



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE
ULTRASONIDO PARA LIMPIEZA DE INYECTORES DE GASOLINA

AUTOR:

MILTON MAURICIO CAIZA PÁEZ

TUTOR:

ING. RENÉ ERNESTO CORTIJO LEYVA, Mg.

QUITO - ECUADOR

2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

DECLARACIÓN DEL AUTOR

En mi calidad de autor del presente trabajo de titulación:

Que el trabajo de titulación “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ULTRASONIDO PARA LIMPIEZA DE INYECTORES DE GASOLINA**” presentado ante mi tutor el **Ing. René Ernesto Cortijo Leyva, Mg.**, es de mi autoría.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ULTRASONIDO PARA LIMPIEZA DE INYECTORES DE GASOLINA”** presentado por el **Sr. Milton Mauricio Caiza Páez**, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, D.M. 17 de agosto de 2018

TUTOR

Ing. René Ernesto Cortijo Leyva, Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del componente práctico certifico:

Que el trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ULTRASONIDO PARA LIMPIEZA DE INYECTORES DE GASOLINA”** presentado por el **Sr. Milton Mauricio Caiza Páez**, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, D.M. 17 de agosto de 2018

TUTOR

Ing. René Ernesto Cortijo Leyva, Mg.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a DIOS, ya que me permitió estar en el momento y lugar indicados para alcanzar la meta planteada, pese a las circunstancias que se presentaron.

Un especial agradecimiento a toda mi familia en especial a mis padres, porque sin la ayuda de ellos no hubiera sido posible culminar con el objetivo.

También un agradecimiento importante a mis maestros, que con su sabiduría impartida en cada minuto de clases me fueron formando como un buen profesional. En especial a mi tutor ya que con su guía me ayudó mucho para poder concluir con mi propósito

A la Universidad Tecnológica Israel que me permitió concluir con mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros por la ayuda recibida cada que lo requería.

DEDICATORIA

El presente logro lo dedico ante todo a Dios padre nuestro, ya que siempre está presente en los momentos en que más lo necesito. A mis hijos Audreey, Joyce, Sammy y Angelito (†) ya que son quienes son mi más grande motivo para seguir adelante. A mis padres Milton y Martha por ser quienes me inculcaron desde siempre la superación en base al esfuerzo. A mis hermanos Ruth (†), Mireya y Cristopher por darme todo el apoyo y empuje para alcanzar mis metas. A mis cuñados Luis y Doris, a mis sobrinos Christopher, Elián y Angelitos (†) los quiero mucho. A mi abuelito Néstor (†), mi abuelita Lucrecia (†), papito Segundo (†) y mamita Sambita (†) que desde el cielo guían, cuidan y acompañan mi camino.

Una especial dedicatoria a mis padrinos Jaimito (†) y Yolita, los quiero mucho.

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimiento	v
Dedicatoria.....	vi
Tabla de contenido.....	vii
Lista de figuras	ix
Lista de tablas	x
Lista de ecuaciones.....	xi
Lista de anexos	xii
Resumen	xiii
Abstract.....	xv
Introducción.....	1
Antecedentes de la situación objeto de estudio	1
Planteamiento y justificación del problema.....	2
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
Alcance	3
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
1.1 El Ultrasonido.....	5
1.1.1 Maneras de exposición al ultrasonido	8
1.2 Transductores de ultrasonido.....	9
1.3 La Cavitación.....	10
1.3.1 Características de la cavitación.....	11
1.4 Tipos de ondas mecánicas	12
1.4.1 Ondas acústicas	12
1.4.2 La acústica subacuática del sonido.....	12
1.5 Limpieza Industrial.....	14
1.5.1 Métodos de limpieza manual.....	14
1.5.2 Métodos de limpieza automática	14
1.5.3 Ecuación de continuidad en mecánica de fluidos.....	16
1.5.4 Teorema de Bernoulli	17
1.6 Marco legal.....	18

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO.....	19
2.1 Método e instrumento de la investigación.....	19
2.2 Técnicas de recolección de información	20
2.3 Desarrollo de las pruebas.....	20
CAPÍTULO III. PROPUESTA	21
3.1 Esquema integral del proyecto de la bandeja ultrasónica.....	21
3.2 Elementos constitutivos de la bandeja ultrasónica	21
3.2.1 Transductor.....	21
3.2.2 PCB fuente de alimentación	23
3.2.3 PCB de control y visualización de parámetros	24
3.2.4 PCB de generación de alta frecuencia	27
3.2.5 Bandeja de alojamiento de los inyectores.....	28
3.2.6 Soporte para la bandeja de ultrasonido.....	29
3.3 Datos técnicos de la bandeja ultrasónica	30
3.4 Ventajas de la bandeja ultrasónica para limpieza de inyectores.....	30
CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN	31
4.1 Desarrollo	31
4.2 Implementación	32
4.3 Pruebas de funcionamiento.....	33
4.4 Análisis de resultados	33
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Funcionamiento de la ecolocalización de su presa	5
Figura 2. Escala de frecuencias auditivas	6
Figura 3. Gráfico de los límites de exposición por contacto	8
Figura 4. Efecto piezoeléctrico	10
Figura 5. El efecto de la cavitación	11
Figura 6. Imagen de pulverización de inyector sucio (1) y limpio (2)	16
Figura 7. Gráfico de la ecuación de continuidad	16
Figura 8. Teorema de Bernoulli.....	17
Figura 9. Encuesta sobre el servicio de limpieza de inyectores por ultrasonido	19
Figura 10. Diagrama de flujo integral del proyecto.....	21
Figura 11. PCB fuente de DC.....	23
Figura 12. Diagrama eléctrico fuente de DC.....	23
Figura 13. PCB de control - Vista frontal.....	24
Figura 14. PCB de control - Vista posterior	24
Figura 15. Diagrama eléctrico de la PCB de control.....	25
Figura 16. PCB de alta frecuencia	27
Figura 17. Diagrama eléctrico PCB de alta frecuencia	27
Figura 18. Bandeja y rejilla de alojamiento de inyectores expuestos al ultrasonido.....	28
Figura 19. Medidas de la bandeja para limpiar inyectores	28
Figura 20. Soporte de la bandeja y PCB´s.....	29
Figura 21. Medidas del soporte de la bandeja y PCB´s.....	29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de costos.....	3
Tabla 2. Uso de frecuencias según la aplicación.....	7
Tabla 3. Módulos volumétricos de algunas sustancias.....	13
Tabla 4. Densidades de algunas sustancias	13
Tabla 5. Encuesta hecha a técnicos automotrices.....	19
Tabla 6. Datos técnicos del transductor.....	22

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de la velocidad del sonido	12
Ecuación 2. Ecuación de Continuidad.....	17
Ecuación 3. Ecuación de Bernoulli	18

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Programación del Micro ATMEGA 328P en bascom AVR v2.0.7.8	38
ANEXO 2. Cronograma de actividades del Proyecto integrador de carrera PIC.....	43
ANEXO 3. Puente de diodos – rectificador	51
ANEXO 4. Optoacoplador-4n25	59
ANEXO 5. Rectificador KBPC-1010.....	66
ANEXO 6. Termistor NTC 10K	68
ANEXO 7. Transistor J13007-1 de HF	78
ANEXO 8. Acelerómetro gy-61-adxl335.....	84
ANEXO 9. LCD 16x2	86
ANEXO 10. Microcontrolador ATMEGA328P.....	88
ANEXO 11. Certificado de operatividad	99
ANEXO 12. Plano eléctrico integral	100
ANEXO 13. Manual del usuario	101
ANEXO 14. Manual Técnico	108

RESUMEN

En nuestros días el ultrasonido es una herramienta necesaria, que tiene un campo muy amplio de aplicaciones como es: la Medicina, la Biología, la Física, la Química o la industria en general.

La limpieza por medio de ultrasonido tiene como beneficios producir más por el ahorro de tiempo empleado en la limpieza, ya que se reduce de un 75% a un 80% que si se lo hiciera manualmente; el ultrasonido puede acicalar a todas las superficies por más complejas que sean estas geométricamente. Además, es un sistema amigable con el ambiente porque se pueden usar detergentes o desengrasantes biodegradables.

Este método de limpieza tiene la premisa de que no puede ser usado más allá de 4 minutos y con una eficiencia de hasta el 98%, con una garantía de limpieza en lugares inaccesibles y la facilidad de usos en diferentes materiales. Por esta razón se siguen haciendo mejoras en los equipos, automatizándolos para llegar a eliminar el procedimiento de limpieza manual y de esta manera evitar daños en los dispositivos a limpiarse.

Entre las cosas más importantes sobre la realización de este proyecto es proponerle al mercado nacional el producto y no centrarnos en que solo es útil para la limpieza de inyectores a gasolina sino también se le puede dar otras aplicaciones entre las que se puede nombrar: el ahuyentar plagas, limpieza de diferentes materiales, en medicina estética la reducción de medidas; entre los materiales que se pueden exponer a la limpieza ultrasónica son: vidrio, plástico, metales, tarjetas electrónicas, etc.

La limpieza ultrasónica basa su efecto en la mecánica de fluidos llamada cavitación; que consiste en desprender partículas que no son propias del cuerpo expuesto por medio de espacios que se crean en el fluido debido al cambio de presiones. Las moléculas que componen dicho líquido cambian a estado de vapor formándose burbujas, estas viajan a zonas de mayor presión e implosionan produciéndose choques de gran energía contra las paredes del cuerpo expuesto teniendo como resultado la fractura de las partículas que no sean propias de dicho cuerpo.

Al tratar este tema una de las metas es acercar al común de la gente un poco más a la ciencia y se den cuenta de que existen más campos de acción en donde puede ser de mucha utilidad la implantación de este sistema de limpieza, sin olvidar que este tipo de técnica de limpieza ya está funcionando desde hace muchos años en los países desarrollados.

PALABRAS CLAVES

SISTEMA

ULTRASONIDO

LIMPIEZA

INYECTORES

GASOLINA

ABSTRACT

In our days, ultrasound is a necessary tool, which has a wide field of applications such as: Medicine, Biology, Physics, Chemistry or industry in general.

The cleaning by means of ultrasound has as benefits to produce more for the saving of time used in the cleaning, since it is reduced of 75% to 80% that if it was done manually; ultrasound can groom all surfaces however complex they are geometrically. In addition, it is an environmentally friendly system because biodegradable detergents or degreasers can be used.

This cleaning method has the premise that it can not be used beyond 4 minutes and with an efficiency of up to 98%, with a guarantee of cleaning in inaccessible places and ease of use in different materials. For this reason, equipment improvements continue to be made, automating them to eliminate the manual cleaning procedure and thus prevent damage to the devices to be cleaned.

Among the most important things about the realization of this project is to propose the product to the national market and not focus on that it is only useful for cleaning gasoline injectors but you can also give other applications among which you can name: the scare pests, cleaning of different materials, in aesthetic medicine the reduction of measures; Among the materials that can be exposed to ultrasonic cleaning are: glass, plastic, metals, electronic cards, etc.

Ultrasonic cleaning bases its effect on the fluid mechanics called cavitation; which consists in detaching particles that are not inherent to the exposed body by means of spaces that are created in the fluid due to the change of pressures. The molecules that make up this liquid change to a state of vapor forming bubbles, they travel to areas of higher pressure and implode producing high energy shocks against the walls of the exposed body resulting in the fracture of particles that are not inherent to said body.

When dealing with this issue one of the goals is to bring the common people a little more to science and realize that there are more fields of action where the

implementation of this cleaning system can be very useful, without forgetting that This type of cleaning technique has been working for many years in developed countries.

KEY WORDS

SYSTEM

ULTRASOUND

CLEANING

INJECTORS

GASOLINE

INTRODUCCIÓN

La técnica de limpieza ultrasónica consiste en hacer intervenir las ondas de alta frecuencia (ultrasónicas) sobre las paredes de las piezas inmersas dentro de un líquido estacionario. Este método tiene como fundamento el principio de cavitación acústica, el mismo que consiste en producir e implosionar los espacios huecos (burbujas) dentro del líquido, estos espacios huecos a lo que implosionan desprenden mucha energía lo que causa desprendimientos de sedimentos o materia que no sean propias del objeto expuesto.

En la actualidad, el ultrasonido es muy usado en el campo de la medicina estética para realizar limpiezas faciales, tratamiento de celulitis, acné, grasa localizada entre otras aplicaciones. En medicina se utiliza este método o técnica de valoración no invasivo para determinar en tiempo real el estado de órganos, músculos o vasos sanguíneos, para limpieza dental, rehabilitación física; etc. En la industria para realizar ensayos no destructivos de materiales (END), para localizar, para medir, para limpiar y demás. En la navegación marítima para revelar obstrucciones o cuerpos bajo el agua mediante el Sonar.

Antecedentes de la situación objeto de estudio

Desde los 50's hasta la década de los 80's cuando se empezó con el estudio y pruebas de funcionamiento para implantar el sistema de inyección electrónica en vehículos, la limpieza de inyectores por ultrasonido no era conocido ya que en el mercado todavía no había autos con esta característica.

Por la década de los 90's salieron al mercado los primeros vehículos a inyección y con eso surgió la necesidad de limpiar los inyectores de manera eficaz y rápida, ya que al hacerlo de forma manual se emplea demasiado tiempo y el resultado no es el que se espera ósea no se acicala en todas las partes del inyector y es más puede llegar a causar daños permanentes en estos. A la par se empezó con la fabricación de máquinas ultrasónicas para limpieza de inyectores de gasolina, estas tenían algunos inconvenientes como por ejemplo: si la PCB para la generación de alta frecuencia se dañaba los fabricantes de los equipos borraban la nomenclatura de los elementos

electrónicos seguramente por egoísmo o porque no les convenía que sus productos sean restaurados, por esta razón no se podía conseguir los repuestos necesarios para su reparación, además estas tenían un único interruptor general de encendido, es decir si el operador por descuido dejaba el equipo trabajando, los inyectores expuestos en vez de recuperar su operatividad podían ser estropeados no en su estructura sino en el mecanismo eléctrico.

Los siguientes equipos fabricados, tienen un temporizador mecánico, que funciona como interruptor general de encendido y apagado pero este tiene el problema que su mecanismo no es eficiente ni preciso, ya que el seteo del tiempo de funcionamiento es análogo, claro también se tienen problemas en la PCB de alta frecuencia, pero los fabricantes persisten con su egoísmo porque los elementos electrónicos siguen siendo borrados su nomenclatura y en algunos casos empapan toda la PCB con un pegamento que se hace imposible su reparación.

Planteamiento y justificación del problema

Para la industria automotriz nacional es un gran problema el soporte técnico en este tipo de equipos, ya que en el Ecuador no hay una empresa que los fabrique; porque los equipos generadores de ultrasonido son importados sobre todo de Italia, Estados Unidos y China, pero sobre este último la calidad de sus elementos es limitada y el precio por la reparación fácilmente superaría el 70% del valor del equipo.

Al diseñar y crear un equipo de ultrasonido localmente, el costo aproximado de este será del 80% que de uno importado de buena calidad, esto lo podemos ver en la Tabla.1 a continuación, y sobre todo el soporte técnico se lo hará más rápido en un lapso de 8 horas como máximo lo que no sucede con los equipos importados ya que el trámite de pedir garantía si fuera el caso, al fabricante o representante de la marca podría durar hasta un tiempo de aproximado de un mes o más; tiempo en el cual los técnicos automotrices no podrá brindar el servicio a sus clientes o a las personas que requieren de su ayuda para su bienestar y economía.

EQUIPO IMPORTADO	COSTO (USD)	EQUIPO FABRICADO	COSTO (USD)
Corghi	350	Transductor	30
		PCB HF	70
		PCB Fuente	20
		PCB Control	170
		Case	40
		Bandeja y rejilla de acero inoxidable	30
		Cables de conexión y alimentación	10
		Varios	10
TOTAL	350	TOTAL	280

Tabla 1. Comparación de costos

Objetivo general

Implementar un sistema para limpiar inyectores de gasolina mediante ultrasonido, sin importar la marca, tipo de inyector o cilindraje del vehículo.

Objetivos específicos

- Analizar las normativas técnicas y de seguridad para el uso de frecuencias ultrasónicas.
- Determinar los elementos constitutivos para la construcción del equipo planteado.
- Diseñar la bandeja de ultrasonido según los requerimientos de seguridad.
- Realizar pruebas de funcionamiento y validación del equipo.

Alcance

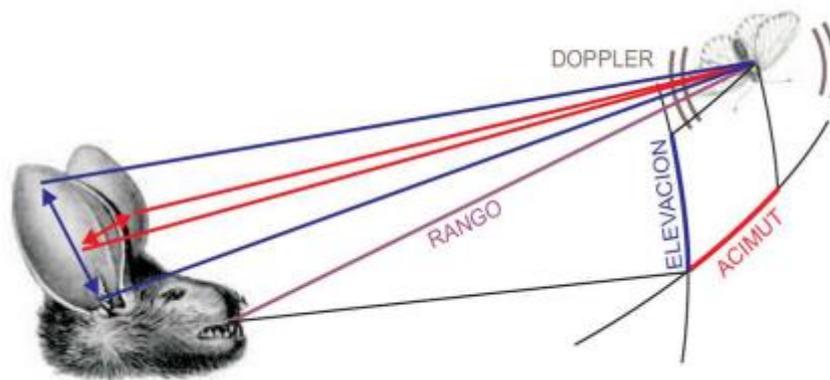
Con la realización de este proyecto lo que se busca es ayudar a los técnicos automotrices con un equipo eficiente en la limpieza de inyectores de gasolina, este trabajo lo hace el ultrasonido con el control electrónico de tiempos exactos de operación con la conexión y desconexión del mismo, de esta manera se evita estropear a los elementos expuestos, en este caso los inyectores; de esta manera los técnicos que

ofrezcan el servicio ganen mercado y confianza por parte de sus clientes. Además, vamos a tener lecturas en el display de la frecuencia a la cual trabaja el equipo y el cambio de temperatura de los elementos expuestos.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 El Ultrasonido

Es primordial saber que el ultrasonido tiene como punto de partida, la observación y estudio sobre el vuelo de los murciélagos que a pesar de no tener visión esquivan de manera perfecta los obstáculos físicos que se les presenta en las cuevas o también pueden localizar exactamente la ubicación de sus presas y a la velocidad que estas se mueven, esto lo logran por los ecos del ultrasonido que emiten, esto tiene el nombre de ecolocalización (ver Fig.1). Este principio también usa los delfines, pero en diferente medio de transporte, que es el agua.



*Figura 1. Funcionamiento de la ecolocalización de su presa
Fuente: (Vanessa García Schanz, 2015)*

Otro acontecimiento importante fue el hundimiento del Titanic después de colisionar con un iceberg, ya que surgió la necesidad de localizar cuerpos que pueden resultar peligrosos o mortales debajo del agua. En este período de la historia es en donde se vuelve más necesaria la investigación sobre los diferentes usos que se puede dar el ultrasonido en beneficio de la sociedad.

En definitiva, se llama ultrasonido a las ondas mecánicas que están por sobre el nivel máximo de audición del ser humano. Como podemos apreciar en la Fig. 2 el espectro audible del ser humano está dentro del rango de 20 a 20.000 Hz.

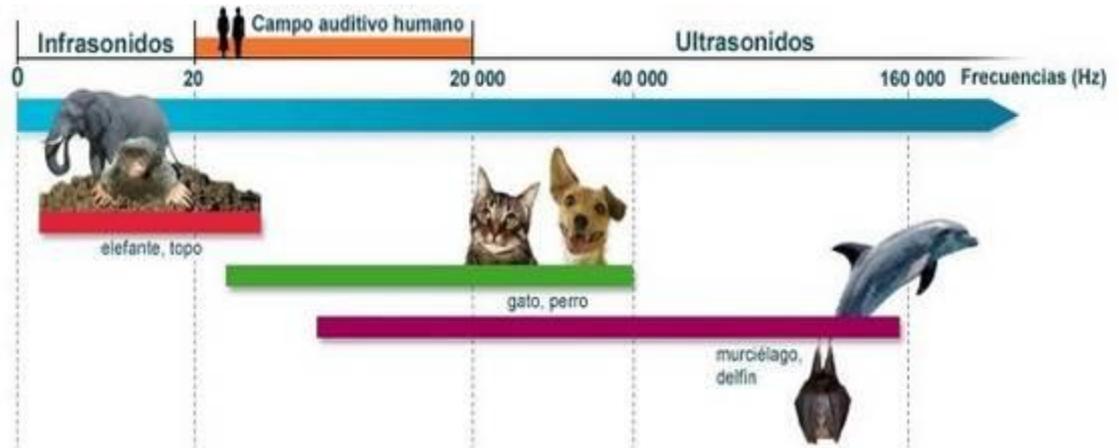


Figura 2. Escala de frecuencias auditivas
Fuente: tomada de (Saona, slideplayer, 2016)

Las ondas de ultrasonido existen en la naturaleza y hay otras que son creadas que tienen como fuente generadora un material elástico llamado piezoeléctrico; estas necesitan un medio para transportarse que generalmente es el aire o el agua.

Entre las aplicaciones que se le ha dado para utilidad de la sociedad tenemos:

- Limpieza de cuerpos por ultrasonido.
- Para procesos de fabricación y producción industrial.
- Para lavado en la industria textil.
- En la industria alimenticia, para la eliminación de microbios.
- En la medicina con fines terapéuticos y de diagnóstico.
- Para fines de seguridad militar, etc.

