indicando que la temperatura está por debajo de los cero grados y la luz LED cambiará al color Azul.



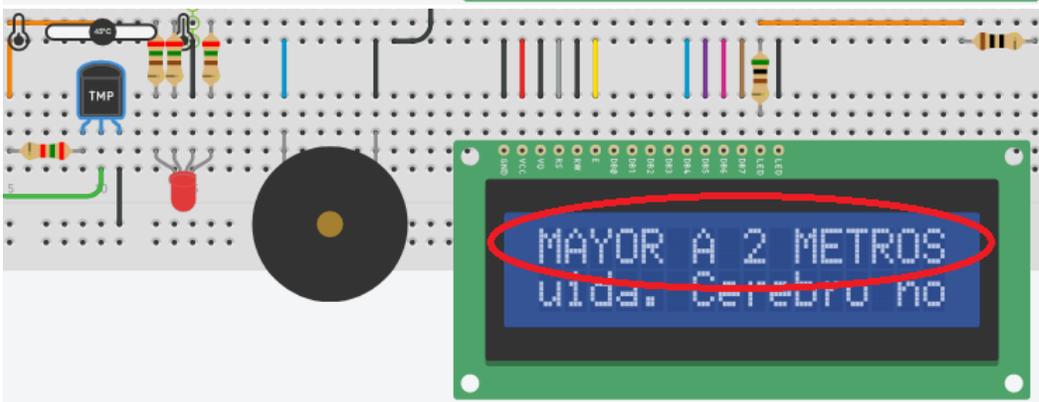
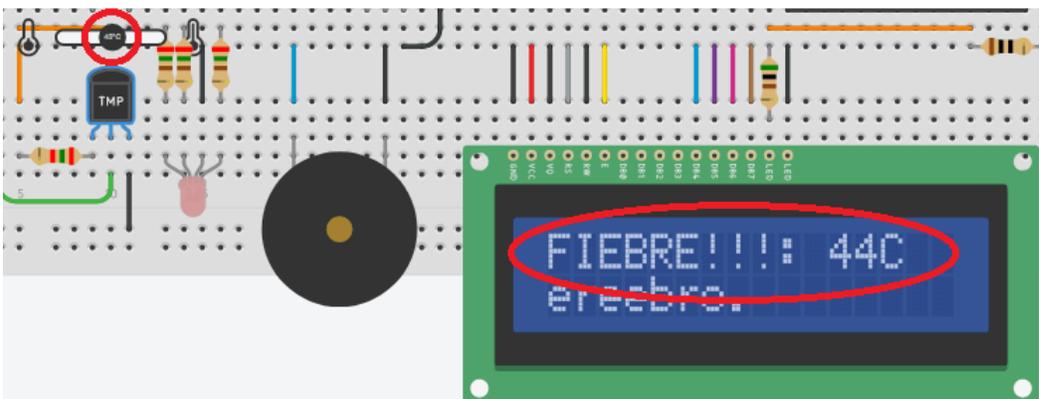
2. Temperatura entre los 0°C y los 36°C:

La pantalla LED mostrará un mensaje indicando la temperatura es normal y la temperatura corporal actual, y la luz LED cambiará al color Verde.

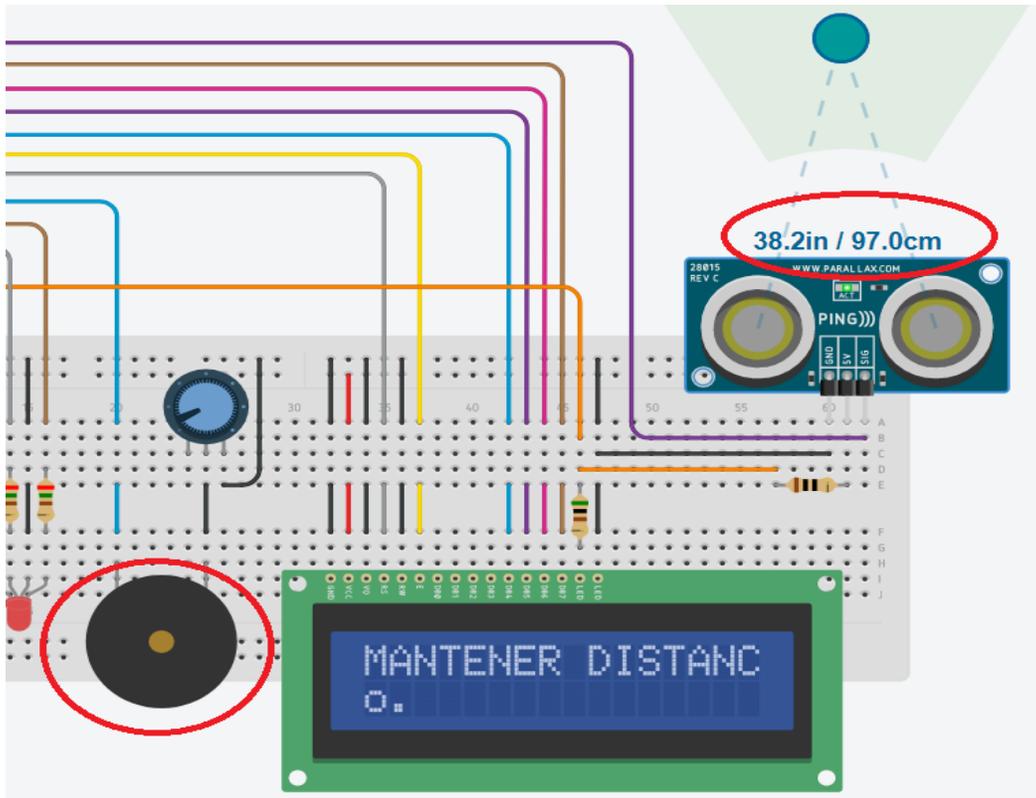


3. Temperatura mayor a 36°C:

La pantalla LED mostrará un mensaje indicando que la persona tiene fiebre y mantener distancia mayor a dos metros y la temperatura corporal en ese momento, la luz pasara a un rojo parpadeante.



4. Si se detecta una persona a menos de 2 metros, se activará el buzzer y sonará la canción de pinky y cerebro.



Para simular el aumento de volumen del buzzer al acercarse más la persona, se utilizará el potenciómetro para regular ese volumen. Aumentando el volumen de salida del buzzer girando la perilla para la derecha y bajando el volumen girándola a la izquierda.

