



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

Autor: Jaime CASADO SAINZ

Tutor: Jesús Manuel HERNÁNDEZ MANGAS

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

•OBJETIVOS

- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

OBJETIVOS

- Visualizar la distancia medida.
- Representar los parámetros ambientales.
- Memorizar las medidas deseadas.
- Informar sobre el estado de la memoria.

Estableciendo una sencilla comunicación con el usuario

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

EL MICROCONTROLADOR

Es el circuito integrado que ejecuta las operaciones del programa que alberga

En este caso se necesita:

- Realizar conversiones de tensiones Analógicas a datos Digitales.
- Contar el transcurso de tiempo entre dos un evento.
- Realizar la lectura de datos almacenados en memoria.
- Escribir y leer sobre la memoria EEPROM.

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

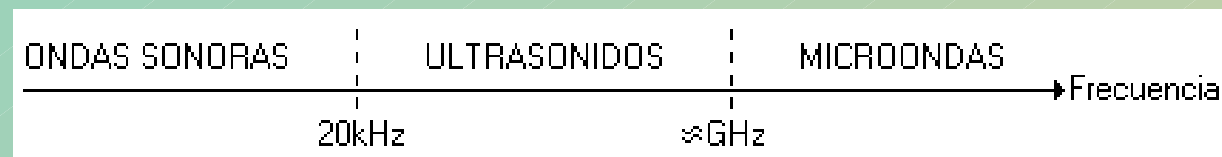


PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ULTRASONIDOS

- Son las ondas propagadas por un material en cualquiera de sus tres estados.



- Sus utilidades abarcan un amplio abanico.
- Para el caso de este medidor:
 - La señal se transmite por el aire.
 - La frecuencia es de 40 kHz.
 - Se emplean transductores piezoeléctricos.



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

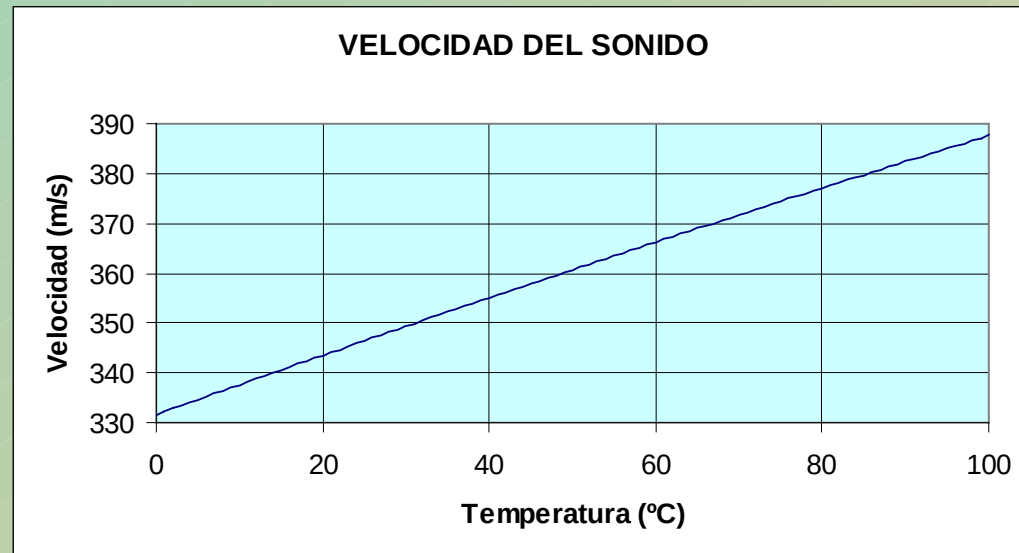
MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