El ultrasonido se clasifica de acuerdo con su frecuencia en tres grupos:

- 1.- Baja frecuencia, comprendidos entre 10 y 100 KHz; siendo los que desde el punto de vista industrial tienen mayores aplicaciones (ver tabla 1).
- 2.- Media frecuencia, de un rango de 100 KHz a 10 MHz de uso en aplicaciones terapéuticas e industriales.
- 3.- Alta frecuencia, abarca desde 1 MHz a 10 MHz estando sus aplicaciones principales en fines médicos y aparatos de control no destructivo.

APLICACIÓN	FRECUENCIA (KHz)	RANGO DE INTENSIDAD (W/cm²)
Señales submarinas de baja frecuencia	16-20	-
Aparatos de control ultra sonoro, apertura de puertas	25	-
Soldadura	16-20	3-32
Limpieza industrial y desengrase	20-25	<6
Soldadura de plásticos	20	1x10 ³
Soldadura de metales	10-60	1x10 ⁴
Mecanización	20	Variable
Extracción	10	500
Medida de espesores	300	-
Trabajos biológicos experimentales	750	-

Tabla 2. Uso de frecuencias según la aplicación

Existen estudios que dicen, que el ultrasonido puede causar daño en el ser humano, pero estos todavía están en discusión. Además, se debe tomar en cuenta los efectos a la exposición al ultrasonido de acuerdo con la potencia empleada:

Los generadores de ultrasonido utilizados en experimentos de laboratorio usan frecuencias bajas dentro del espectro ultrasónico (20 a 50 kHz) y de intensidad comprendida entre 10 a 60 kW/m², por lo que se presume que al tener contacto directo se percibiría un dolor fuerte por el calentamiento del hueso y su posible descalcificación.

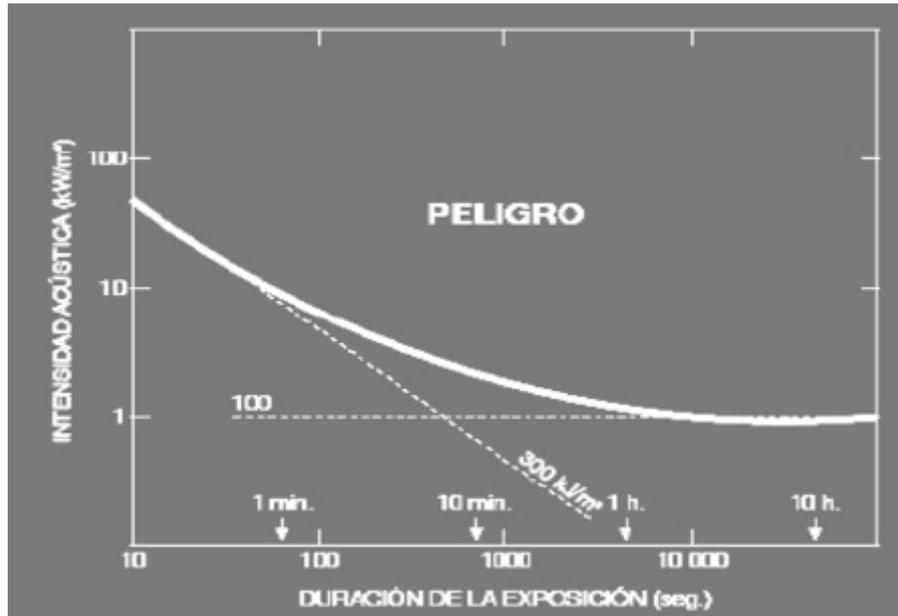


Figura 3. Gráfico de los límites de exposición por contacto
 Fuente: tomada de (Lenys Rincón, monografias.com, 2009)

Como muestra la Fig. 4 que los límites de exposición por contacto por debajo de 1kW/m^2 no produce ningún efecto negativo en el ser humano, independiente del tiempo de exposición.

1.1.1 Maneras de exposición al ultrasonido

La exposición al ultrasonido se puede dar de las siguientes formas:

- **Por vía Directa:**

Es cuando la persona que va a trabajar con equipos ultrasónicos expone de manera directa alguna parte de su cuerpo a la fuente generadora de ultrasonido o al medio de transporte de ultrasonido. El contacto de este tipo puede causar alteraciones del sistema nervioso, náuseas, somnolencia, dolor de cabeza, calentamiento de los huesos, descalcificación de estos, entre otros.

- **Por vía Aérea:**

Este tipo de exposición es tendente a ser captada por cualquier elemento expuesto. Esta exposición puede tener efectos hematológicos o genéticos y los síntomas son parecidos a los por contacto directo, siempre y cuando estemos por sobre el límite permitido.

- *Por experimentación en laboratorios:*

Es cuando se realizan ensayos para la implantación de nuevos avances tecnológicos.

1.2 Transductores de ultrasonido

En esta parte nos compete exponer el fundamento teórico del transductor empleado (cristal de cuarzo) para el presente prototipo, como también los diferentes tipos de transductores ultrasónicos

La forma más habitual de obtener ondas mecánicas ultrasónicas es a partir de la generación de oscilación eléctricas. El elemento que convierte la energía eléctrica en energía mecánica y viceversa es el transductor, aprovechando el efecto de este llamado piezoelectricidad.

El efecto piezoeléctrico es el nombre que se le da al comportamiento particular de algunas sustancias de la naturaleza como es el cristal de cuarzo. Al aplicar una presión mecánica en las superficies de este, se genera una diferencia de potencial (Fig. 5 A); de igual manera al aplicar una diferencia de potencial en sus caras este experimenta una elongación teniendo como resultado la formación de ondas mecánicas (Fig. 5 B).

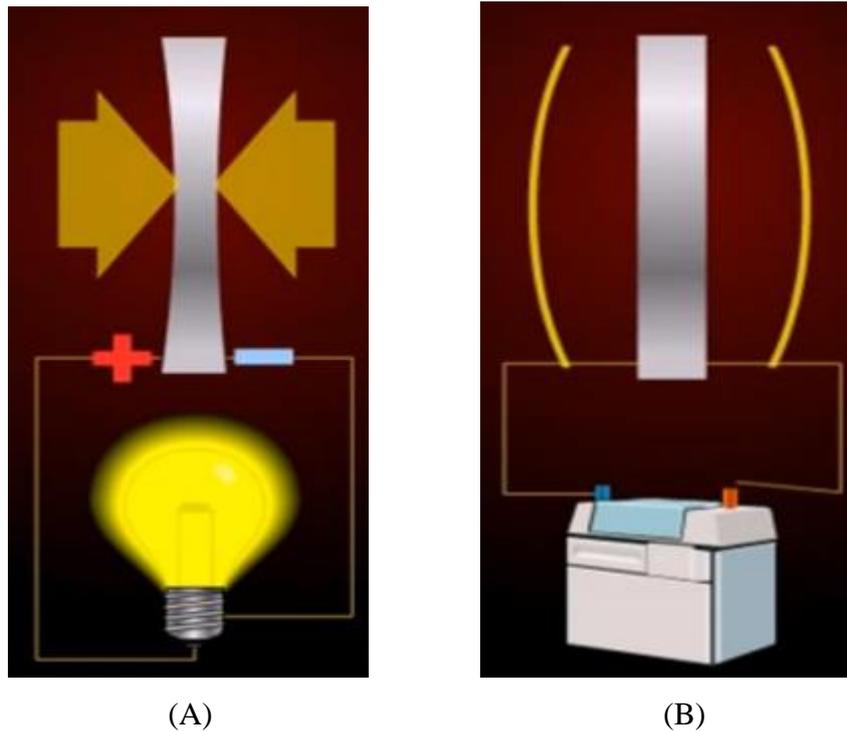


Figura 4. Efecto piezoeléctrico
Fuente: tomada de (Heriberto Felice, youtube.com, 2014)

Estas ondas mecánicas se transmiten (por cavitación) al depósito donde está el fluido que transportará el ultrasonido y dentro del que van a estar sumergidos los elementos a ser expuestos.

1.3 La Cavitación

La cavitación es un fenómeno físico, mediante el cual un líquido o parte de él a determinadas condiciones pasa a estado gaseoso y después regresa a su estado inicial o sea líquido. La cavitación se describe como a la creación de un nuevo espacio generalmente de aire, es decir la creación de burbujas, esto es como consecuencia de la reducción de la presión por debajo de la presión del vapor del líquido inducida por medios químicos, eléctricos o mecánicos. Las burbujas creadas por la diferencia de presión implosionan violentamente liberando toda su energía.

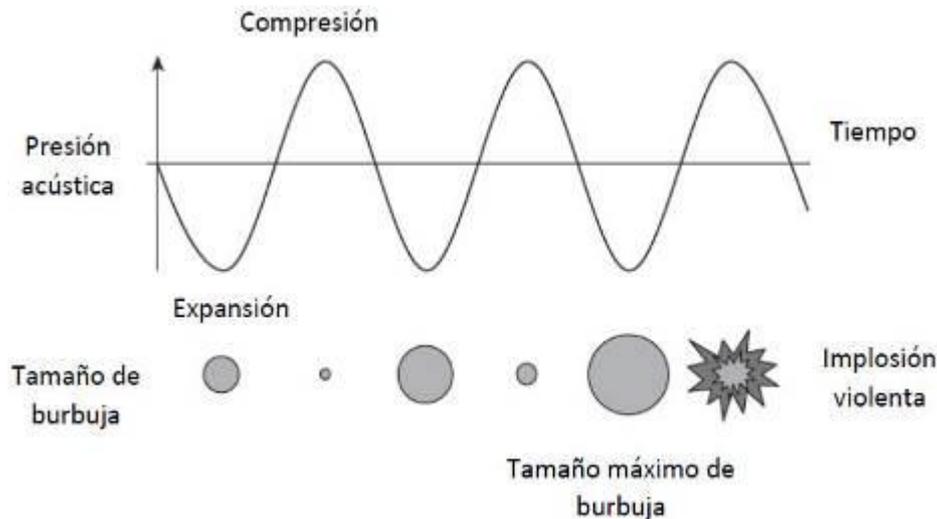


Figura 5. El efecto de la cavitación
Fuente: tomada de (Pérez Campos, Chavarría Hernández, Ultrasonido, 2010)

Según pruebas hechas la efectividad de la cavitación depende de la frecuencia a la que se produce:

- Dentro del rango de 25 a 50 kHz, el resultado será mejor ya que el tamaño de las burbujas será mayor y por lo tanto producirá una mayor energía de choque el instante de la implosión.
- Mientras que por sobre los 1000 kHz, el tamaño de las burbujas será menor, por lo que la energía liberada por estas al implosionar también es menor consiguiendo una efectividad menor.

1.3.1 Características de la cavitación

- Se logra una limpieza adecuada sin importar que el cuerpo expuesto tenga partes pequeñas y de difícil acceso.
- Se ahorra aproximadamente un 75% de tiempo en comparación de los métodos habituales.
- El uso de detergentes y desengrasantes es mucho menor.
- Por la rapidez en la limpieza por ultrasonido y al ser un proceso automático, el operario estará libre para realizar otras actividades.
- La limpieza por ultrasonido por sus características es considerado no dañino para el ser humano.

- La cavitación es un fenómeno que se da en los líquidos, este no se puede dar en sólidos o líquidos bajo ningún concepto.

1.4 Tipos de ondas mecánicas

- Las ondas planas son aquellas que se propagan en una sola dirección, permaneciendo su amplitud y fase constantes; todo esto sobre un plano perpendicular a la dirección de propagación.
- En las ondas esféricas, su frente de onda es concéntrico y la turbación se propaga en todas las direcciones (3 dimensiones) con la misma velocidad.
- Las ondas cilíndricas tiene como característica principal que su propagación es en 2 dimensiones, es decir se propagan horizontal y verticalmente.

1.4.1 Ondas acústicas

Las ondas acústicas son energía generada a partir de una turbación mecánica, estas necesitan para transmitirse de un lugar a otro de un medio elástico; siendo un líquido el mejor medio propagarse porque no se tienen mayores pérdidas.

1.4.2 La acústica subacuática del sonido

La acústica es una parte de la Física que se encarga del estudio del sonido, infrasonido y ultrasonido, es decir se encarga del estudio de ondas mecánicas que se propagan a través de la materia, en nuestro caso será líquida.

Sabiendo que el sonido necesita de un medio para propagarse y su velocidad depende de la dureza y densidad de este medio se aplica la siguiente fórmula:

$$V = (B/\rho)^{1/2}$$

Ecuación 1. Cálculo de la velocidad del sonido

De donde:

V = Velocidad de propagación del sonido [m/s].

B = Módulo volumétrico del medio (módulo de compresibilidad)-Módulo de Bulk [Pa].

ρ = densidad del medio [kg/m³]

Como se puede observar en las tablas 2 y 3, se debe tomar en cuenta dos parámetros que son módulo volumétrico y densidad.

MÓDULOS DE VOLUMEN		
SUSTANCIA	ESTADO	MÓDULO DE VOLUMEN (N/m ²)
Aluminio	Sólido	$7.5 \cdot 10^{10}$
Oro	Sólido	$16.5 \cdot 10^{10}$
Cobre	Sólido	$14.0 \cdot 10^{10}$
Acero	Sólido	$17.0 \cdot 10^{10}$
Vidrio	Sólido	$5.0 \cdot 10^{10}$
Agua	Líquido	$2.2 \cdot 10^9$
Etanol	Líquido	$9 \cdot 10^8$
Mercurio	Líquido	$2.5 \cdot 10^{10}$

Tabla 3. Módulos volumétricos de algunas sustancias
Fuente: tomada de (Romipech, slideshare, 2012)

MATERIAL	DENSIDAD (g/cm³)
<i>Aire</i>	0,00130
<i>Hielo</i>	0,920
<i>Agua</i>	1,00
<i>Agua de mar</i>	1,04
<i>Aluminio</i>	2,70
<i>Hierro</i>	7,90
<i>Cobre</i>	8,90
<i>Mercurio</i>	13,6
<i>Oro</i>	19,3

Tabla 4. Densidades de algunas sustancias

Tomando en cuenta las dos tablas anteriores podemos calcular la velocidad de sonido en agua dulce, ya que el medio en el que vamos a trabajar tiene una densidad igual a esta.

$$V = (B/p)^{1/2}$$

$$V = (2,2 \times 10^9 \text{ N/m}^2 \div 1000 \text{ kg/m}^3)^{1/2}$$

$$V = 1483 \text{ m/s}$$

Sabiendo que:

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$$

$$1\text{N} = 1\text{kg} \times \text{m/s}^2$$

1.5 Limpieza Industrial

Para diferentes sitios ya sean estas empresas, hospitales, nuestra casa, etc. Se necesita de este factor la limpieza para el correcto desarrollo de las actividades. Según el lugar la aplicación de productos y métodos de limpieza con herramientas o equipos a usarse será diferente.

Siendo más puntuales en la limpieza industrial los elementos constituyentes de una determinada máquina necesitan estar libres de impurezas o materia extraña a estas, de esta manera las máquinas funcionarán correctamente y con el paso del tiempo durarán más y serán más eficientes; esto se traduce a un ahorro económico.

Existen dos métodos de limpieza en la industria: manuales y automáticos.

1.5.1 Métodos de limpieza manual

En el método manual se usa la energía mecánica proporcionada por el hombre con la ayuda de herramientas como cepillos, agujetas, esponjas estropajos, etc. y dependiendo de la superficie a ser limpiada también se emplean factores químicos como detergentes y desengrasantes o factores físicos como agua caliente o vapor para que ayuden en la limpieza.

1.5.2 Métodos de limpieza automática

Los métodos automáticos son en los que se usan equipos para que realicen este trabajo, porque con el método anterior no se puede acceder a todos los lugares a ser limpiados. Estos métodos tienen como principal finalidad el ahorro de tiempo, dinero y como resultado una limpieza más profunda y confiable. Entre los que tenemos:

- Limpieza en seco, este método de limpieza usa una máquina generadora de vapor a alta presión para desprender partículas o sedimentos de la superficie a limpiarse.
- Limpieza con agua a presión, este sistema de limpieza utiliza bombas que surten agua fría a alta presión directamente al objeto expuesto.
- Limpieza con ozono, para generar este gas se usan unas máquinas llamados ozonizadores, este tipo de limpieza se lo hace en lugares donde la asepsia es un factor primordial como son hospitales, clínicas o plantas donde se elaboran o conservan alimentos.
- Limpieza por ultrasonido, para realizar este tipo de limpieza industrial por ultrasonido, se debe sumergir la parte a limpiarse en un líquido, el ultrasonido va a pasar a través de este; el fluido debe ser el adecuado para este fin y de esta manera conseguir el resultado esperado. Las ondas mecánicas producidas durante el proceso llegarán a cualquier superficie sólida y por más pequeña que sean las hendiduras de esta manera desprendiendo o destruyendo materia que no sea propia del elemento expuesto, con este sistema no se rayan ni destruyen las caras del elemento sumergido, lo que si se lo hace con los métodos antes mencionados ya sean manuales o automáticos. El empleo de este sistema nos asegura una limpieza fiable y sin causar alteraciones físicas a objeto sometido, también se consigue ahorro de tiempo de trabajo de la persona encargada, con lo que se economiza costos.

Como nuestro objetivo de estudio es la limpieza de inyectores por ultrasonido, a continuación, vamos a referir en forma gráfica el antes y después de un inyector sometido a este tipo de limpieza. Por experiencia de Badilub o Cise.com, los equipos limpiadores de inyectores por ultrasonido, a la frecuencia comprendida entre 24 y 55 Khz limpian los inyectores perfectamente llegando a tener una eficiencia de hasta un 90%.

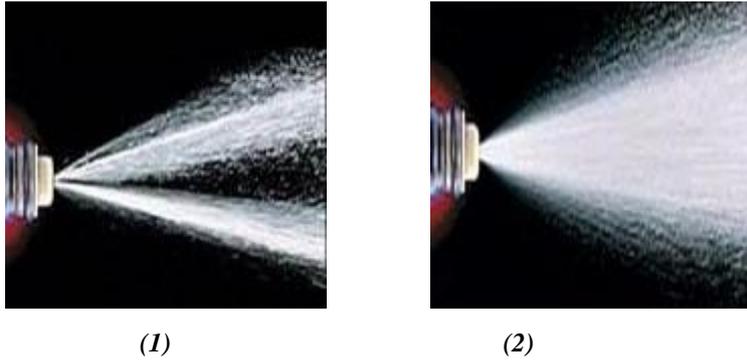


Figura 6. Imagen de pulverización de inyector sucio (1) y limpio (2)

1.5.3 Ecuación de continuidad en mecánica de fluidos

Esta ecuación establece la conservación de la masa, la masa permanece constante en el tiempo; por lo tanto, el cambio de la masa con respecto al tiempo es cero. Tomando en cuenta que el fluido es estacionario, incompresible y con densidad constante.

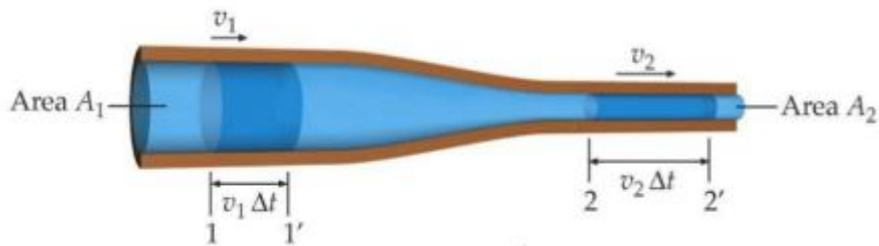


Figura 7. Gráfico de la ecuación de continuidad

$$m_1 = \rho \cdot A_1 \cdot V_1$$

$$m_2 = \rho \cdot A_2 \cdot V_2$$

De donde:

m = masa

ρ = densidad

V = velocidad

A = área

Como la densidad ρ es constante, tendremos:

$$m_1 = A_1 \cdot V_1$$

$$m_2 = A_2 \cdot V_2$$

Y como ya dijimos que esta ecuación establece la conservación de la masa: **$m_1 = m_2$**

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

Ecuación 2. Ecuación de Continuidad

Asociando la ecuación de continuidad mecánica de fluidos con la limpieza de inyectores, se dice que estos deben estar sincronizados, no deben pulverizar el fluido a velocidades diferentes; esto ocurre cuando tenemos variación en el área interna de los inyectores cuando estos están sucios.

1.5.4 Teorema de Bernoulli

El teorema de Bernoulli surge a partir de la Ley de Conservación de la Energía Mecánica y se describe a continuación:

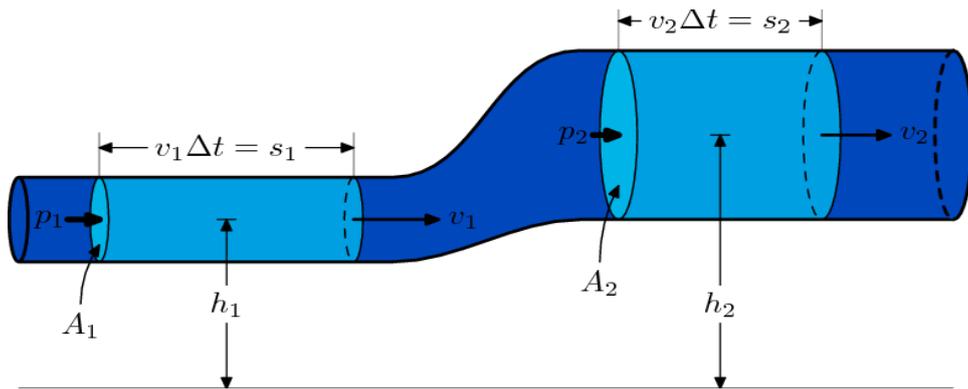


Figura 8. Teorema de Bernoulli

$$\frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t}$$

$$\frac{A_1 \Delta S_1}{\Delta t} = \frac{A_2 \Delta S_2}{\Delta t}$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$WF_1 + Ec_1 + Epg_1 = WF_2 + Ec_2 + Epg_2$$

$$F_1 \cdot S_1 + \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot h_1 = F_2 \cdot S_2 + \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 + m \cdot g \cdot h_2$$

$$F_1 \cdot S_1 \cdot \frac{1}{Vol} + \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 \cdot \frac{1}{Vol} + m \cdot g \cdot h_1 \cdot \frac{1}{Vol} = F_2 \cdot S_2 \cdot \frac{1}{Vol} + \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 \cdot \frac{1}{Vol} + m \cdot g \cdot h_2 \cdot \frac{1}{Vol}$$

$$Vol = A \cdot \Delta S$$

$$p = \frac{F}{A} \quad \therefore \quad F = p \cdot A$$

$$\frac{p_1 A_1 \Delta S_1}{A_1 \Delta S_1} + \frac{1}{2} d v_1^2 + d \cdot g \cdot h_1 = \frac{p_1 A_1 \Delta S_2}{A_2 \Delta S_2} + \frac{1}{2} d \cdot v_2^2 + d \cdot g \cdot h_2$$

$$p_1 + \frac{1}{2} d \cdot v_1^2 + d \cdot g \cdot h_1 = p_2 + \frac{1}{2} d \cdot v_2^2 + d \cdot g \cdot h_2 = cte$$

Ecuación 3. Ecuación de Bernoulli

1.6 Marco legal

No hay reglamentos o normas a seguir que establezca el uso de dispositivos o equipos para la limpieza de objetos por ultrasonido. Pero vamos a nombrar algunas sugerencias a seguir para el uso de estos.

- El contacto directo con la piel por períodos extensos puede causar dolores por el calentamiento de tejidos del cuerpo o incluso del hueso, esto a potencias mayores a 100Kw/m². Por eso se recomienda no exponerse por más de 15 minutos. Además, este tipo de máquinas no son para este fin sino industrial.
- El contacto por vía aérea lo podemos tener, pero para nuestro oído sería imperceptible así que no nos daríamos cuenta de la presencia de este; por lo que se recomienda no estar cerca por demasiado tiempo y no haría falta ya que el equipo se detiene automáticamente después de realizar su trabajo.
- Si sería necesario usar protección auditiva.
- Se debe alertar el área para uso exclusivo de este tipo de equipos.

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Método e instrumento de la investigación

El método de investigación utilizado es el cuantitativo, ya que lo primero que se adquiere para la realización del proyecto es el transductor, a partir de obtener las características técnicas de este se desarrolla un proceso sistemático para cumplir con el propósito de la hipótesis planteada. La herramienta que utilizamos fue la encuesta y observación, para de esta manera llegar a generalizar la información.

La encuesta se la realizó en treinta sitios entre tecnicentros y mecánicas en Quito; de los cuales en todos tienen diferentes tipos de inconvenientes en cuanto a la premura y eficacia del servicio prestado a sus clientes (limpieza de inyectores) con factores como son: equipos no operativos, tiempo de entrega y eficiencia del trabajo realizado o no tienen el equipo. Estos datos los podemos observar en las Tabla 5. y Fig. 6.

ENCUESTA EN TECNICENTROS Y MECÁNICAS		
Equipos operativos	7	23.33 %
Equipos no operativos	10	33.33 %
No tienen el equipo	13	43.33 %
TOTAL	30	100 %

Tabla 5. Encuesta hecha a técnicos automotrices



Figura 9. Encuesta sobre el servicio de limpieza de inyectores por ultrasonido

Muchos de los técnicos utilizan métodos manuales para ofrecer este servicio pero con la inoperancia que si el trabajo está bien hecho o no, ya que solo se lo puede saber

el momento que los inyectores están puestos nuevamente en el vehículo y muchas de las veces deben repetir el procedimiento o pedir a alguno de sus colegas que tenga un limpiador de inyectores por ultrasonido para que les ayude con el servicio y de esta manera satisfacer las necesidades de su cliente, claro que esto representa pérdidas económicas.

La ciencia y la tecnología en este proyecto nos dan la oportunidad de desarrollar mejoras viables dentro del campo ingenieril y poder aportar con soluciones a dudas o incógnitas que se muestran a diario en ciertos procesos industriales.

2.2 Técnicas de recolección de información

Para realizar pruebas con la PCB de generación y amplificación ultrasónica, se evidenció con el osciloscopio la señal de salida y por ende la señal de entrada al transductor, todo esto dentro de lo posible ya que la potencia se salía del rango de medida de los equipos que se pudo conseguir localmente.

Se realizaron pruebas reales de funcionamiento con técnicos del área automotriz, tomando en cuenta que son las personas más idóneas para avalar de manera positiva o negativa la eficacia de la utilización del ultrasonido en la limpieza de inyectores de gasolina.

2.3 Desarrollo de las pruebas

Para constatar el fenómeno físico de limpieza ultrasónica de inyectores de gasolina, se desarrollaron pruebas para certificar la funcionalidad del equipo con tres tipos de inyectores de diferentes marcas y cilindrajes; se pudo constatar que los inyectores quedaron limpios es decir operativos y funcionales con la recuperación de potencia de los vehículos.

CAPÍTULO III. PROPUESTA

3.1 Esquema integral del proyecto de la bandeja ultrasónica

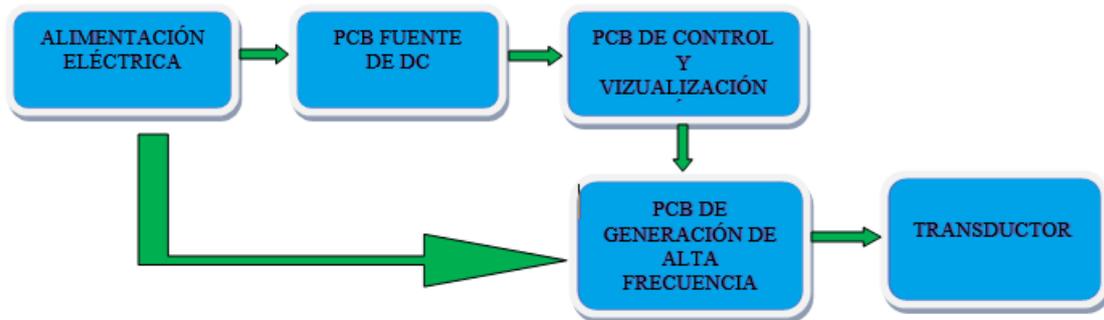


Figura 10. Diagrama de flujo integral del proyecto

3.2 Elementos constitutivos de la bandeja ultrasónica

- Transductor
- PCB fuente de alimentación
- PCB de control y visualización de parámetros
- PCB de generación de alta frecuencia
- Bandeja de alojamiento para los inyectores
- Soporte para la bandeja de ultrasonido

3.2.1 Transductor

Los transductores son aquellos dispositivos que, al ser sometidos a un cierto tipo de energía de entrada, entregan a la salida un tipo de energía diferente a la de entrada. En nuestro caso como es un transductor piezoeléctrico, sería energía eléctrica a la entrada y obtendríamos energía mecánica a la salida por deformación del material, esta deformación no es permanente ya que el material regresa a su estado inicial el momento de quitarle la energía eléctrica de la entrada.

Adquisición del transductor piezoeléctrico

Para la obtención del resultado que es obtener la generación ultrasónica es muy importante saber las propiedades eléctricas y físicas del transductor, ya que a partir de ellas se podrá fundamentar la construcción del resto de componentes del proyecto. Cabe

recalcar que dentro del plan del proyecto no incluye la construcción de un transductor ultrasónico, por la dificultad que eso implica sería en sí otro proyecto de grado.

El transductor piezoeléctrico es el núcleo del proyecto, por lo que a este se le aplica la energía indispensable para la obtención de la cavitación acústica, además supedita el diseño de la PCB de generación de alta frecuencia. El transductor utilizado es construido por la empresa **Yuhuan Clangsonic Ultrasonic Co. Ltd. (Parque industrial Houwan, condado de Yuhuan, China continental)**

Foto	
Frecuencia	25±2 KHz
Resistencia de resonancia	≤25Ω
Capacitancia	3000±10% pF
Potencia	50 W
Superficie irradiadora	Φ 50mm
Diámetro de la cerámica	Φ 38mm
Tornillo de conexión	M10
Torque de conexión	20 nm
Altura	51 mm
Peso	324g
Uso	Limpieza por ultrasonido

*Tabla 6. Datos técnicos del transductor
Fuente: tomada de (ClangSonic Corp, datasheet, 2015)*

3.2.2 PCB fuente de alimentación

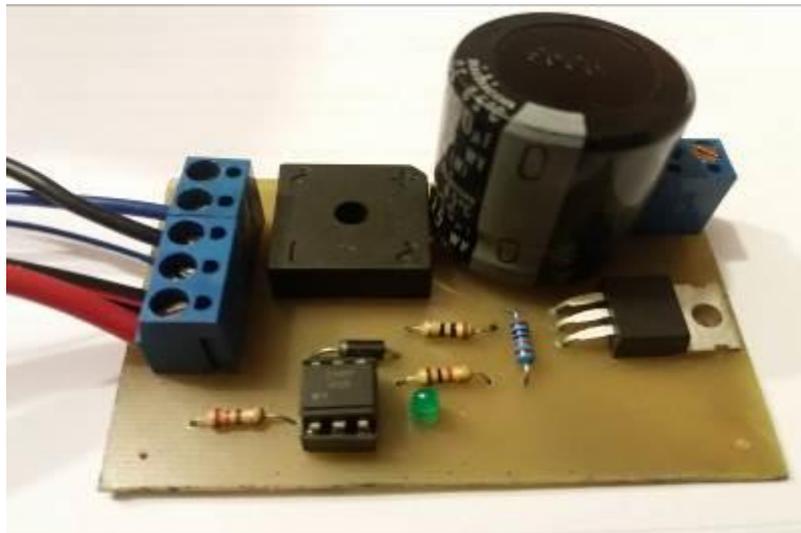


Figura 11. PCB fuente de DC

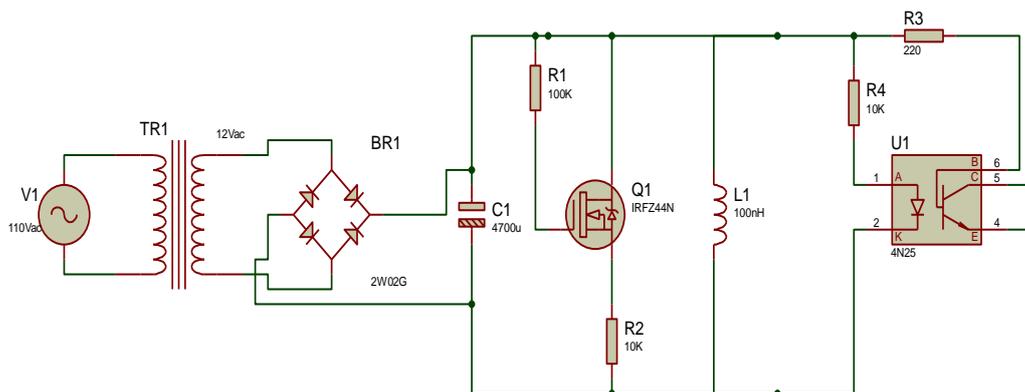


Figura 82. Diagrama eléctrico fuente de DC

Para la implementación de la PCB fuente de alimentación que vamos a utilizar para energizar la bobina de los inyectores procedemos de la siguiente manera: conectamos desde del transformador de 110 VAC en el primario y 9 VAC en el secundario a un puente rectificador KBPC 1010 cuadrado, para de esta manera obtener una señal rectificada de DC seguida de un capacitor electrolítico de 4700uF 35V y así conseguir una señal de DC pura.

Encendemos el transistor Mosfet IRFZ44N de 8A de canal N aplicando un voltaje al terminal G gate y con esto conseguimos que entre los terminales D drain y S source circule la corriente. Con esto se consigue que el Mosfet funcione como un interruptor

para energizar los inyectores; esto seguido de un optoacoplador 4N25 para separar el funcionamiento de la PCB de Control de la PCB fuente.

El optoacoplador recibe una señal de 1L desde el relé de la PCB de control; por lo tanto, tenemos que cuando se energiza el relé, este envía una señal al optoacoplador y entrará en funcionamiento la fuente que va a energizar las bobinas de los inyectores y el ultrasonido pueda realizar el trabajo de limpieza por las cavidades internas de estos.

3.2.3 PCB de control y visualización de parámetros

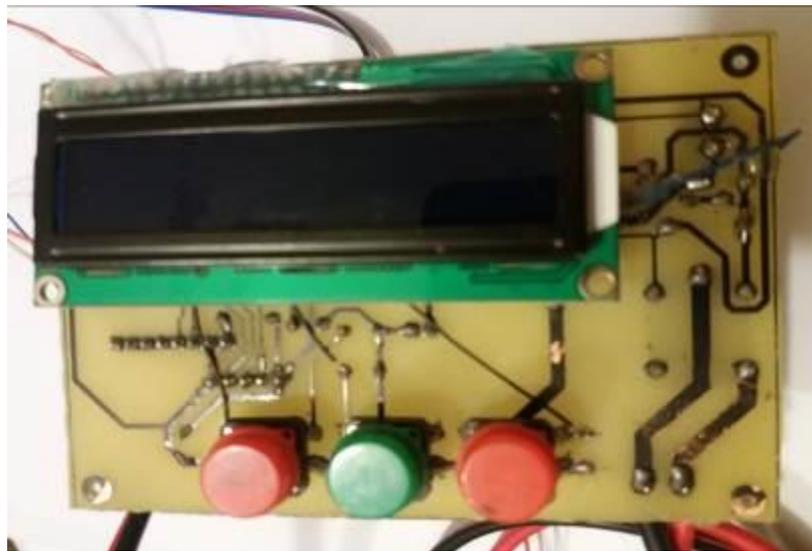


Figura 93. PCB de control - Vista frontal

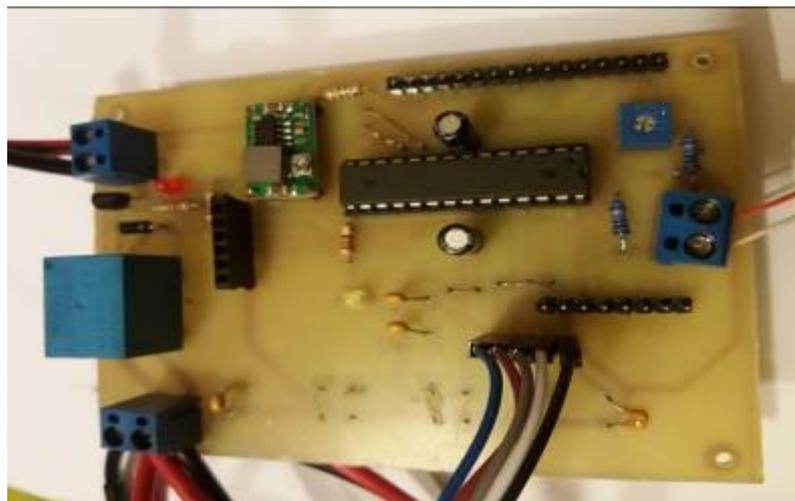


Figura 104. PCB de control - Vista posterior

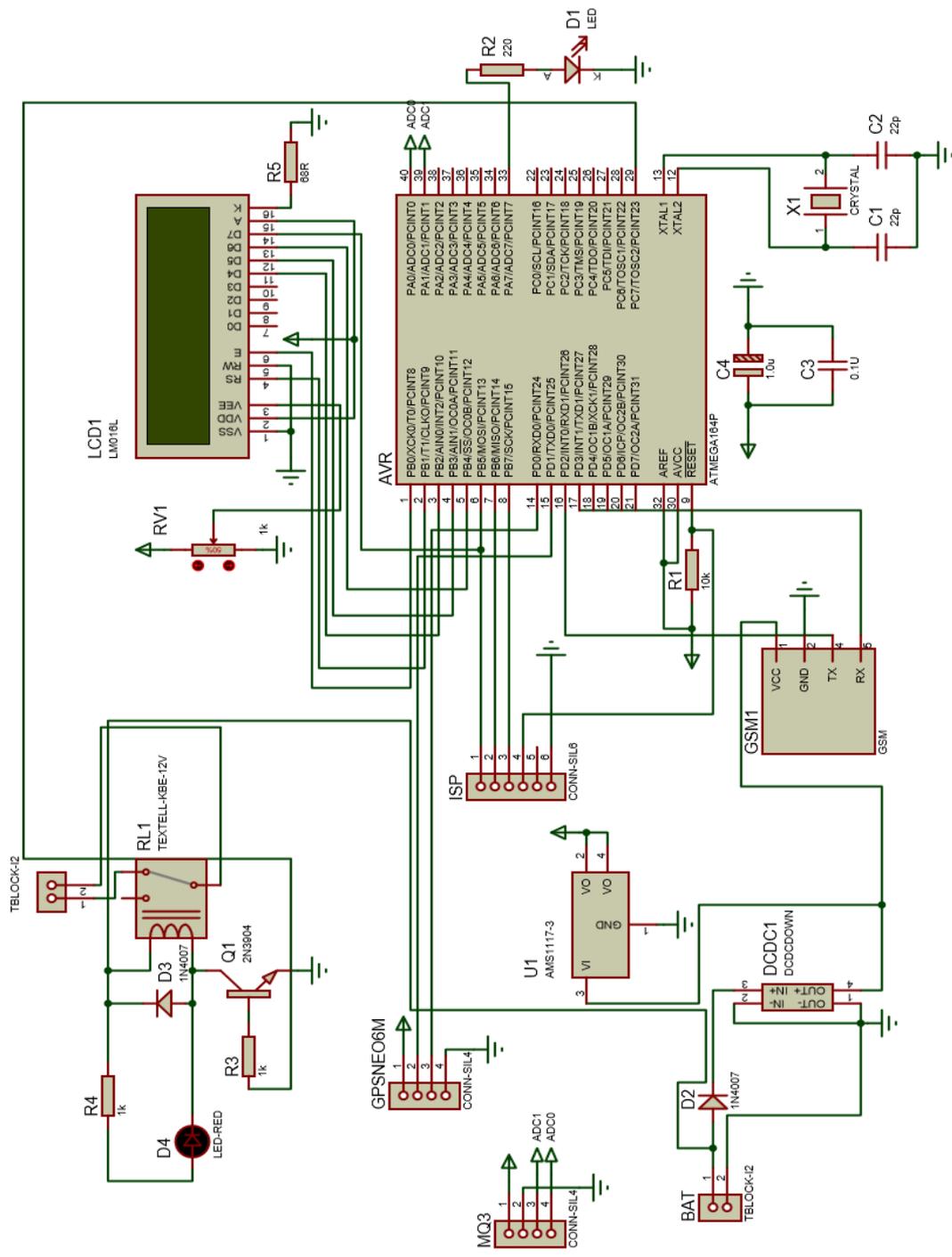


Figura 11. Diagrama eléctrico de la PCB de control

El elemento principal de la PCB de control es el microcontrolador ATMEGA-328P de 8 bits, el cual nos va a ayudar para el control de funciones como leer el acelerómetro GY-61, tomar los datos del termistor NTC-10K como también el manejo y visualización de parámetros en el LCD de 2x16.

Se conecta una resistencia de $1K\Omega$ a V_{cc} y el otro terminal de la resistencia a RESET-PIN1 del microcontrolador, de esta manera el RESET se mantendrá en 1L y conseguimos que el microcontrolador no se resetee. También conectamos una resistencia de $100K\Omega$ en serie con el termistor que también es de $100K\Omega$ para obtener un divisor de tensión y estos al PIN21 del microcontrolador, con esto según la variación de temperatura que se dé en el inyector se pueda visualizar esta en el display. Se conecta un potenciómetro 3362 de $5K\Omega$ a los PINES 2 y 3 del LCD para por medio de este controlar el contraste del LCD.

Acoplamos al circuito dos capacitores electrolíticos de $10\mu F$ $35V$ a los pines 7-8 y 21-22, esto recomienda el fabricante del microcontrolador cuando se va a usar conversores analógicos-digitales. Con la conexión de estos condensadores la señal se mantiene estable, es decir en LCD se podrá observar las lecturas de los parámetros de temperatura y frecuencia captadas por el termistor y acelerómetro respectivamente.

Se conecta también un capacitor cerámico $104 = 0,1 \mu F$, de un terminal a V_{cc} y del otro terminal en serie a cada pulsador y estos a los PINES 25 26 y 27 del microcontrolador porque son tres pulsadores. Con los capacitores conectados a los pulsadores evitamos que haya rebotes porque como sabemos los pulsadores tienen una parte mecánica y esta genera cambios abruptos de señal y el microcontrolador lea falsos flancos pulsantes.

Se conecta un convertidor reductor DC-DC de $5V$ a $32V$ a la fuente de alimentación, le fijamos al convertidor para que nos entregue a la salida $5V$ constantes, usamos este convertidor y no un regulador porque este tiene mayor rango de alimentación de entrada, es más eficiente y no se sobrecalienta.

Se articula un relé de $12V$ a la fuente y al PIN 17, el cual va a controlar cuando entre en funcionamiento la PCB de alta frecuencia, como el microcontrolador nos da una señal de $0V$ ó $5V$ le hacemos entrar en saturación a un transistor NPN 2N3904 con una resistencia de $1K\Omega$ conectada a la base de este, también se conecta un diodo inversamente para evitar que las corrientes parásitas que se generan en la bobina del relé retornen al circuito de control y nos pueda dañar el circuito de control.