CÁLCULO DE LA DISTANCIA

$$e = v \times t$$

La velocidad del sonido, depende de la temperatura

$$v(T) = 331.6 \times \sqrt{1 + \frac{T}{273}}$$



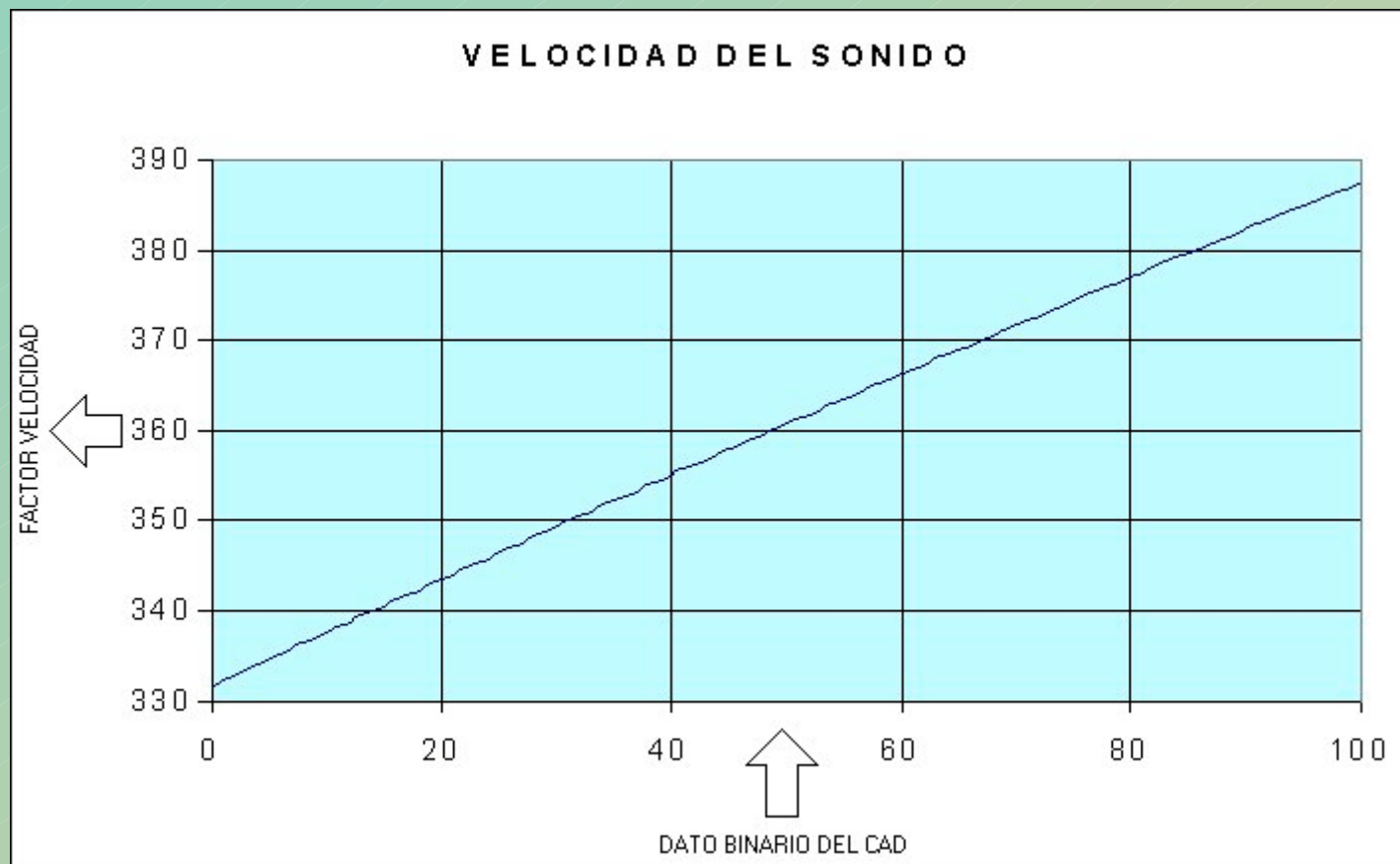
INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