3.2.4 PCB de generación de alta frecuencia

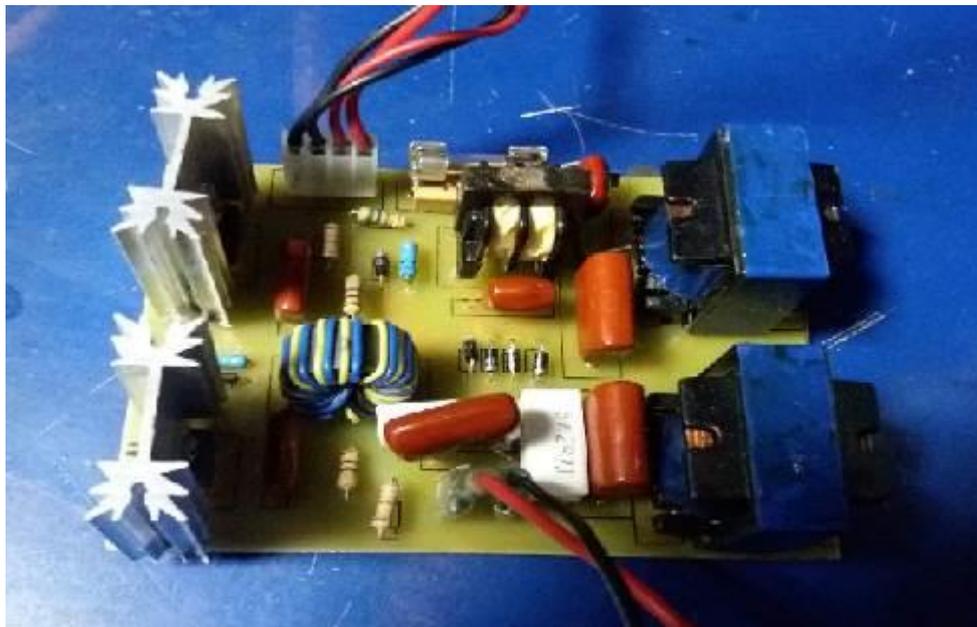


Figura 126. PCB de alta frecuencia

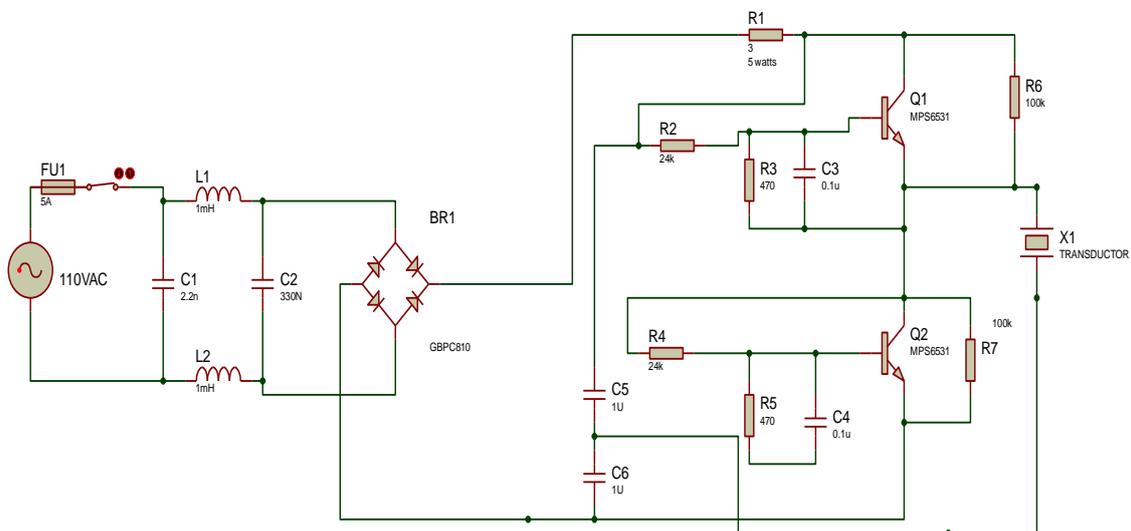


Figura 137. Diagrama eléctrico PCB de alta frecuencia

Para el funcionamiento de la PCB de alta frecuencia primero: energizamos el circuito con 110Vac, claro que esta va a ser gobernada por medio del relé de la tarjeta de control, conectamos en serie a la fase un fusible para protección de la tarjeta de 1ª tipo cartucho de vidrio, después conectamos una bobina en serie al fusible y otra al neutro de

alimentación de 10 mH, con el objetivo de evitar cambios bruscos de corriente, pero si fuera el caso tenemos conectados 2 capacitores 222J 1000V en paralelo a la entrada y salida de las bobinas y como tenemos conectada una resistencia de $56K\Omega$ $\frac{1}{2}$ W a tierra, los capacitores descargarán a tierra. Seguidamente conectamos la fase y neutro a un puente rectificador de diodos y de esta manera obtener una señal de DC.

Por el polo positivo de la señal conectamos una resistencia de 3Ω 5W en serie con un circuito R-C de $24K\Omega$ $\frac{1}{2}$ W y 100000pF respectivamente para de esta manera generar una corriente a la base del transistor NPN J13007-1 de alta frecuencia y este entre en saturación, el momento que este cumple su ciclo positivo entra en saturación el otro transistor de iguales características pero el ciclo negativo; las salidas de los transistores es decir los emisores van conectados al piezoeléctrico de cuarzo y de esta manera se obtiene el efecto deseado.

3.2.5 Bandeja de alojamiento de los inyectores



Figura 18. Bandeja y rejilla de alojamiento de inyectores expuestos al ultrasonido

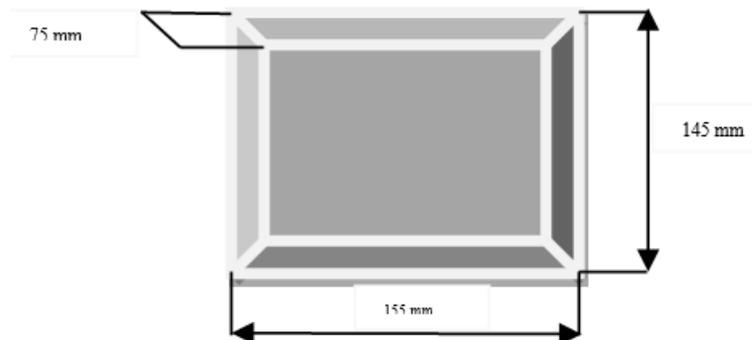


Figura 149. Medidas de la bandeja para limpiar inyectores

El material que se eligió para la construcción de la bandeja donde se va a realizar la limpieza de los inyectores es de acero inoxidable por las características que tiene: durabilidad, resistencia y asepsia.

3.2.6 Soporte para la bandeja de ultrasonido



Figura20. Soporte de la bandeja y PCB's

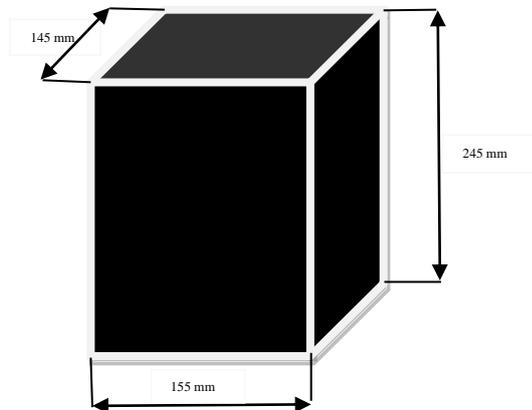


Figura 21. Medidas del soporte de la bandeja y PCB's

El soporte para la bandeja de ultrasonido fue fabricado en material termoplástico rígido-acrílico; porque este material es inerte a sustancias corrosivas y no se deforma, desgasta o corroe si está expuesto a la intemperie. Además, una de las grandes ventajas es la facilidad para trabajarlo.

3.3 Datos técnicos de la bandeja ultrasónica

Voltaje: 110V AC $\pm 10\%$

Corriente: 3A

Potencia: 50W

Frecuencia: 25KHz

3.4 Ventajas de la bandeja ultrasónica para limpieza de inyectores

- 1.- Una de las ventajas de la limpieza por ultrasonido, es la efectividad que tiene ya que se puede llegar por sobre el 70% en comparación con la limpieza manual que en el mejor de los casos puede llegar a un 20%.
- 2.- Asimismo, no causa cambios físicos o mecánicos al objeto sometido, lo que, si ocurre con la limpieza con herramientas manuales como cepillos o esponjas, porque estos pueden dañar permanentemente a los inyectores.
- 3.- Además, la limpieza de los inyectores se lo realiza de forma automática, y al terminar el ciclo de limpieza el equipo se desconecta igualmente, de esta manera se consigue que el técnico no esté pendiente del lapso de funcionamiento del equipo.
- 4.- También se puede realizar la limpieza de hasta seis inyectores al mismo tiempo, con esto se reduce considerablemente el tiempo empleado en esta actividad.
- 5.- El equipo por ser construido localmente, el servicio técnico también lo es y sobre todo pronto y ágil para solventar algún tipo de percance, ya que los repuestos los podemos encontrar en nuestro mercado.
- 6.- Igualmente el equipo por tener dimensiones relativamente pequeñas es fácil trasladarlo de un lugar a otro sin mayores dificultades.

CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Desarrollo

El objetivo primordial de este proyecto es llegar a implementar un equipo para limpiar inyectores de gasolina con la generación del ultrasonido, y este por medio de un piezoeléctrico generar la cavitación acústica.

Los módulos necesarios para conseguir nuestro objetivo son los siguientes:

- Alimentación eléctrica
- PCB fuente de alimentación
- PCB generadora de ultrasonido-potencia
- PCB de control y visualización
- Transductor
- Bandeja de acero inoxidable
- Soporte de la bandeja en acrílico

Lo primero que debemos tener en cuenta para la construcción de nuestro equipo es tener en nuestras manos el transductor y los datos técnicos de este porque a partir de estos se comenzará a realizar el diseño de la tarjeta PCB de alta frecuencia con la ayuda del simulador Proteus, de manera de obtener la potencia y frecuencia necesaria para alterar la forma del transductor piezoeléctrico en cada pulso de potencia a la frecuencia dada por el fabricante, esta deformación o elongación del cristal piezoeléctrico será momentáneo es decir volverá a su estado inicial el momento que acabe el proceso.

El momento que tenemos lista la tarjeta PCB de alta frecuencia, energizamos está directamente para saber si con la frecuencia y potencia obtenida real conseguimos el objetivo, que es, que el transductor piezoeléctrico cavite, y esta cavitación la transmita mecánicamente al fluido.

Después construimos la PCB de DC para la alimentación de la tarjeta PCB de control y energizar la bobina de los inyectores para que el ultrasonido generado por la tarjeta PCB de alta frecuencia haga su trabajo es decir que limpie las cavidades internas de los inyectores expuestos al ultrasonido.

Luego diseñamos y construimos la tarjeta PCB de control, que tiene como parte central un microcontrolador AT MEGA 328 P, al que se le programó de manera que coja los datos de los sensores y los muestre en el LCD los parámetros de temperatura, frecuencia, tiempo del proceso de limpieza ultrasónica.

Al referirme a control quiero decir que el momento de pulsar el comienzo del proceso de limpieza, entre en funcionamiento la tarjeta PCB de alta frecuencia y se energicen los inyectores, obviamente por el tiempo seteado antes.

Seguidamente después de tener las PCB's operativas y funcionales, nos debemos centrar en la obtención de la bandeja porta inyectores en acero inoxidable de aproximadamente 8 x 14 x 14 cm, que nos dará un volumen de 1,5 litros de volumen, claro está que el volumen del líquido limpiador de inyectores solamente se lo pondrá hasta la mitad de la capacidad, porque tenemos una rejilla igual de acero inoxidable donde se van a asentar los inyectores a limpiarse. Le llenamos a la mitad de la bandeja porque los inyectores se van a sumergir la parte del asiento donde está la válvula obturadora, es decir la parte donde alojan los sólidos a desprender por el ultrasonido.

Luego construiremos el case, base en acrílico por la facilidad de trabajarle a este material, donde se van a instalar la bandeja de ultrasonido, tarjetas PCB's y la toma eléctrica. Para esto tomamos las medidas para que las tarjetas electrónicas, transformador, transductor y bandeja puedan caber de manera que sea posible conectar todo el sistema completo y la generación de la alta frecuencia no afecte los datos que se van a mostrar en el LCD.

4.2 Implementación

Para la implementación de la bandeja limpiadora de inyectores por ultrasonido, se tomó en cuenta el espacio que tenemos dentro del case para acoplar y conectar todos los módulos, una vez hecho esto se energiza y puso en marcha todo el sistema, teniendo como resultado visible, palpable la generación de la cavitación en la bandeja por medio del transductor. Se realizaron pruebas de funcionamiento caseras con inyectores de prueba, pero no se pudo todavía probar el sistema, ya que los inyectores deben ser montados nuevamente en el vehículo para hacer una prueba de ruta y tener una

percepción real de la efectividad del equipo, esto por parte de una persona capacitada en el ámbito automotriz.

4.3 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de operatividad y funcionalidad del equipo se las hicieron en la agencia de TOYOTA Casabaca, por técnicos calificados en el campo automotriz; esto se lo grabó en un video para tenerlo como evidencia y por parte del jefe de técnicos nos otorgó un certificado que avala la operatividad y funcionalidad del equipo.

4.4 Análisis de resultados

Después de realizar las pruebas de funcionamiento por mi parte en el manejo del equipo y con la ayuda de los técnicos automotrices en el desmontaje, montaje de los inyectores en el vehículo y la prueba de ruta del vehículo, ellos avalan el equipo de manera satisfactoria la operatividad y funcionalidad del equipo ultrasónico para limpieza de inyectores de gasolina. Esto en el primer vehículo.

En el segundo después de darles una pequeña inducción sobre el manejo del equipo, los técnicos comentan que esto les va a dar seguridad en la prestación del servicio, ahorro de tiempo y por ende confianza en su trabajo por parte de sus clientes. Obviamente que todo esto se traduce en mayores beneficios económicos.

CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos se concluye que:

- Se analizaron las normativas técnicas, logrando establecer de acuerdo a los parámetros técnicos y de seguridad citados en el capítulo I, se diseñó el equipo para que opere dentro de los niveles seguros para el ser humano.
- Se seleccionó y adquirió un transductor piezoeléctrico con las características técnicas citadas en el capítulo III y de acuerdo a eso se construyó de manera sistemática y ordenada, cada uno de los elementos constitutivos del equipo.
- Se diseñó la bandeja de ultrasonido de acero inoxidable, con el soporte o case de material aislante, para que el operador no sufra posibles descargas eléctricas por si el equipo tuviera contacto con algún tipo de fluido.
- Se realizaron pruebas de funcionamiento y operatividad en una prestigiosa casa comercial automotriz, obteniendo el aval de su parte de forma satisfactoria; con esto se concluye que el equipo realiza su función correctamente.

RECOMENDACIONES

- No poner en marcha el equipo sin un líquido de limpieza, ya que la cavitación provocada por la alta frecuencia al transductor no se puede desplazar y se queda encerrada, esto puede provocar recalentamiento excesivo a los transistores y pueden dañarse.
- No utilice el limpiador ultrasónico si observa que el cable de alimentación principal o de los inyectores tienen signos de deterioro o si el equipo se ha caído o dañado hasta que personal cualificado realice una inspección integral del mismo.
- Asegurarse de que la alimentación eléctrica sea la correcta antes de encender el equipo, ya que se podría causar daños permanentes tanto al equipo como al operador.
- Nunca permitir que personas no entrenadas manipulen el equipo porque podría causarles lesiones graves.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Falagán *et al.*, 2000. Manual Básico de prevención de riesgos laborales. Oviedo: Primera edición 2000.

https://www.google.com.ec/search?q=unidad+newton&rlz=1C1CHBF_esEC785EC786&oq=unidad+ne&aqs=chrome.1.69i57j0l5.6314j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/241077/ATMEL/ATMEGA328P.html>
diego.castilla.over-blog.es/article-como-ultrasonido-medicina-86237875.html

<https://www.sanitas.es> › Biblioteca de Salud › Estética

<https://www.telsonic.com/es/ultrasonido-industrial>

<http://www.ub.edu/talq/es/node/258>

<https://www.youtube.com/watch?v=18IvTRfbANg>

https://www.google.com.ec/search?q=M%C3%B3dulos+volum%C3%A9tricos+de+algunas+sustancias&rlz=1C1CHBF_esEC785EC786&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=Rvw7UxR4xeutPM%253A%252CrsUGkuVmiUXFdM%252C_&usg=AFrqEzfWdb7ZGhEyXaGb7khrPN-aTNVfVw&sa=X&ved=2ahUKEwjJ3K_BzO7cAhVis1kKHbCLDjsQ9QEwAHoECAQQBA#imgrc=Rvw7UxR4xeutPM:

<https://es.slideshare.net/romypech/modulo-ii-densidad>

<http://cavitacion.org/efectos-de-la-cavitacion/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Inyecci%C3%B3n_de_combustible#/media/File:Fuelinjector.png

<https://portaprodti.wordpress.com/enfoque-cualitativo-y-cuantitativo-segun-hernandez-sampieri/>

<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/155-limpieza-de-inyectores.html?tmpl=component&print=1>

<https://quivacolor.com/tipos-de-limpieza-industrial/>

<https://venelibros.blogspot.com/2018/05/mecanica-de-fluidos-streeter-9a-Edicion-pdf.html>

https://www.google.com/search?q=teorema+de+bernoulli&rlz=1C1CHBF_esEC785EC786&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=oeKf3jIWODI-WM%253A%252CodAKPuWUhwbiM%252C_&usg=AFrqEzejZH0F0VPsvfhIzX22uuh1k1B4mg&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwjWt62P7I7dAhUFDOWKHa66A4MQ_h0wHHoECAUQCw#imgc=oeKf3jIWODI-WM:

ANEXOS

ANEXO 1. Programación del Micro ATMEGA 328P en bascom AVR v2.0.7.8

```
$regfile = "m328Pdef.dat" 'Microcontrolador a utilizar
$crystal = 8000000 'Frecuencia del oscilador
$hwstack = 100 'inicio de memoria sram
$swstack = 100
$framesize = 100

Deflcdchar 0 , 24 , 24 , 32 , 7 , 8 , 8 , 7 , 32 'caracter de grados centígrados en el lcd

'configuro el timer 1 como temporizador con prescaler(divisor) de 256

Config Timer1 = Timer , Prescale = 256 'fosc/prescaler=tiempo a cargar en el timer1
8000000/256=31250
On Timer1 Segundo 'salto de interrupcion del timer1
Enable Timer1 'activo eltimer1
Stop Timer1 'paro el timer1
Timer1 = 65535 - 31250 'carga el valor de 65535-31250 en el timer1

'configuro el lcd
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.7 , Db5 = Portb.0 , Db6 = Portb.1 , Db7 = Portb.2 , E = Portd.6 , Rs
= Portd.5
Config Lcd = 16x2 'lcd de 16x2

Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc 'configuro el Adc
Start Adc 'inicio del Adc

Dim TA As Byte 'variable tiempo activo
Dim T As Byte 'variable tiempo programado
Dim S As Byte 'variable segundo
Dim Temperatura As Single 'variable temperatura
Dim Temperatura2 As Single 'variable temperatura
Dim Frecuencia As Single 'variable frecuencia
Dim Frecuencia2 As Single 'variable frecuencia
Dim Temperaturastr As String * 10 'variable string para amostrar datos en el lcd
Dim Frecuenciastr As String * 10 'variable string para amostrar datos en el lcd

'defino entradas salidas

Swu Alias Pind.3 'defino el pulsador de subida
Ddrd.3 = 0
Portd.3 = 1

Swf Alias Pind.1 'defino el pulsador de función
Ddrd.1 = 0
Portd.1 = 1

Swd Alias Pind.0 'defino el pulsador de bajada
```

```

Ddrd.0 = 0
Portd.0 = 1

Led Alias Portb.6          'defino al led
Ddrb.6 = 1
Portb.6 = 0

Rele Alias Portd.2        'defino al relé
Ddrd.2 = 1
Portd.2 = 0

Dim A As Word             'variable de analógico
Dim Resistencia As Single 'variable resistencia del termistor
Dim Voltaje As Single     'voltaje del divisor del termistor
Dim T1 As Single          'variables de operación
Dim T2 As Single
Dim Temp As Single
Dim TempAcu As Single
Dim FreAcu As Single

dim i as Integer
dim j as Integer

Const R10k = 10000        'calculo del termistor
Const A1 = 0.9017477480 / 1000
Const B1 = 2.489190310 / 10000
Const C1 = 2.043213857 / 10000000

Waitms 100                'espero 100ms

Cls                        'borro pantalla

Cursor Off                'apago el cursor

Temperatura = 25.3        'defino temperatura y frecuencia iniciales
Frecuencia = 38.5

T = 0                      'tiempo inicial en minutos 0 y 59 segundos
S = 59
Locate 1 , 1
Lcd "T=" ; T ; ":" ; S

Enable Interrupts         'activo las interrupciones

i=0

Do

if i>7 then                'promedio de 8 muestras de temperatura del termistor

Temperatura2=tempAcu/8
tempAcu=0