CÁLCULO DE LA DISTANCIA



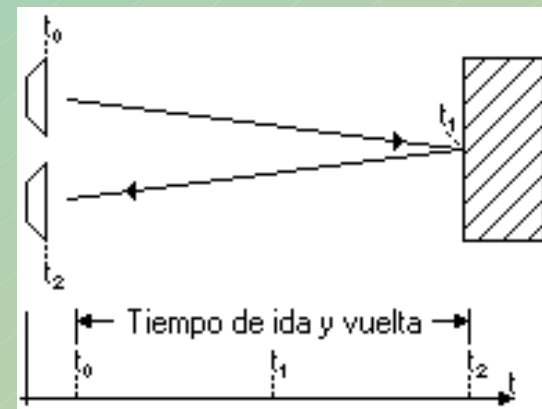
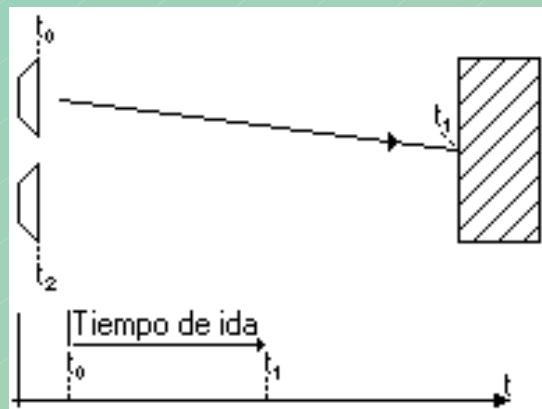
INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

CÁLCULO DE LA DISTANCIA



El temporizador se encuentra contando el doble de tiempo

- Usando la preescala del temporizador.



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



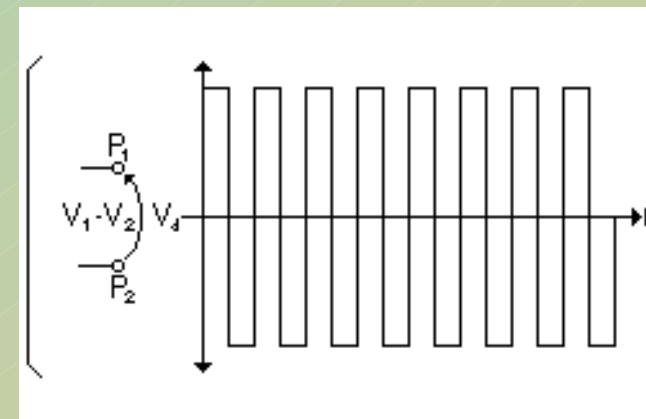
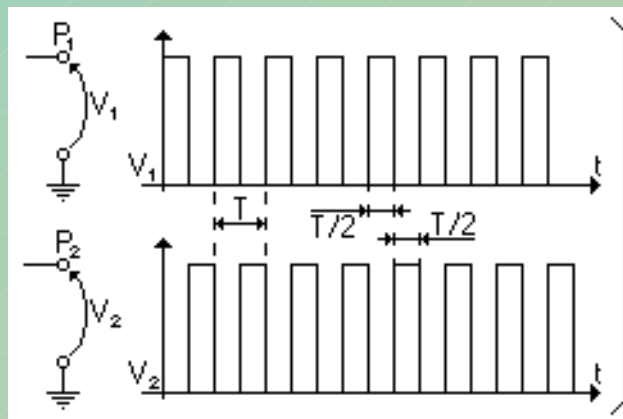
PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

SEÑAL CUADRADA GENERADA

Partiendo de una fuente $(0 +5)V$ se genera una señal bipolar $(-5 +5)V$

- Se aplica el modo diferencial entre dos salidas.
- La frecuencia ha de ser de 40 kHz. $\Rightarrow T = 25\mu S$.





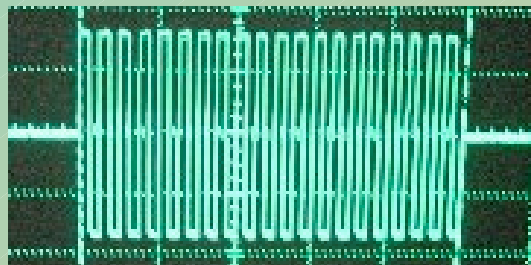
PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

SEÑAL CUADRADA GENERADA

A partir de un pulso elemental se consiguen distintas anchuras

- Se comienza con el envío de este pulso elemental.
- Se evalúan las condiciones de llegada del ECO.
- Ante el incumplimiento de estas condiciones, se envía otro pulso.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

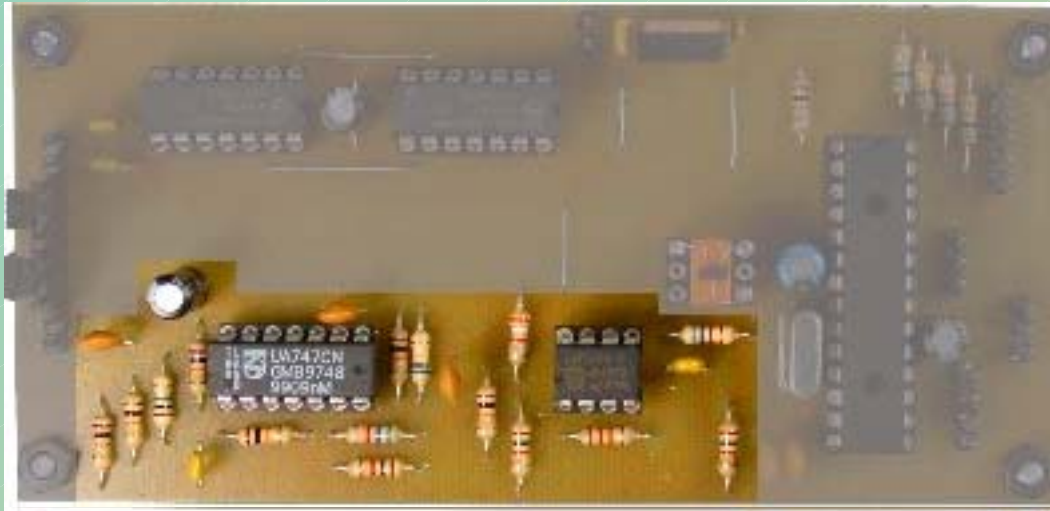


PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

BLOQUES DEL CIRCUITO

Placa de circuito impreso:



Circuito de control

Etapa de transmisión

Etapa de recepción

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

FUNCIONES QUE REALIZA

- Medición de la distancia hasta el obstáculo frontal.
- Memorización de esta distancia, en la posición elegida.
- Lectura de las medidas guardadas.
- Borrado de la memoria.

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

COMUNICACIÓN CON EL USUARIO

- Por medio de una pantalla se informa al usuario.
- Con los pulsadores se toma la decisión deseada.

Bajar (←): Apunta a la anterior posición de la memoria.

Cancelar (X): Retrocede a la etapa anterior.

Subir (→): Apunta a la siguiente posición de la memoria.

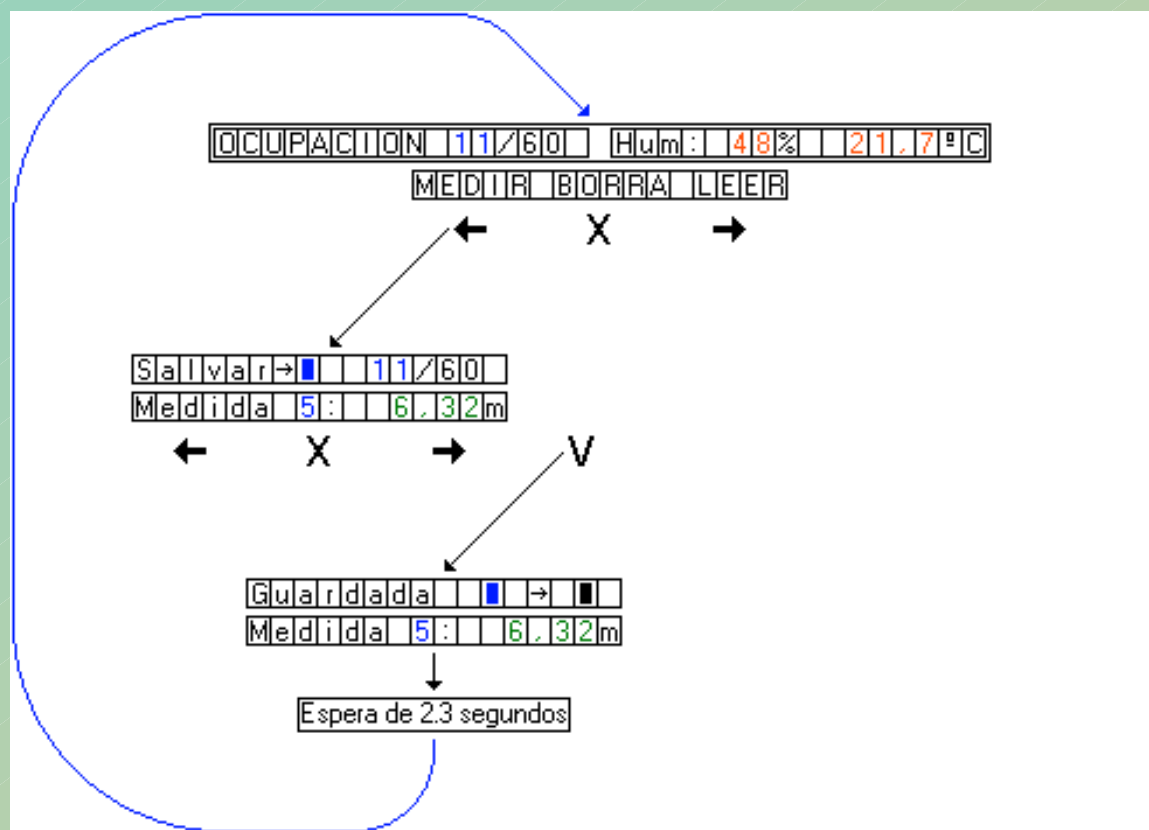
Aceptar (V): Valida la operación ofrecida.