```

```

i=0

end if

Gosub Ntc                'lectura deltermistor

tempAcu=tempAcu+temperatura    'sumo temperatura para el promedio
incr i

if j>20 then                '20 muestras de la frecuencia
  Frecuencia2=freAcu/21
  Frecuencia2=Frecuencia2*18.5
  if frecuencia2<37.7 then frecuencia2=0
  freAcu=0

j=0

end if

A=Getadc(3)                'lectura de la frecuencia sensor acelerómetro analógico

Frecuencia=A/1023
Frecuencia=Frecuencia*5
FreAcu=FreAcu+Frecuencia

incr j

Temperaturastr = Fusing(temperatura2 , "#.#")    'formato de frecuencia y temperatura para el lcd
Frecuenciastr = Fusing(frecuencia2 , "#.##")
Locate 2 , 1
Lcd temperaturastr ; " " ; Chr(0) ; " "
Locate 2 , 9
Lcd Frecuenciastr ; " KHz"
Locate 1 , 1                'seteo de tiempo de trabajo
Lcd "T=" ; T ; ":" ; S
If Swu = 0 Then
  Incr T
  If T = 6 Then T = 5
  Locate 1 , 1
  Lcd "T=" ; T
  Waitms 500
End If

If Swd = 0 Then
  Decr T
  If T > 5 Then T = 0
  Locate 1 , 1
  Lcd "T=" ; T
  Waitms 500
End If

If Swf = 0 Then

```

```

TA = T
Waitms 500
Set Rele
Start Timer1
If TA = 0 Then S = 59
Do
  If S = 255 And TA > 0 Then
    Decr TA
    S = 59
  End If
  Locate 1 , 10
  If S < 10 Then
    Lcd "t=" ; T ; ":0" ; S
  Else
    Lcd "t=" ; T ; ":" ; S
  End If
  If Swf = 0 Then Exit Do

  if i>20 then
  'Gosub Ntc
  Temperatura2=tempAcu/21
  tempAcu=0
  i=0
  end if
  Gosub Ntc
  tempAcu=tempAcu+temperatura
  incr i

  if j>20 then
  Frecuencia2=freAcu/21
  Frecuencia2=Frecuencia2*18.5
  if frecuencia2<37.7 then frecuencia2=0
  freAcu=0
  j=0
  end if
  A=Getadc(3)
  Frecuencia=A/1023
  Frecuencia=Frecuencia*5
  FreAcu=FreAcu+Frecuencia
  incr j

  Temperaturastr = Fusing(temperatura2 , "#.#")
  Frecuenciastr = Fusing(frecuencia2 , "###")

  Locate 2 , 1
  Lcd temperaturastr ; " " ; Chr(0) ; " "

  Locate 2 , 9
  Lcd Frecuenciastr ; " KHz"

Loop Until T = 0 And S = 0

```

```

Reset Rele
Stop Timer1
S = 59
Locate 2 , 1
Lcd " FIN DE PROCESO "
Wait 2
Cls
End If

```

Loop

Segundo:

```

Timer1 = 65535 - 31250
Decr S
Toggle Led
Return

```

Ntc:

```

'lectura del termistor
A = Getadc(0)

```

```

Voltaje = 5 * A
Voltaje = Voltaje / 1023

```

'cálculo de la resistencia del termistor

```

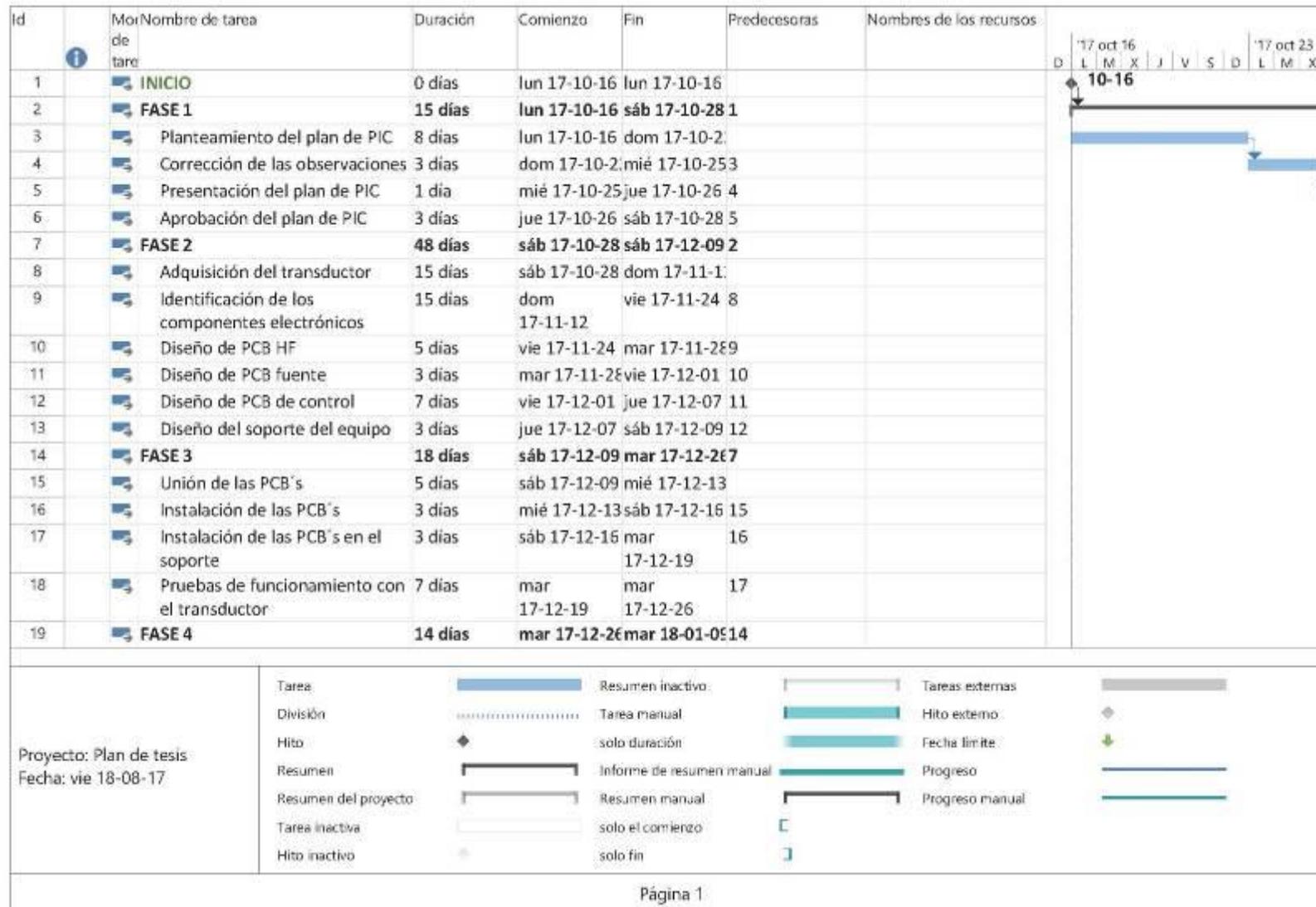
'R ( T ) = R25 exp ( B / T - B / T25 )
Resistencia = 5 - Voltaje
Resistencia = Resistencia * R10k
Resistencia = Resistencia / Voltaje
Temp = Log(resistencia)
T1 = Temp * Temp
T1 = T1 * Temp
T1 = T1 * C1
T2 = B1 * Temp
T2 = T2 + A1
T2 = T2 + T1
Temp = 1 / T2
Temp = Temp - 273.15
Temperatura = Temp

```

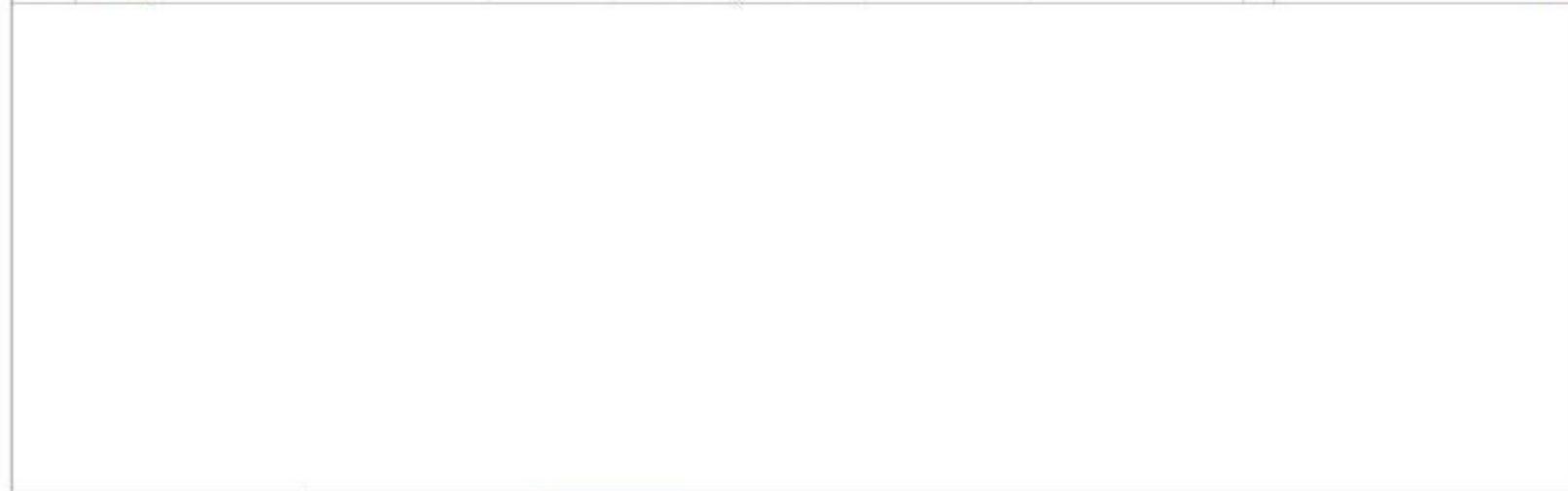
'de resistencia a temperatura ecuación del termistor

Return

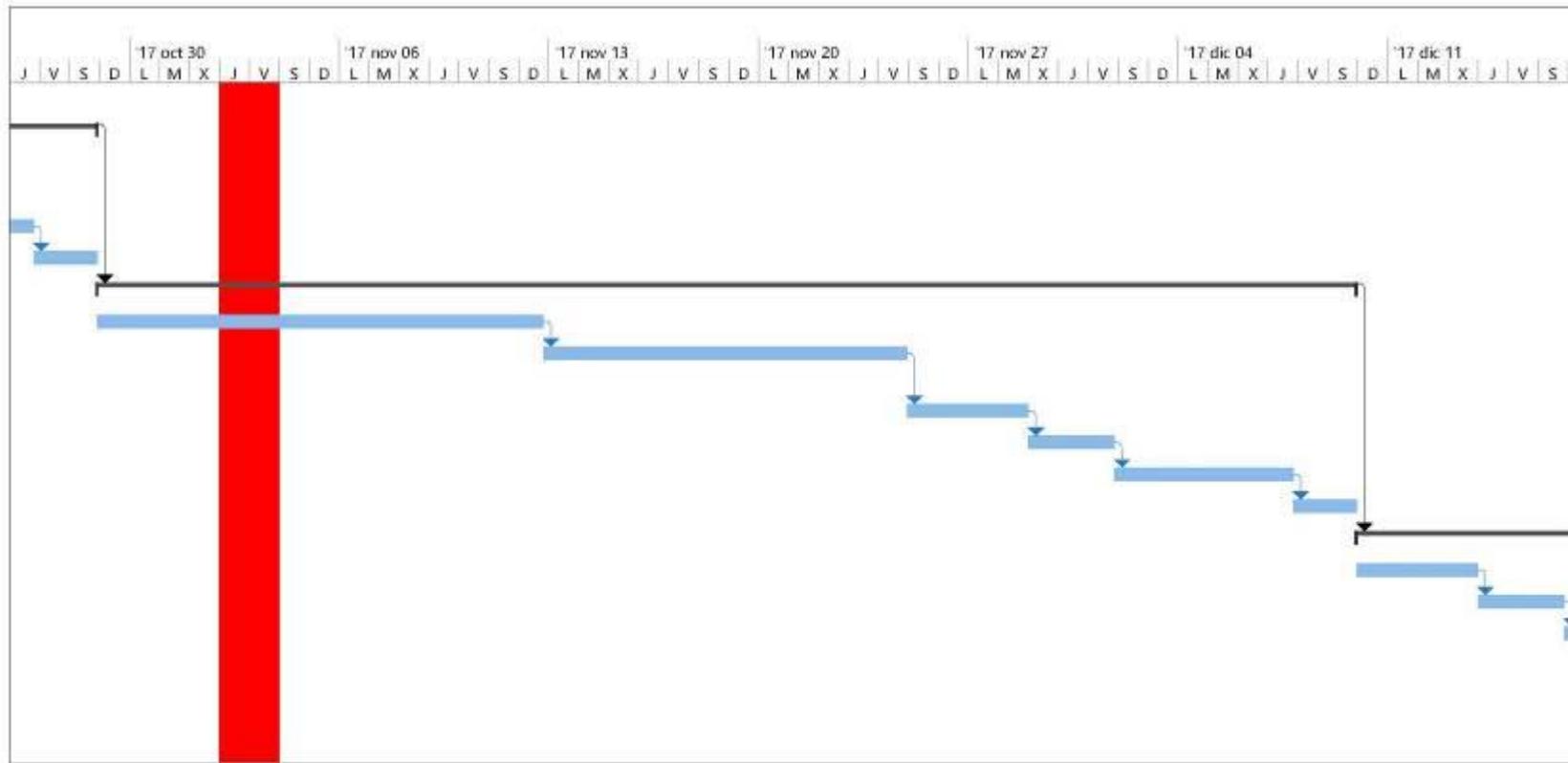
ANEXO 2. Cronograma de actividades del Proyecto integrador de carrera PIC.



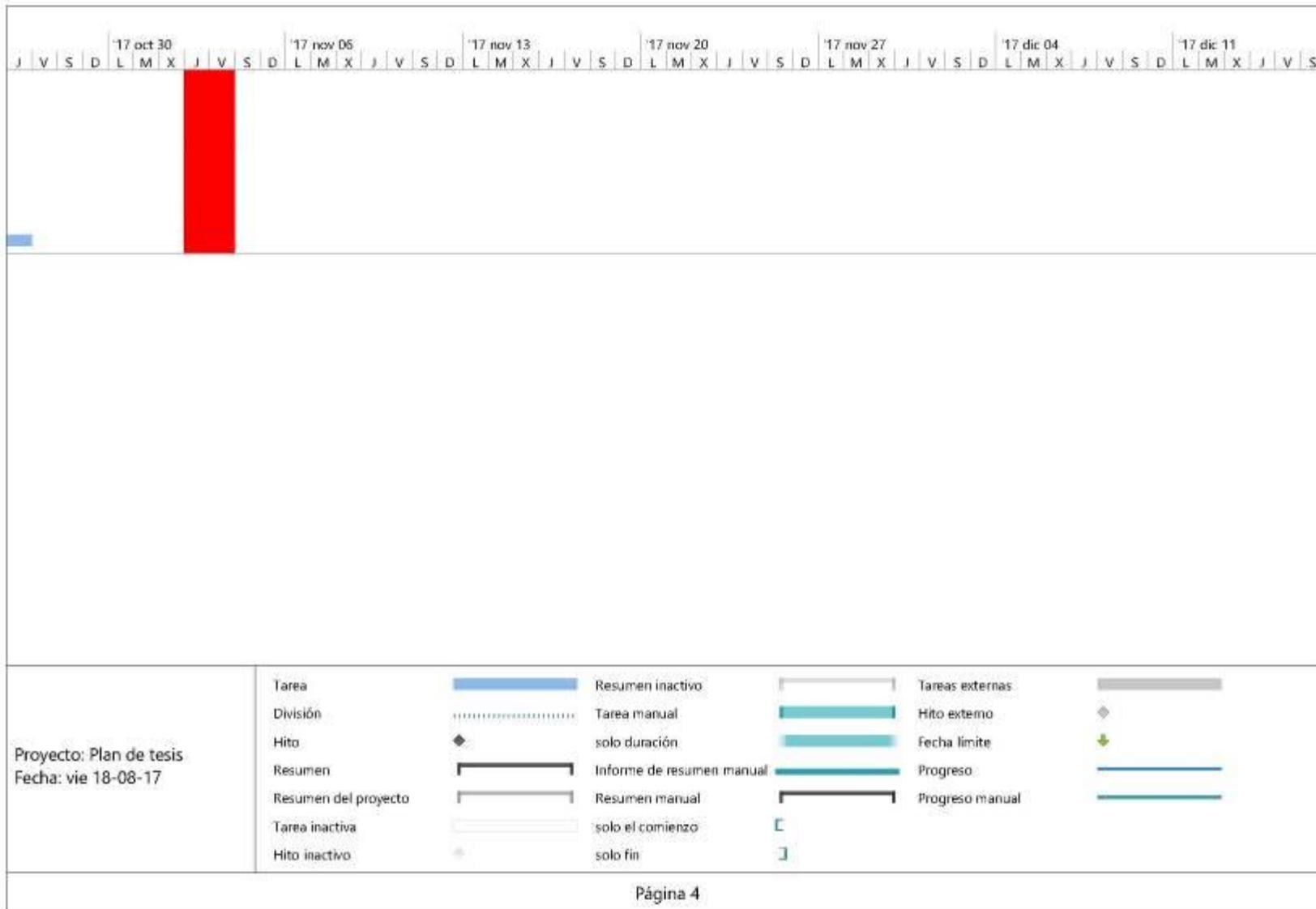
Id	Mo de tare	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos														
								<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> '17 oct 16 '17 oct 23 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> DLMXJVSDLMX </div>													
20		Pruebas finales de operatividad y funcionalidad	7 días	mar 17-12-26	mié 18-01-03																
21		Arreglos estéticos del equipo	7 días	mié 18-01-03	mar 18-01-09																
22		FASE 5	90 días	mar 18-01-09	dom 18-03-21																
23		Elaboración del escrito para PIC	90 días	mar 18-01-09	dom 18-03-21																
24		FIN	0 días	dom 18-03-21	dom 18-03-21																
25			2.19 días?	mié 17-10-25	jue 17-10-26																

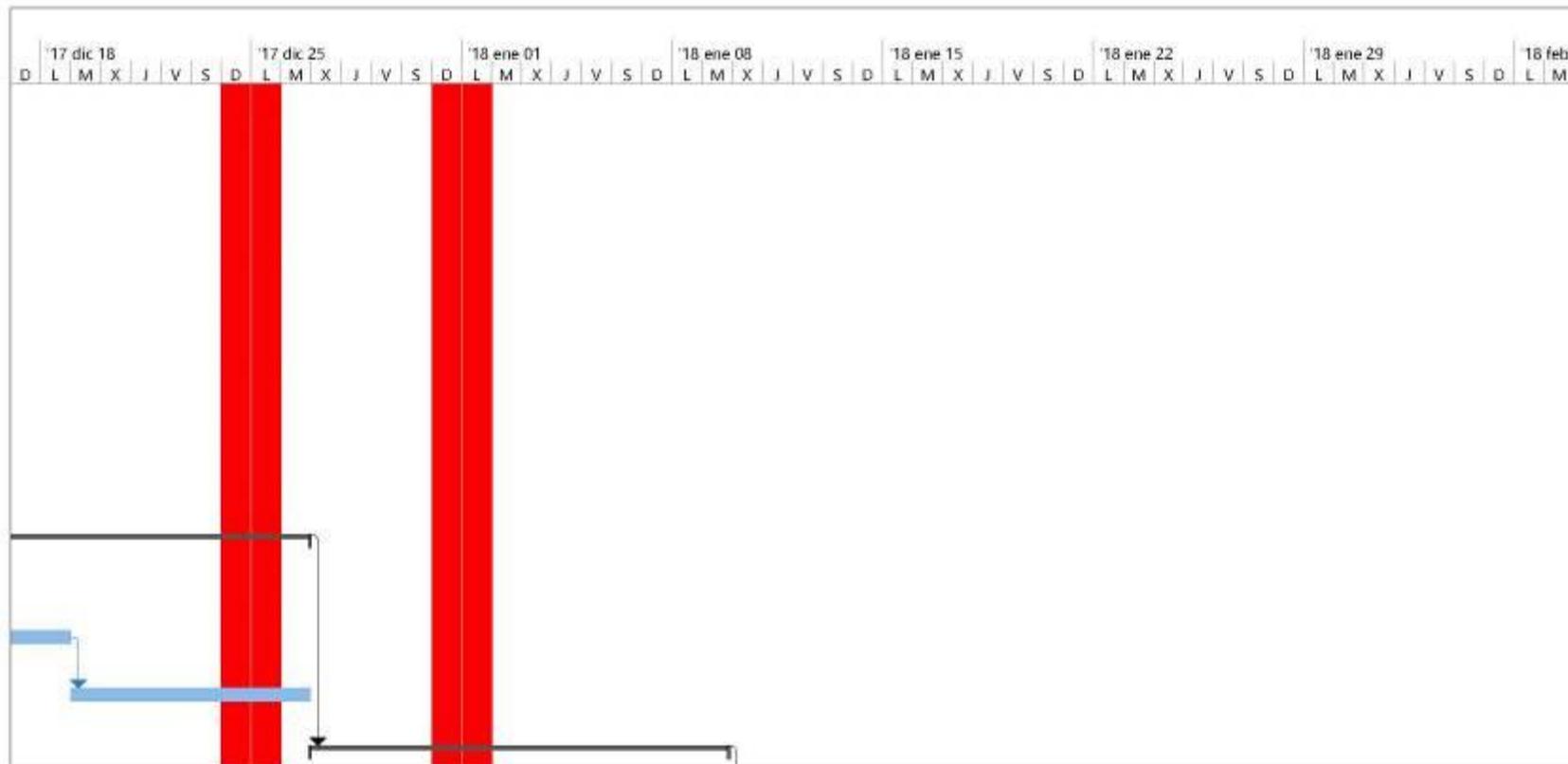


Proyecto: Plan de tesis Fecha: vie 18-08-17	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha limite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			