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

COMUNICACIÓN CON EL USUARIO





PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

COMUNICACIÓN CON EL USUARIO





PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

CALIBRADO DEL APARATO

Calibrado sobre el tiempo

- Realizar medidas de distancias conocidas.
- Anotar los datos de velocidad y tiempo para cada medida.

$$t_{CORRECTO} = \frac{Distancia}{Velocidad}$$

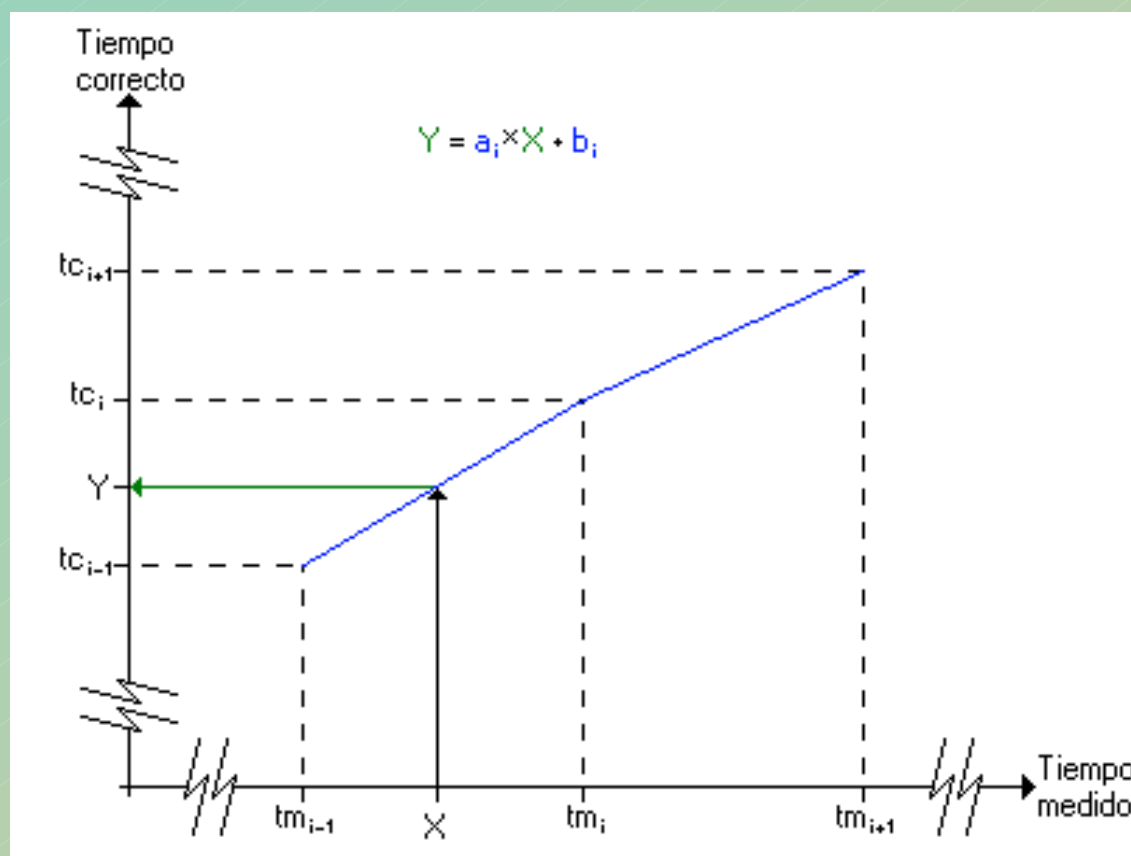
- Relacionar el tiempo medido con el tiempo correcto.



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

CALIBRADO DEL APARATO



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

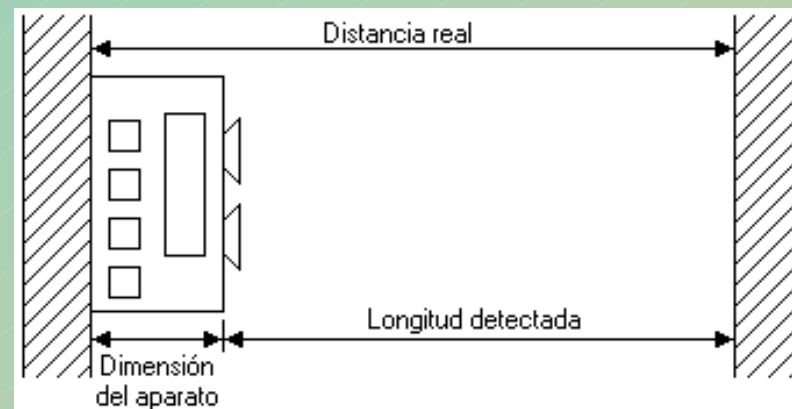


PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

CALIBRADO DEL APARATO

Calibrado en distancia



- Se ajusta la distancia visualizada a la distancia medida.
 - ➔ SUBIR: Aumenta 1 cm con cada pulsación.
 - ⬅ BAJAR: Disminuye 1 cm con cada pulsación.



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

CARACTERÍSTICAS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
ALIMENTACIÓN DEL APARATO	Batería de 9 V
CONSUMO DE POTENCIA EN LAS DISTINTAS FUNCIONES	
En espera de decisión	116.1 mW
Realizando medidas	119.7 mW
Realizando lecturas	114.3 mW

PRESTACIONES OFRECIDAS			
MAGNITUD A MEDIR	MÍNIMO VALOR	MÁXIMO VALOR	ERROR
Distancia (m)	0,65	9	$\pm 0,02$
Temperatura (°C)	0	125	$\pm 0,2$
Humedad relativa (%)	2	100	± 1
La temperatura de operación, se encuentra dentro del rango (0-85) °C			

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

PRESUPUESTO

COSTE DEL MATERIAL DEL PROTOTIPO (€)			61,93
	Nº de horas	Precio la hora (€)	Coste (€)
DISEÑO	640	15	9600,00
MANO DE OBRA	1,5	8	12,00

COSTE DE DISEÑO (€)		9600,00	
PORCENTAJE DE BENEFICIOS		18 %	
Coste de material por unidad (€)	61,93		
Cantidad a realizar (unidades)	100	1.000	10.000
Descuento en componentes	10 %	20 %	30 %
COSTE DE TODO EL MATERIAL (€)	5573,70	49544,00	433510,00
COSTE DE MANO DE OBRA (€)	1200	12000	120000
Impuesto de Valor Añadido	+ 16 %		
PRECIO DE SALIDA AL MERCADO (€)	224,12	97,38	77,08

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ÍNDICE

- OBJETIVOS
- EL MICROCONTROLADOR
- ULTRASONIDOS
- CÁLCULO DE LA DISTANCIA
- SEÑAL CUADRADA GENERADA
- BLOQUES DEL CIRCUITO
- FUNCIONES QUE REALIZA
- COMUNICACIÓN CON EL USUARIO
- CALIBRADO DEL APARATO
- CARACTERÍSTICAS
- PRESUPUESTO
- DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO



INGENIERÍA ELECTRÓNICA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

MEDIDOR DE DISTANCIA POR ULTRASONIDOS

ACLARACIÓN DE DUDAS

INGENIERÍA ELECTRÓNICA