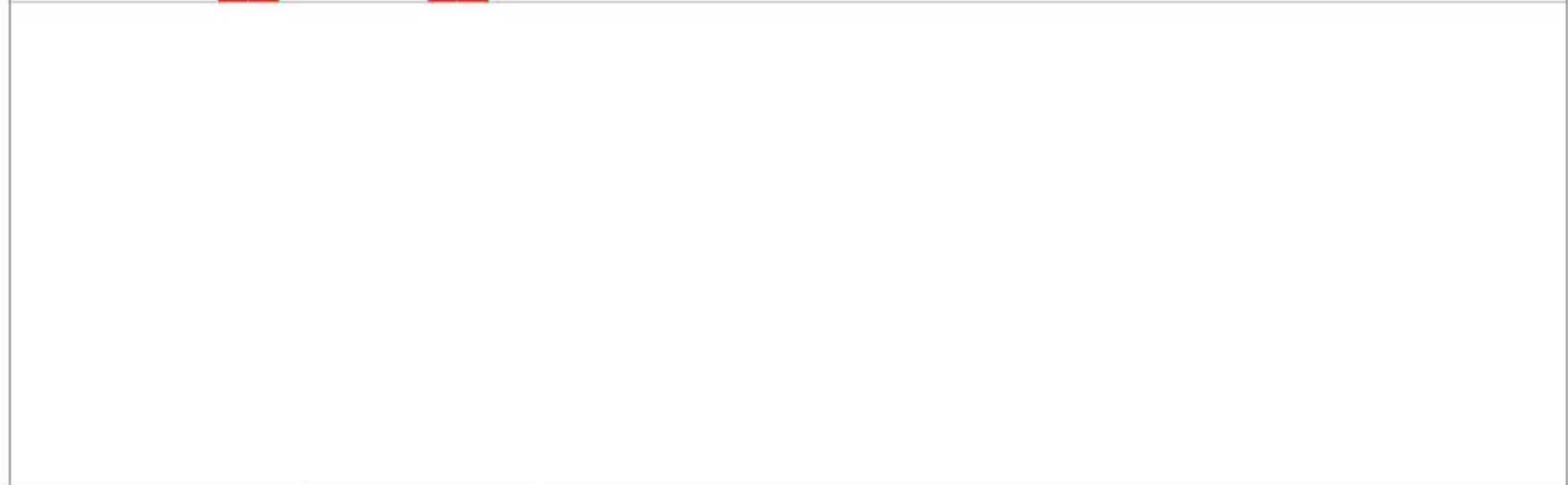
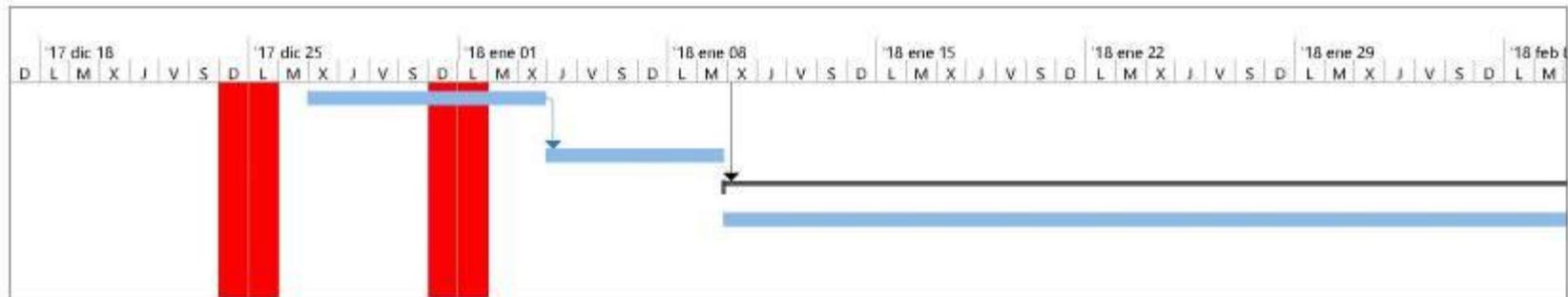


Proyecto: Plan de tesis Fecha: vie 18-08-17	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin				

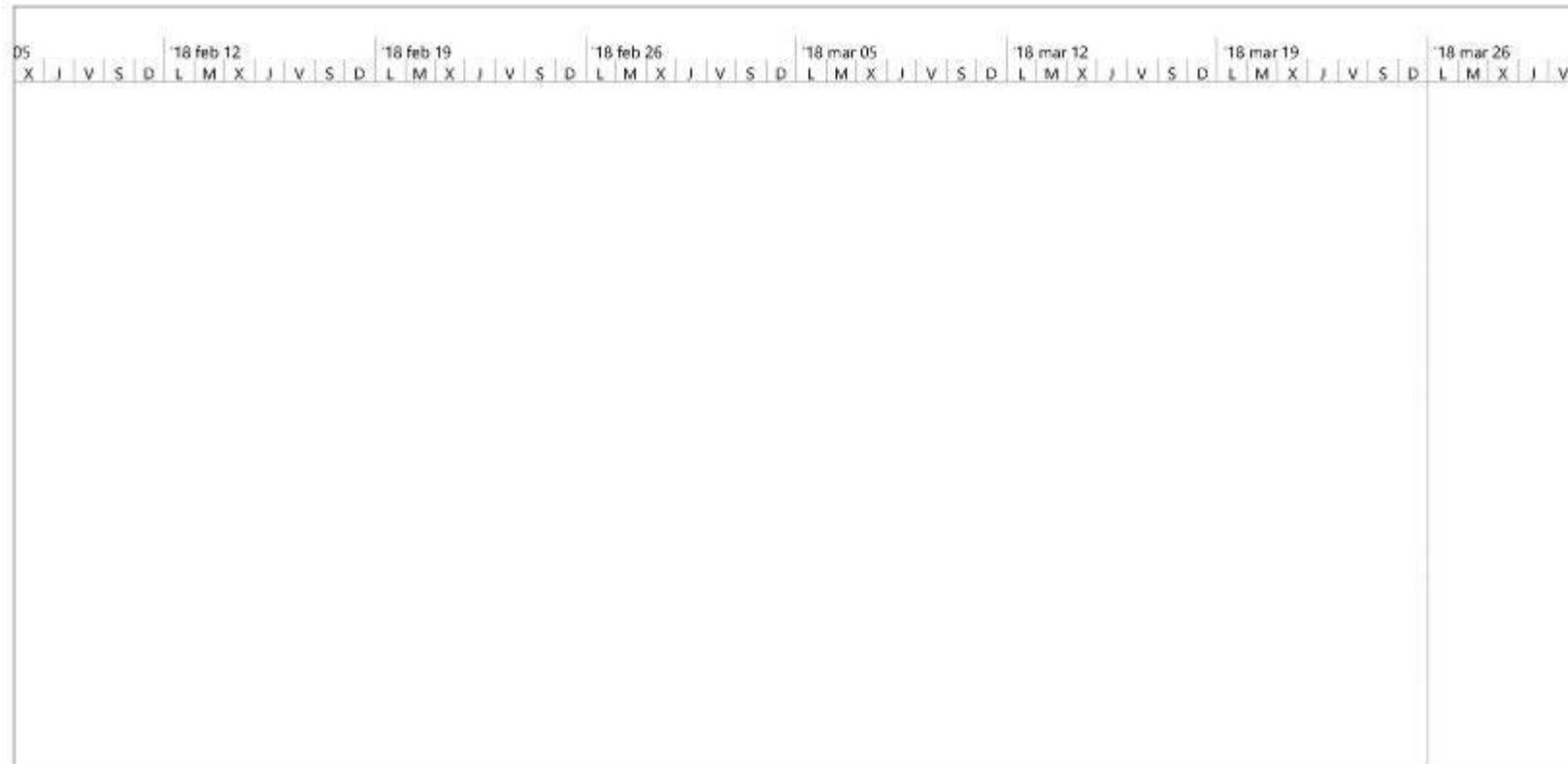




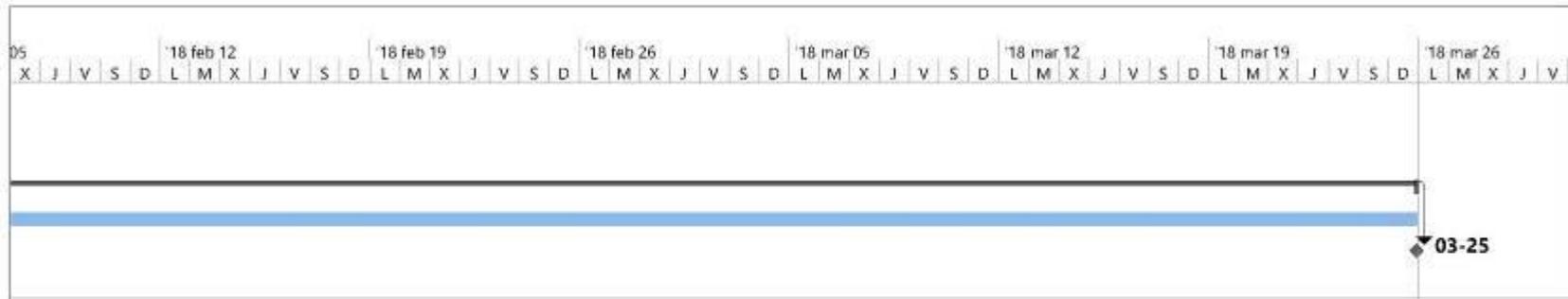
Proyecto: Plan de tesis Fecha: vie 18-08-17	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			



Proyecto: Plan de tesis Fecha: vie 18-08-17	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			



Proyecto: Plan de tesis Fecha: vie 18-08-17	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			



Proyecto: Plan de tesis Fecha: vie 18-08-17	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha limite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin				

ANEXO 3. Puente de diodos – rectificador

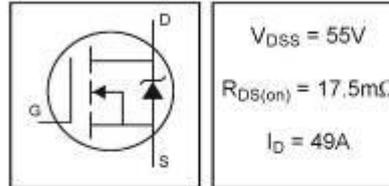
International
IR Rectifier

PD - 94053

IRFZ44N

HEXFET® Power MOSFET

- Advanced Process Technology
- Ultra Low On-Resistance
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Fully Avalanche Rated



Description

Advanced HEXFET® Power MOSFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient and reliable device for use in a wide variety of applications.

The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.



Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
I_D @ $T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	49	A
I_D @ $T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	35	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	160	
P_D @ $T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	84	W
	Linear Derating Factor	0.63	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
I_{AV}	Avalanche Current ②	25	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ②	9.4	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and Storage Temperature Range	-55 to +175	°C
T_{STG}	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.8mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf-in (1.1N-m)	

Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	1.5	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	62	

www.irf.com

1

01/03/01

IRFZ44N

International
IGR Rectifier

Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

Parameter	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{DS(BR)SS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	55	—	—	V	$V_{GS} = 0\text{V}$, $I_D = 250\mu\text{A}$
$\Delta V_{DS(BR)SS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.058	—	$\text{V}/^\circ\text{C}$	Reference to 25°C , $I_D = 1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	17.5	$\text{m}\Omega$	$V_{GS} = 10\text{V}$, $I_D = 25\text{A}$ ①
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}$, $I_D = 250\mu\text{A}$
g_{fs}	Forward Transconductance	19	—	—	S	$V_{DS} = 25\text{V}$, $I_D = 25\text{A}$ ②
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 55\text{V}$, $V_{GS} = 0\text{V}$
		—	—	280		$V_{DS} = 44\text{V}$, $V_{GS} = 0\text{V}$, $T_J = 150^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 20\text{V}$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -20\text{V}$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	83	nC	$I_D = 25\text{A}$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	14		$V_{DS} = 44\text{V}$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	23		$V_{GS} = 10\text{V}$, See Fig. 6 and 13
$t_{D(on)}$	Turn-On Delay Time	—	12	—	ns	$V_{DD} = 28\text{V}$
t_r	Rise Time	—	80	—		$I_D = 25\text{A}$
$t_{D(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	44	—		$R_\theta = 12\Omega$
t_f	Fall Time	—	45	—		$V_{GS} = 10\text{V}$, See Fig. 10 ③
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	1470	—		$V_{GS} = 0\text{V}$
C_{oss}	Output Capacitance	—	360	—		$V_{DS} = 25\text{V}$
C_{rsw}	Reverse Transfer Capacitance	—	86	—	pF	$f = 1.0\text{MHz}$, See Fig. 5
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ④	—	530 ⑤	150 ⑥	mJ	$I_{AS} = 25\text{A}$, $L = 0.47\text{mH}$

Source-Drain Ratings and Characteristics

Parameter	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	49	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	160		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.3	V	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_S = 25\text{A}$, $V_{GS} = 0\text{V}$ ②
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	63	95	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_r = 25\text{A}$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	170	260	nC	$di/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$ ③
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_D & L_S)				

Notes:

① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. (See fig. 11)

② Starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 0.48\text{mH}$, $R_\theta = 25\Omega$, $I_{AS} = 25\text{A}$. (See Figure 12)

③ $I_{SD} \leq 25\text{A}$, $di/dt \leq 230\text{A}/\mu\text{s}$, $V_{DD} \leq V_{DS(BR)SS}$, $T_J \leq 175^\circ\text{C}$

④ Pulse width $\leq 400\mu\text{s}$; duty cycle $\leq 2\%$.

⑤ This is a typical value at device destruction and represents operation outside rated limits.

⑥ This is a calculated value limited to $T_J = 175^\circ\text{C}$.

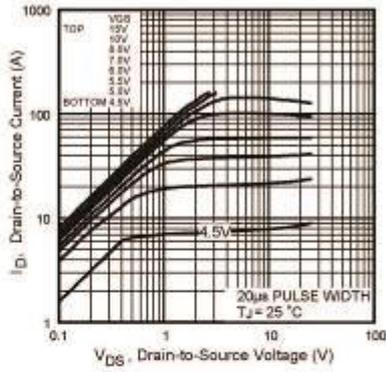


Fig 1. Typical Output Characteristics

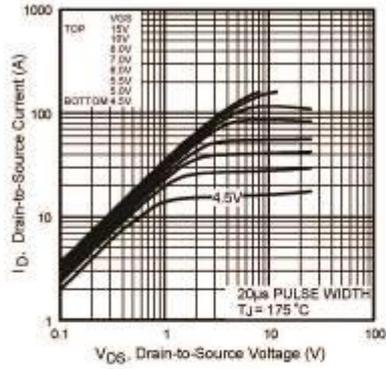


Fig 2. Typical Output Characteristics

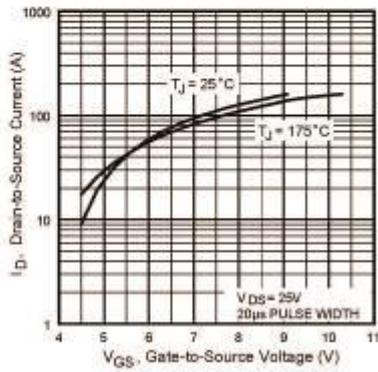


Fig 3. Typical Transfer Characteristics

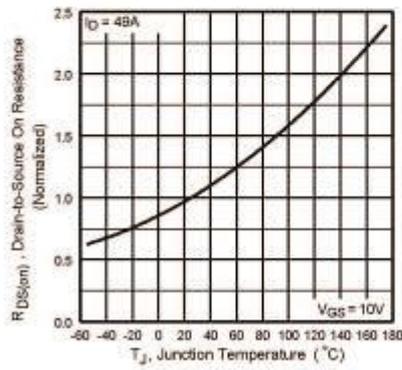


Fig 4. Normalized On-Resistance Vs. Temperature

IRFZ44N

International
IGBT Rectifier

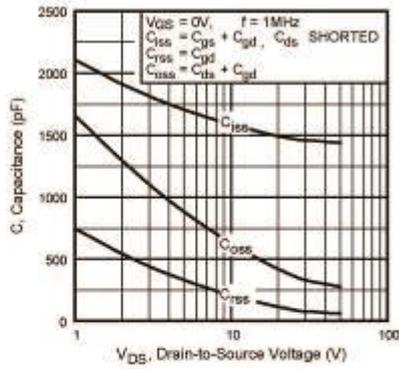


Fig 5. Typical Capacitance Vs. Drain-to-Source Voltage

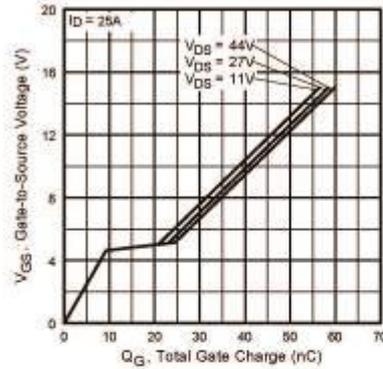


Fig 6. Typical Gate Charge Vs. Gate-to-Source Voltage

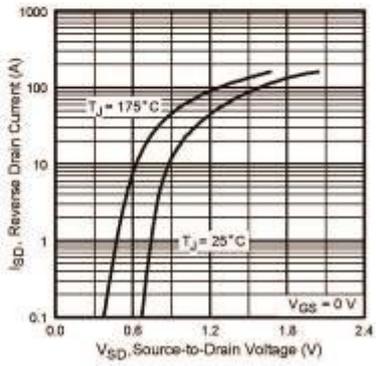


Fig 7. Typical Source-Drain Diode Forward Voltage

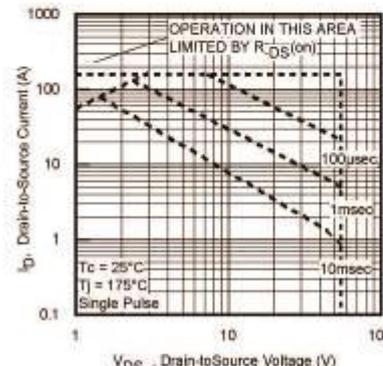


Fig 8. Maximum Safe Operating Area

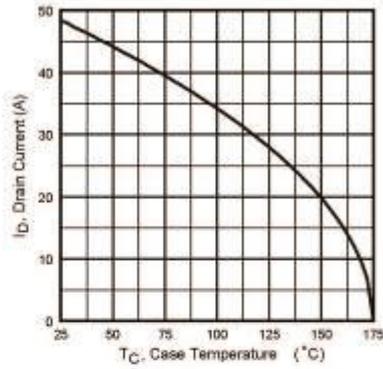


Fig 9. Maximum Drain Current Vs. Case Temperature

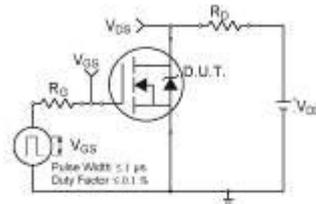


Fig 10a. Switching Time Test Circuit

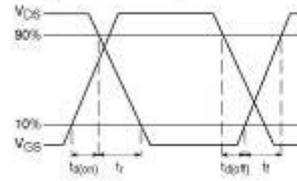


Fig 10b. Switching Time Waveforms

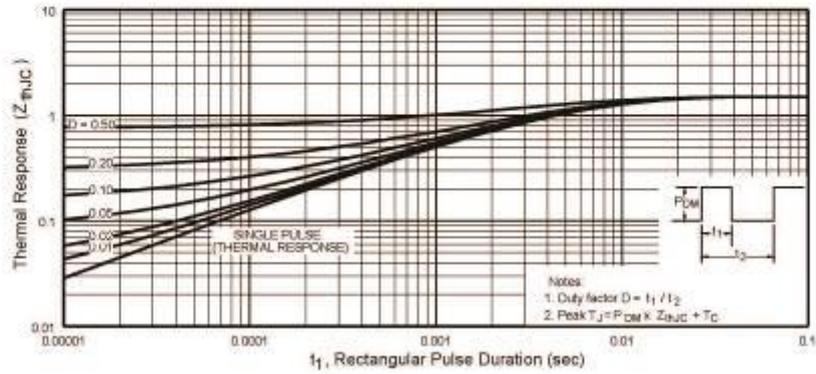


Fig 11. Maximum Effective Transient Thermal Impedance, Junction-to-Case

IRFZ44N

International
IGR Rectifier

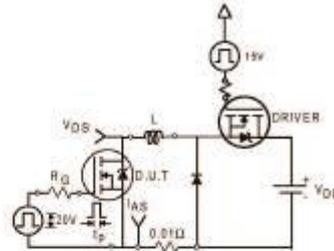


Fig 12a. Unclamped Inductive Test Circuit

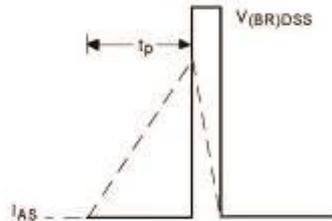


Fig 12b. Unclamped Inductive Waveforms

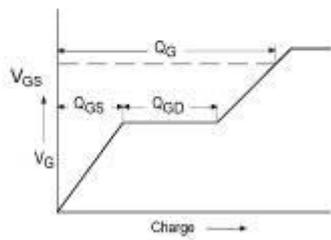


Fig 13a. Basic Gate Charge Waveform

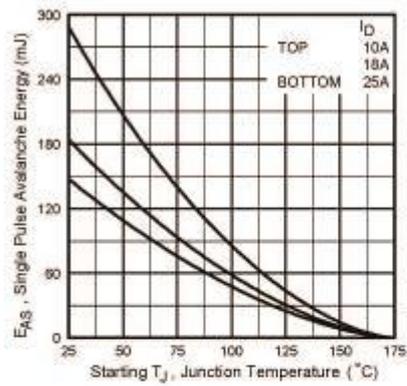


Fig 12c. Maximum Avalanche Energy Vs. Drain Current

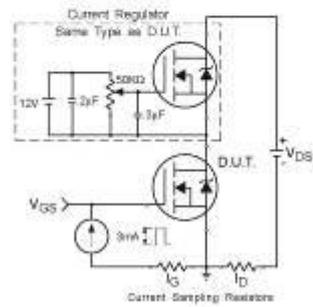


Fig 13b. Gate Charge Test Circuit

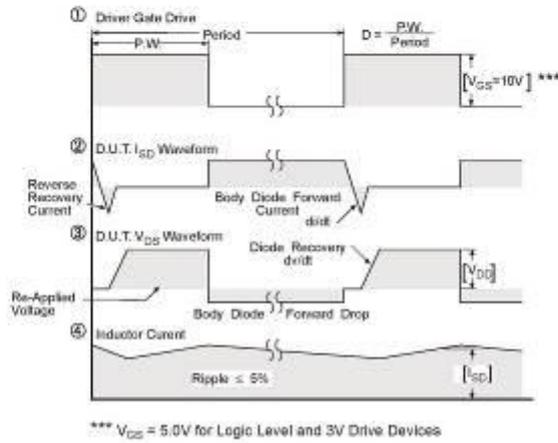
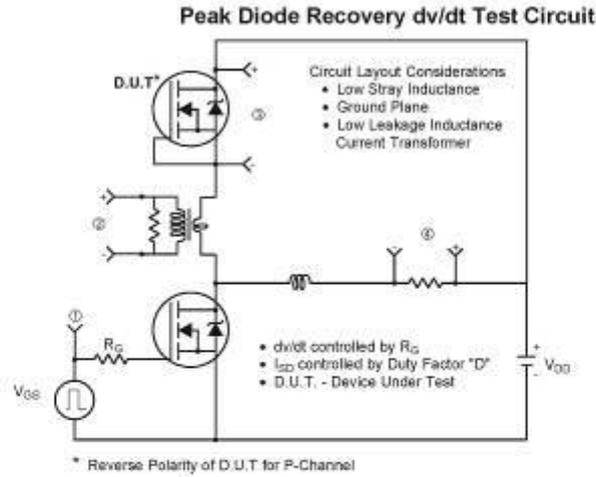


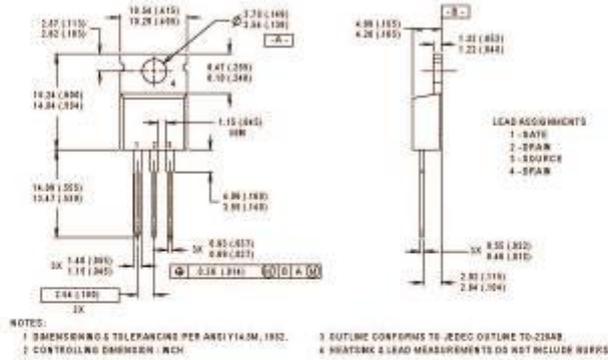
Fig 14. For N-channel HEXFET® power MOSFETs

IRFZ44N

International
IR Rectifier

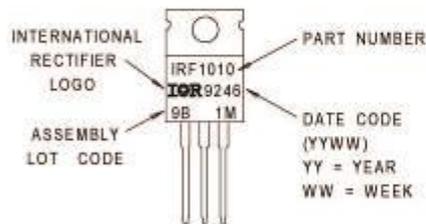
Package Outline TO-220AB

Dimensions are shown in millimeters (inches)



Part Marking Information TO-220AB

EXAMPLE: THIS IS AN IRF1010
WITH ASSEMBLY
LOT CODE 9B1M



Data and specifications subject to change without notice.
This product has been designed and qualified for the Automotive [Q101] market.
Qualification Standards can be found on IR's Web site.

International
IR Rectifier

IR WORLD HEADQUARTERS: 233 Kansas St., El Segundo, California 90245, USA Tel: (310) 252-7105
TAC Fax: (310) 252-7903

Visit us at www.irf.com for sales contact information.01/01
www.irf.com

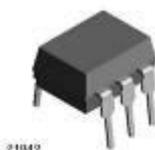
ANEXO 4. Optoacoplador-4n25

4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Vishay Semiconductors



Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection



21042

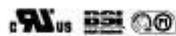
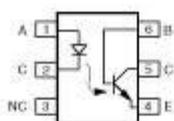


FIGURE 1

DESCRIPTION

The 4N25 family is an industry standard single channel phototransistor coupler. This family includes the 4N25, 4N26, 4N27, 4N28. Each optocoupler consists of gallium arsenide infrared LED and a silicon NPN phototransistor.

FEATURES

- Isolation test voltage 5000 V_{RMS}
- Interfaces with common logic families
- Input-output coupling capacitance < 0.5 pF
- Industry standard dual-in-line 6 pin package
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC



RoHS COMPLIANT

APPLICATIONS

- AC mains detection
- Reed relay driving
- Switch mode power supply feedback
- Telephone ring detection
- Logic ground isolation
- Logic coupling with high frequency noise rejection

AGENCY APPROVALS

- UL1577, file no. E52744
- BSI: EN 60065:2002, EN 60950:2000
- FIMKO: EN 60950, EN 60065, EN 60335

ORDER INFORMATION	
PART	REMARKS
4N25	CTR > 20 %, DIP-6
4N26	CTR > 20 %, DIP-6
4N27	CTR > 10 %, DIP-6
4N28	CTR > 10 %, DIP-6

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (1)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
INPUT				
Reverse voltage		V _{RI}	5	V
Forward current		I _F	60	mA
Surge current	t ≤ 10 μs	I _{FSM}	3	A
Power dissipation		P _{DM}	100	mW
OUTPUT				
Collector-emitter breakdown voltage		V _{CEO}	70	V
Emitter-base breakdown voltage		V _{EB0}	7	V
Collector current		I _C	50	mA
	t ≤ 1 ms	I _{C2}	100	mA
Power dissipation		P _{DM}	150	mW



4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Optocoupler, Phototransistor Output, Vishay Semiconductors
with Base Connection

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ⁽¹⁾				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
COUPLER				
Isolation test voltage		V_{ISO}	5000	V_{RMS}
Creepage distance			≥ 7	mm
Clearance distance			≥ 7	mm
Isolation thickness between emitter and detector			≥ 0.4	mm
Comparative tracking index	DIN IEC 112/VDE 0303, part 1		175	
Isolation resistance	$V_{IO} = 500\text{ V}$, $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$	R_{IO}	10^{12}	Ω
	$V_{IO} = 500\text{ V}$, $T_{amb} = 100\text{ }^\circ\text{C}$	R_{IO}	10^{11}	Ω
Storage temperature		T_{stg}	-55 to +125	$^\circ\text{C}$
Operating temperature		T_{amb}	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Junction temperature		T_j	125	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature ⁽²⁾	max. 10 s dip soldering; distance to seating plane $\geq 1.5\text{ mm}$	T_{sd}	260	$^\circ\text{C}$

Notes

⁽¹⁾ $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

Stresses in excess of the absolute maximum ratings can cause permanent damage to the device. Functional operation of the device is not implied at these or any other conditions in excess of those given in the operational sections of this document. Exposure to absolute maximum ratings for extended periods of the time can adversely affect reliability.

⁽²⁾ Refer to reflow profile for soldering conditions for surface mounted devices (SMD). Refer to wave profile for soldering conditions for through hole devices (DIP).

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ⁽¹⁾							
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
INPUT							
Forward voltage ⁽²⁾	$I_F = 50\text{ mA}$		V_F		1.3	1.5	V
Reverse current ⁽²⁾	$V_R = 3\text{ V}$		I_R		0.1	100	μA
Capacitance	$V_{II} = 0\text{ V}$		C_{II}		25		pF
OUTPUT							
Collector base breakdown voltage ⁽²⁾	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$		BV_{CBO}	70			V
Collector emitter breakdown voltage ⁽²⁾	$I_C = 1\text{ mA}$		BV_{CEO}	30			V
Emitter collector breakdown voltage ⁽²⁾	$I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$		BV_{ECO}	7			V
$I_{CEC}(\text{dark})$ ⁽²⁾	$V_{CE} = 10\text{ V}$, (base open)	4N25			5	50	nA
		4N26			5	50	nA
		4N27			5	50	nA
		4N28			10	100	nA
$I_{CEC}(\text{dark})$ ⁽²⁾	$V_{CE} = 10\text{ V}$, (emitter open)				2	20	nA
Collector emitter capacitance	$V_{CE} = 0$		C_{CE}		6		pF
COUPLER							
Isolation test voltage ⁽²⁾	Peak, 60 Hz		V_{IO}	5000			V
Saturation voltage, collector emitter	$I_{CE} = 2\text{ mA}$, $I_C = 50\text{ mA}$		$V_{CE(sat)}$			0.5	V
Resistance, input output ⁽²⁾	$V_{IO} = 500\text{ V}$		R_{IO}	100			$\text{G}\Omega$
Capacitance, input output	$f = 1\text{ MHz}$		C_{IO}		0.6		pF

Notes

⁽¹⁾ $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

Minimum and maximum values are testing requirements. Typical values are characteristics of the device and are the result of engineering evaluation. Typical values are for information only and are not part of the testing requirements.

⁽²⁾ JEDEC registered values are 2500 V, 1500 V, 1500 V, and 500 V for the 4N25, 4N26, 4N27, and 4N28 respectively.

4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Vishay Semiconductors Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection



CURRENT TRANSFER RATIO (1)							
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
DC current transfer ratio	$V_{CE} = 10\text{ V}$, $I_F = 10\text{ mA}$	4N25	CTR_{DC}	20	50		%
		4N26	CTR_{DC}	20	50		%
		4N27	CTR_{DC}	10	30		%
		4N28	CTR_{DC}	10	30		%

Note

(1) Indicates JEDEC registered values.

SWITCHING CHARACTERISTICS							
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
Rise and fall times	$V_{CE} = 10\text{ V}$, $I_F = 10\text{ mA}$, $R_L = 100\ \Omega$	t_r , t_f		2		μs	

TYPICAL CHARACTERISTICS

$T_{amb} = 25\ ^\circ\text{C}$, unless otherwise specified

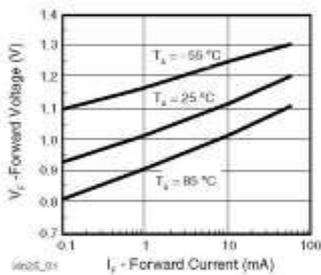


Fig. 1 - Forward Voltage vs. Forward Current

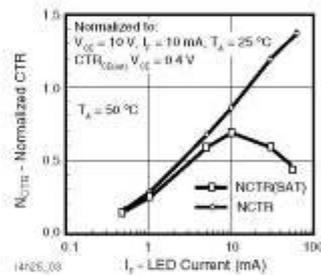


Fig. 3 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

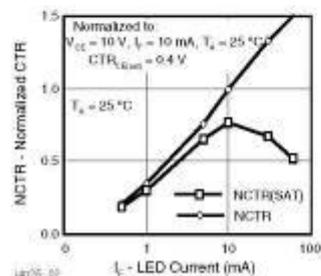


Fig. 2 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

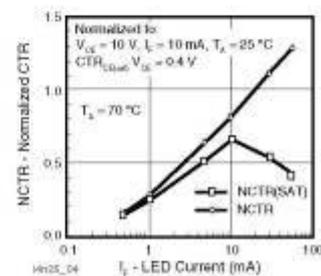


Fig. 4 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current



4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Optocoupler, Phototransistor Output, Vishay Semiconductors with Base Connection

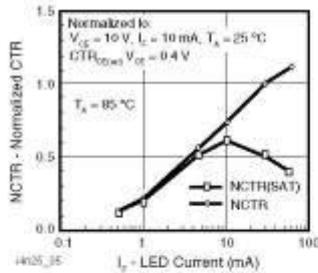


Fig. 5 - Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

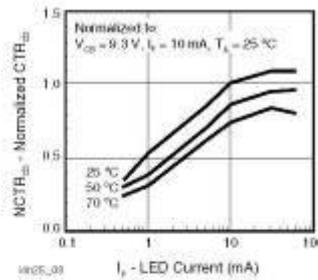


Fig. 8 - Normalized CTR_{cb} vs. LED Current and Temperature

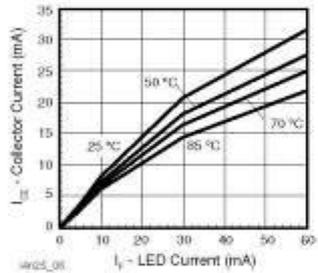


Fig. 6 - Collector Emitter Current vs. Temperature and LED Current

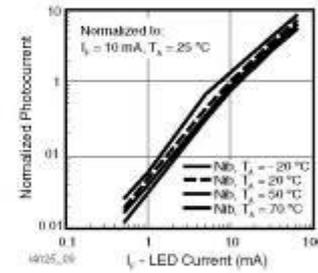


Fig. 9 - Normalized Photocurrent vs. I_L and Temperature

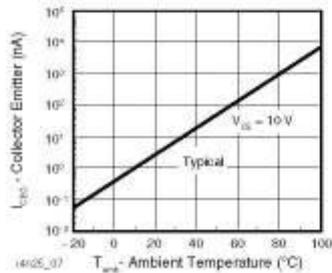


Fig. 7 - Collector Emitter Leakage Current vs. Temperature

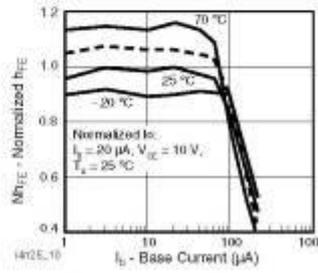


Fig. 10 - Normalized Non-Saturated h_{FE} vs. Base Current and Temperature

4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Vishay Semiconductors Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection

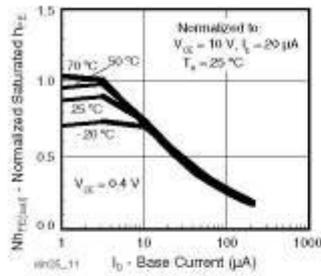


Fig. 11 - Normalized h_{FE} vs. Base Current and Temperature

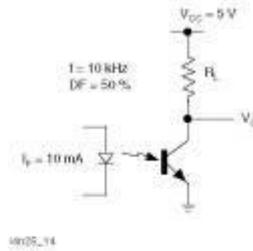


Fig. 14 - Switching Schematic

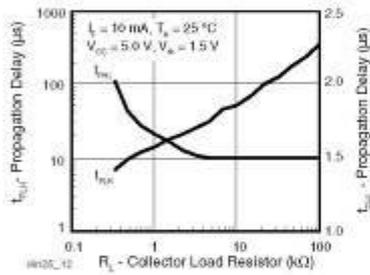


Fig. 12 - Propagation Delay vs. Collector Load Resistor

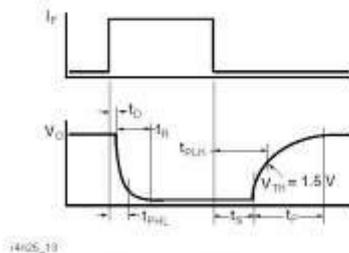


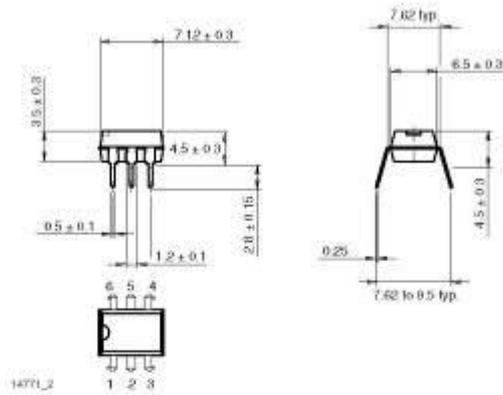
Fig. 13 - Switching Timing



4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Optocoupler, Phototransistor Output, Vishay Semiconductors
with Base Connection

PACKAGE DIMENSIONS in millimeters



PACKAGE MARKING





Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and / or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

RATINGS AND CHARACTERISTIC CURVES KBPC10005 THRU KBPC1010

FIG.1-MAXIMUM NON-REPETITIVE FORWARD SURGE CURRENT

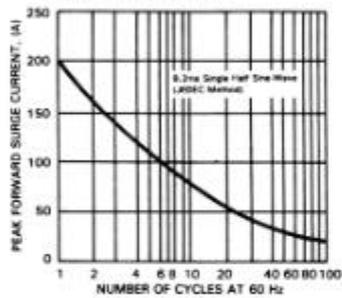


FIG.2-TYPICAL FORWARD CURRENT DERATING CURVE

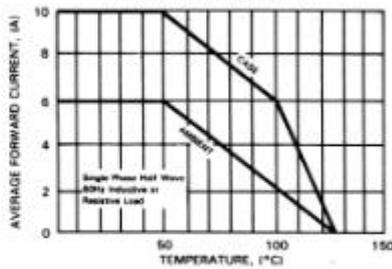


FIG.3-TYPICAL INSTANTANEOUS FORWARD CHARACTERISTICS

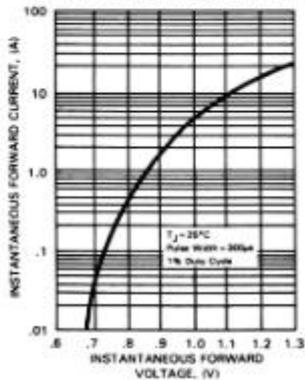
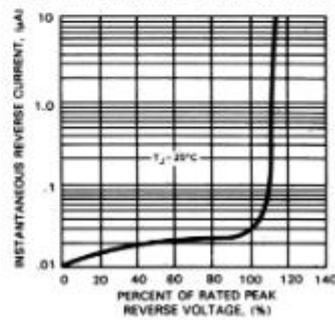


FIG.4-TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS



ANEXO 6. Termistor NTC 10K



VISHAY BCCOMPONENTS
www.vishay.com

Resistive Products

Application Note

NTC Thermistors

APPLICATIONS

AUTOMOTIVE APPLICATIONS

NTC temperature sensors are widely used in motor vehicles. For example:

- Inlet air-temperature control
- Transmission oil temperature control
- Engine temperature control
- Airco systems
- Airbag electronic systems
- Temperature detection of laser diode in CD players for cars
- Frost sensors
- ABS

DOMESTIC APPLIANCES

NTC temperature sensors are in virtually all equipment in the home where temperature plays a role. This includes:

- Fridges and freezers
- Cookers and deep-fat fryers

- Washing machines and dish washers
- Central-heating systems
- Air conditioning

INDUSTRIAL, TELECOMMUNICATIONS, CONSUMER

In switching, measuring and detection systems

- Process control
- Heating and ventilation
- Air conditioning
- Fire alarms
- Temperature protection in battery management/charging systems
- LCD contrast control in flat-panel displays, mobile phones and camcorders
- Temperature compensation of quartz oscillator frequency in, for example, mobile phones
- Ink-jet printer head temperature detection
- Video and audio equipment

PRODUCT RANGE	OPERATING TEMP. RANGE (°C)	TOL. ON R (± %) OR ON T (± °C)	B TOL. (± %)	RESP. TIME (s)	MAX. Ø (mm)	LEAD		DOCUMENT NUMBER
						Ø (mm)	L (mm)	
Accuracy line								
NTCLE203E3	-40 to +125	(1, 2, 3, 5) %	0.5 to 2.5	1.7	3.4	0.4	38 min.	29048
NTCLE100E3	-40 to +125	(2, 3, 5) %	0.5 to 3.0	1.2	3.3	0.6	17 min.	29049
NTCLE101E3...SB0	-40 to +125	0.5 °C	two-point sensors	1.2	3.3	0.6	17 min.	29048
NTCLE203E3...SB0	-55 to +150	0.5 °C	two-point sensors	1.7	4.2	0.5	41	29118
SMD versions								
NTCS0803E3	-40 to +150	(1, 2, 3, 5) %	1	-	-	-	-	29056
NTCS0402E3	-40 to +150	(1, 2, 3, 5) %	3	-	-	-	-	29003
NTCS0805E3	-40 to +150	(1, 2, 3, 5) %	1	-	-	-	-	29044
Miniature accuracy line								
NTCLE300E3	-40 to +125	0.5 °C	1.2	1.2	2.4	AWG30	38	29051
NTCLE201E3	-40 to +125	0.5 °C	1.2	1.3	2.4	0.3	38	29051
NTCLE305E4	-40 to +125	0.5 °C	0.5 to 1	0.7	1.6	AWG32	41	29076
High temperature								
NTCSMELFE3	-40 to +150	5 %	1.3	0.9	1.7	-	-	29119
NTCLG100E2	-40 to +300	5 %	1.3	0.9	1.85	0.56 max.	25.4 min.	29050
Special long-leaded (UL2468 PVC insulation):								
NTCLS100E3	-40 to +85	3 %	0.75 to 3	15	8	AWG24	400	29060
NTCLP100E3	-40 to +85	3 %	0.75 to 3	10	6	AWG24	400	29060
NTCLE400E3	-40 to +85	3 %	0.75 to 3	7	6	AWG24	400	29060
Ring Tongue Sensors:								
NTCALUG02 series	-55 to +125	(1, 2) %	0.5	5	8.5	AWG32	45	29094
NTCALUG03 series	-40 to +125	(2, 3) %	0.5 to 1.5	5	5.5	AWG32	70	29114
NTCALUG01 series	-40 to +150	5 %	0.5	7.5	7.1	AWG24	38	29092

Revision: 24-May-12

1

Document Number: 29053

For technical questions, contact: nlr@vishay.com

THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. THE PRODUCTS DESCRIBED HEREIN AND THIS DOCUMENT ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT www.vishay.com/doc/291000

APPLICATION NOTE

NTC Thermistors

RANGE SUMMARY

ACCURACY LINE

NTCLE203E3 and NTCLE100E3

The flagship of our ranges. The accuracy Line sensors offer real value for money. They have low tolerances (as low as $\pm 1\%$ on the R_{25} -value and $\pm 0.5\%$ on the B-value) and an operating temperature range from $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$. In addition, they are very stable over a long life.

SURFACE MOUNT TEMPERATURE SENSORS

NTCS0402, NTCS0603 and NTCS0805 series

Our surface mount NTC sensors for temperature sensing and compensation embody all the qualities of Vishay BCcomponents NTC technology. The sensors come in a full range of R_{25} -values from $2\text{ k}\Omega$ to $680\text{ k}\Omega$ with standard tolerances from 1% to 5% .

HIGH-TEMPERATURE SENSORS

NTCSMELFE3 and NTCLG100E2

This range of high-quality glass-encapsulated NTC temperature sensors are price-competitive for general use. Not only can the leaded sensor be used at up to $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, but their glass encapsulation makes them ideal for use in corrosive atmospheres and harsh environments. This makes them an attractive alternative to other more expensive sensing methods. Two types of small glass envelopes are available: SOD 27 for sensors with leads, and SOD 80 ("MELF" execution) for leadless, surface mount sensors.

AUTOMOTIVE SENSORS

NTCLE203E3...SB0

These components are designed for all automotive applications (especially ECT sensors). Their coating is withstanding harsh potting conditions. These components are compliant to the AEC-Q200 norm.

MINIATURE CHIP ACCURACY LINE

NTCLE201E3

NTCLE300E3

NTCLE305E4

These sensors combine the features of the accuracy line with non-insulated or insulated leads for remote sensing applications.

SPECIAL LONG-LEADED SENSORS

NTCLS100E3

NTCLP100E3

NTCLE400E3

For special applications we can supply three types of long-leaded sensors: water-resistant sensors for use in humid conditions, pipe sensors for use in corrosive atmospheres and epoxy-coated sensors for general use.

SURFACE TEMPERATURE SENSORS

NTCALUG01

NTCALUG02

NTCALUG03

HOW NTC TEMPERATURE SENSORS WORK

NTC temperature sensors are made from a mixture of metal oxides which are subjected to a sintering process that gives them a negative electrical resistance versus temperature (R/T) relationship such as that shown in figure 1.

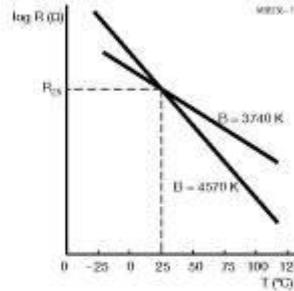


Fig. 1 - Typical resistance as a function of temperature for an NTC temperature sensor.

The relatively large negative slope means that even small temperature changes cause a significant change in electrical resistance which makes the NTC sensor ideal for accurate temperature measurement and control.

The main electrical characteristics of an NTC ceramic temperature sensor are expressed by three important parameters and their tolerances (see below).

IMPORTANT NTC PARAMETERS	
PARAMETER	DESCRIPTION
R_{25}	The resistance of the sensor in Ω at the reference temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C}$
B-value	A material constant, expressed in Kelvin
α	The temperature coefficient of resistance expressed in $\%/K$ or in $\%/^{\circ}\text{C}$

RESISTANCE R_{25} AT $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (289.15 K)

The resistance at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (substantially at room temperature) provides a convenient reference point for thermistors. Tolerances on R_{25} are due mainly to variations in ceramic material manufacture and tolerances on chip dimensions. Through the use of highly homogeneous material compositions and proprietary ceramic sawing techniques allowing precise control of chip dimensions, products are available with tolerances on R_{25} lower than 1% .

NTC Thermistors

MATERIAL CONSTANT B

B is a material constant that controls the slope of the R_T characteristic (see figure 1) which can, at least to a first approximation, be represented by the formula:

$$R_T = R_{25} \exp \left\{ B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298.15} \right) \right\} \quad (1)$$

Where T is the absolute temperature of the sensor.

In practice, B varies somewhat with temperature and is therefore defined between two temperatures 25 °C and 85 °C by the formula:

$$B_{25/85} = \ln \left(\frac{R_{85}}{R_{25}} \right) / \left(\frac{1}{358.15} - \frac{1}{298.15} \right) \quad (2)$$

$B_{25/85}$ (expressed in K) is normally used to characterize and compare different ceramics. Tolerance on B (or $B_{25/85}$) is caused mainly by material composition tolerances and sintering conditions. The latest materials offer tolerances as low as $\pm 0.3\%$ on some specific $B_{25/85}$ values.

In most cases, better fitting curves than pure exponential are required to measure the temperature accurately; see formula (3). That is why each NTC material curve is defined by a 3rd order polynomial, as shown below:

$$R_T = R_{25} \exp[A + B/T + C/T^2 + D/T^3] \quad (3)$$

or inversely expressing T as a function of R_T :

$$T = \frac{1}{\left[A_1 + B_1 \ln \left(\frac{R_T}{R_{25}} \right) + C_1 \ln^2 \left(\frac{R_T}{R_{25}} \right) + D_1 \ln^3 \left(\frac{R_T}{R_{25}} \right) \right]} \quad (4)$$

The two approximations (1) and (2) represent the real material curves with an error smaller than 0.1 % at any given temperature.

The values of the coefficients A, B, C, D, A_1 , B_1 , C_1 and D_1 are given in some datasheets as NTCLE100E3 and in the R-T computation sheets, which can be downloaded from the website

www.vishay.com/thermistors/curve-computation-list

SENSOR TOLERANCES

APPLICATION NOTE The total tolerances of the NTC sensor over its operating temperature range is a combination of the tolerances on R_{25} and on B-value given by the formula:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta R_{25}}{R_{25}} + \Delta B \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{298.15} \right] \quad (5)$$

Figure 2 is a graphical representation of this formula which shows a minimum at 25 °C since this is the temperature at which the sensor is calibrated. Above and below this temperature, the tolerances increase due to the increasing tolerances on B-value, giving the graph a 'butterfly' shape.

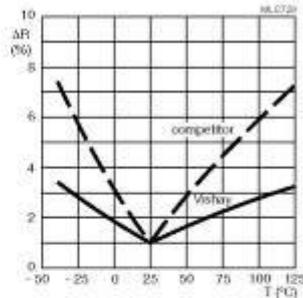


Fig. 2 - Typical resistance change as a function of temperature for a 1 % Vishay NTC temperature sensor compared to a 1 % sensor with a higher B-tolerance

The exceptionally low ΔB -value of the Vishay BCcomponents sensor compared with those of typical competitors (see figure 2) gives a flatter $\Delta R/R$ 'butterfly' curve which means you can get more accurate temperature measurements using Vishay BCcomponents NTC temperature sensors.

TEMPERATURE COEFFICIENT OF RESISTANCE

The temperature coefficient of resistance α expresses the sensitivity of a sensor to temperature changes. It is defined as:

$$\alpha = \frac{1}{R} \times \frac{\Delta R}{\Delta T} \quad (6)$$

Using formula to eliminate R this can be re-expressed as:

$$\alpha = \frac{\Delta B}{T^2} \quad (7)$$

Which means that the relative tolerance on α is equal to the relative tolerance on B-value.

THERMAL STABILITY

The stability of an NTC temperature sensor is expressed in terms of the maximum shift in its electrical properties, R_{25} and B-values after it has been subjected to an extended period at its limit operating conditions. Figure 3, for example, shows the long-term deviation of R_{25} and B-value for a standard lacquered component from the NTCLE100E3 series with an R_{25} of 10 k Ω .

NTC Thermistors

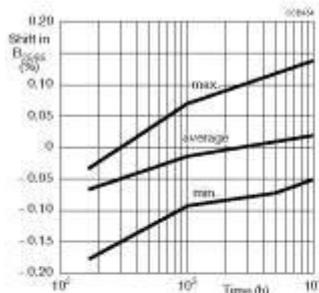


Fig. 3 - Aging characteristics (dry heat at 150 °C of a NTCLE100E3 series NTC temperature sensor with an R_{25} of 10 k Ω)

TEMPERATURE CYCLING

Another important criterion for assessing the performance of an NTC sensor throughout its operational life is its resistance to thermal cycling. To assess this, products are subjected to rapid temperature variations covering the extremes over which they are expected to operate until failure is induced.

These tests fully demonstrate the high reliability of our products: our soldered types (for example NTCLE300E3 types) withstanding more than 5000 cycles, and our glass encapsulated types (NTCLG100E2) more than 100 000 cycles without failure.

THERMAL TIME CONSTANT AND RESPONSE TIME

The speed of response of an NTC sensor is characterized by its time constant. This is the time for the sensor's temperature to change by 63.2 % (i.e. 1 to 1/e) of the total change that occurs when the sensor is subjected to a very rapid change in temperature.

The conditions under which the time constant is measured are important. Two are normally considered:

- Ambient change: the component is initially in still air at 25 °C. Then quickly immersed in a fluid at 85 °C. The fluid is usually silicone oil but other fluids, e.g. water for washing machine applications, air for tumble dryers can also be specified.
- Power-on/power-off conditions: the component is heated by applying electrical power in still air to an equivalent temperature of 85 °C after which electrical power is removed and cool-down time is measured at 63.2 % of the temperature difference.

Figure 4 represents the typical voltage drop variation over a boiler sensor experiencing a transition from air at 25 °C to the temperature of boiling water. The graph shows a response time of about 4 s when the measured voltage corresponds to an equivalent temperature of 72.4 °C.

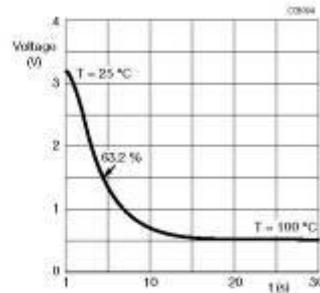


Fig. 4 - Typical output of a boiler sensor undergoing a sudden temperature transition from 25 °C to 100 °C

ADVANCED DEVELOPMENT AND HIGH-TECHNOLOGY MANUFACTURE

The high accuracy of our NTC temperature sensor series is principally a result of advanced development and high-technology manufacture.

ADVANCED DEVELOPMENT

Audits of our factory by major customers especially in the automotive industry regularly award us top marks. This is the result of strong commitment to development and heavy investment in personnel and equipment. Only by such commitment have we been able to develop new and better materials with B-value tolerances as low as 0.3 %.

HIGH-TECHNOLOGY MANUFACTURE

Our most significant improvement in NTC temperature sensor manufacture has come through the use of precision sawing. This gives much better control over repetitive R_{25} -value than the earlier pressing or tape casting techniques and has allowed us to achieve R_{25} tolerances lower than 1 %. After manufacture, we electrically test every one of our NTC temperature sensors at reference or other temperatures.

COMPONENT QUALITY, OUR GUARANTEE OF EXCELLENCE

As you expect from a world-class electronic components manufacturer, quality is an integral part of our company's make-up. It is reflected in our ISO-TS 16949 approved organizations, all of which operate according to the principles of TQM (Total Quality Management). It is reflected too in the way we act, think and do business. Quality, in fact, is the essence of what we have to offer: not just in our products but in our customer service and customer relations as well.

APPLICATION NOTE



NTC Thermistors

Our Quality Assurance system is based on the following principles:

- Total quality management involving careful design and thorough investigation of conformance and reliability before release of new products and processes.
- Careful control of purchased materials and manufacturing process steps. This is mainly achieved by strict implementation of Statistical Process Control (SPC) to detect and eliminate adverse manufacturing trends before they become significant.
- Electrical inspection of significant characteristics with a target of zero defects in our delivered sensors.
- Statistical inspection of outgoing batches and periodic reliability checks aimed at collecting trend information, which is steered towards Quality improvement.
- Quality assurance at Vishay BCcomponents goes further, however. Batch tests under extreme climatic conditions are designed to test our sensors to destruction. Results clearly indicate that Vishay BCcomponents NTC sensors provide reliable performance over a long lifetime. A fact that has been verified by ppm figures obtained from many years of close cooperation with major customers in all sectors of industry. Proving conclusively that Vishay BCcomponents NTC temperature sensors offer unsurpassed levels of quality and reliability in the field.

SELECTING AN NTC TEMPERATURE SENSOR

STEP 1

Decide on the sensor series you need from the "Selection Chart"

Your choice depends on the operating temperature range and other criteria such as:

- Accuracy
- Product size
- Required mechanical execution i.e. naked chip, SMD, epoxy coated, moulded, surface sensor or glass sealed
- Lead length and diameter.

STEP 2

Decide on the value of R_{25} you need. Refer to the R/T characteristics of the sensor series you chose in Step 1. In these characteristic curves, each sensor in the series is distinguished by its R_{25} -value. Choose an R_{25} -value to give a resistance at your average temperature of operation of between 1 kΩ and 100 kΩ or the value that best fits your electronic measuring circuit voltage and current range.

STEP 3

Determine the tolerance on R_{25} . Generally, you will know the accuracy of ΔT at which the temperature should be measured in your application. The relative tolerance ($\Delta R/R$) on sensor resistance is then: $\Delta R/R = \alpha \times \Delta T$ in which 'α' is the temperature coefficient of resistance; see section "Temperature Coefficient of Resistance". To calculate the relative tolerance on R_{25} ($\Delta R_{25}/R_{25}$), simply subtract from $\Delta R/R$ the ΔR tolerance due to B-value.

STEP 4

Using the R/T tables of the respective datasheets, select the sensor from the series meeting your requirements on $(\frac{\Delta R_{25}}{R_{25}})$ calculated in step 3.

Use the R_T computation files, which can be downloaded from the website for most of the NTC thermistors (lead or SMD) at www.vishay.com/thermistors/curve-computation-list

STEP 5

For other important requirements such as response time and length of component, refer to the "Selection Chart".

Although the standard range gives the narrowest tolerances at 25 °C, we can on request, adapt our manufacturing processes to provide products with the narrowest tolerance at any temperature of your choice. Please pass your request through your local Vishay sales organization.

EXAMPLES ON HOW TO SELECT

EXAMPLE 1

A leaded NTC sensor is required for sensing temperatures in refrigerator and freezer compartments with a temperature accuracy of 0.5 °C over the whole temperature range of - 25 °C to + 10 °C. Over this temperature range, the circuit design requires that the resistance should be maintained between 2 kΩ and 30 kΩ.

STEP 1

Choose the execution. Since temperature has to be measured with high accuracy, small diameter nickel leads are recommended. Their low heat conductivity effectively isolates the component from the outside world, enabling it to accurately monitor the temperature of the freezing compartments. From the "Selection Chart" it can be seen that NTCLE203E3 series components are the most suitable choice.

STEP 2

Refer to the NTCLE203E3 series datasheet specifications. The component meeting the requirement that the resistance should be maintained between 2 kΩ to 30 kΩ is a NTCLE203E3202xB0 type (x indicating the tolerance).

STEP 3

Calculate the required tolerance on R_{25} . Knowing that $\Delta T = \pm 0.5$ K and taking values for α at - 25 °C and 10 °C from the NTCLE203E3 specifications:

$$\frac{\Delta R}{R} = 5.42 \times 0.5 = 2.71 \% \text{ at } - 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = 4.26 \times 0.5 = 2.13 \% \text{ at } 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

To calculate the relative tolerance on R_{25} ($\Delta R_{25}/R_{25}$), simply subtract from $\Delta R/R$, the ΔR tolerance due to B-value at these two temperatures obtained from this datasheet.

APPLICATION NOTE



NTC Thermistors

$$\frac{\Delta R_{25}}{R_{25}} = 2.71\% - 1.19\% = 1.52\% \text{ at } 25\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\frac{\Delta R_{25}}{R_{25}} = 2.13\% - 0.31\% = 1.82\% \text{ at } +10\text{ }^\circ\text{C}$$

Take the minimum which gives an R_{25} tolerance of 1%. The selected component is therefore NTCLE203E3202FB0.

STEP 4

Not applicable.

STEP 5

Suppose now that the required $\Delta R_{25}/R_{25}$ had been less than 1%. Though no standard product meets that requirement, it's nevertheless possible to specify custom products with a different reference point, e.g. 0 °C instead of 25 °C that meet narrower tolerance specifications.

EXAMPLE 2

Designing a fast-charging circuit for nickel hydride cells. During fast charging, the rate of temperature rise of the cells must be monitored. If this reaches 1 K/min with a tolerance of ± 10 %, the circuit must switch from fast charging to trickle charge. Ambient temperature must be between 10 °C to 45 °C to allow fast charging and the backup cut-off temperature (above which charging is completely switched off) is fixed at 60 °C. Temperatures are expected to be measured with an accuracy of ± 2 °C.

STEP 1

Surface mount products can be used for this application. Since SMDs for relatively low temperatures are needed, refer to the NTCS series rather than NTCSMELF series.

STEP 2

Choose the R_{25} of the component. From the R/T specifications of the NTCS series, it can be seen that a type with an $R_{25} = 100\text{ k}\Omega$ is suitable i.e. NTCSD603E3104XJT.

STEP 3

It is possible to choose R_{25} tolerance from 1 % to 5 %. Looking in the R-T computation curve for NTCSD603 100 kΩ, we have an accuracy at 60 °C of 1.73 °C for a R_{25} tolerance of ± 5 %, an accuracy of 1.19 °C for a R_{25} tolerance of ± 3 %. We choose thus a R_{25} tolerance of ± 5 %.

STEP 4

The optimal sized sensor with good accuracy to choose is therefore the NTCSD603E3104JXT.

STEP 5

Verify now that the selected component fulfils the requirement with regard to rate of temperature rise ($\Delta T/\Delta t$), from section "Temperature Coefficient of Resistance":

$$\frac{\Delta R}{\Delta T} = \alpha R \frac{\Delta T}{\Delta T}$$

So to assure a maximum rate of temperature rise of 1 K/min we get (taking the α and R -values at 60 °C from the specifications):

$$\frac{\Delta R}{\Delta T} = \frac{3.70}{100} \times 23\ 820 = - 881\ \Omega/\text{min}$$

This is verified by measuring the rate of change of voltage (dv/dt) across the sensor at constant current I . The rate of change of resistance $\Delta R/\Delta t$ can then be determined ($= 1/I \Delta V/\Delta t$).

At the same temperature, an NTC sensor with R and B -values at the extremes set by the sensor tolerances will have:

$$\text{A resistance of } 23\ 820 \times (1 - 6.40/100) = 22\ 296\ \Omega$$

$$\text{an } \alpha \text{ of } - 3.70 \times (1 - 1/100) = - 3.66\ \% \text{ K}$$

(tolerance on α = tolerance on $B_{25,85}$).

So the same $\Delta R/\Delta t$, i.e. - 881 Ω/min in this extreme component will limit the maximum rate of temperature rise $\Delta T/\Delta t$ to $881 \times 100/3.66 \times 1/22\ 296 = 1.082\ \text{K/min}$ which still falls within the tolerance of ± 10 % allowed on the rate of temperature rise (1 K/min + 10 % = 1.1 K/min).

APPLICATION GROUPING

Applications of Vishay's NTCs may be classified into two main groups depending on their physical properties:

1. **Temperature sensors:** Applications in which the sensitive change of the resistance versus the temperature is used, shown in the formula:

$$R = f(T)$$

This group is split into two subsections:

- a) The temperature of the NTC thermistor is determined only by the temperature of the ambient medium,
- b) The temperature of the NTC thermistor is also determined by the power dissipation in the NTC thermistor itself.

2. **Time delay thermistors:** Applications in which the time dependence is decisive, when the temperature is considered as a parameter and is written:

$$R = f(t)$$

This group comprises all applications which make use of the thermal inertia of NTC thermistors.

The classifications mentioned are supported by practical examples in figure 5 to 17.

APPLICATION NOTE

NTC Thermistors

EXAMPLES

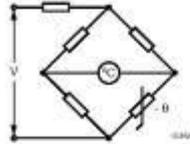


Fig. 5 - Temperature measurement in industrial and medical thermometers



Fig. 6 - Car cooling water temperature measurement with bimetal

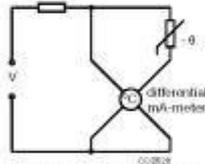


Fig. 7 - Car cooling water temperature measurement with differential mA-meter

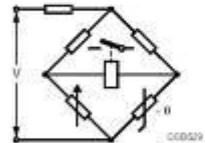


Fig. 8 - Temperature measurement with a bridge incorporating an NTC thermistor and a relay or a static switching device

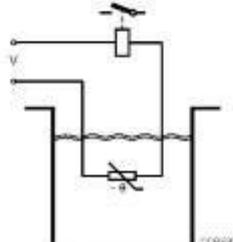


Fig. 9 - Liquid level control

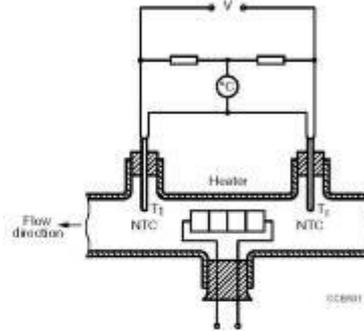


Fig. 10 - Flow measurement of liquids and gases. The temperature difference between T_1 and T_2 is a measure for the velocity of the fluid or gas.

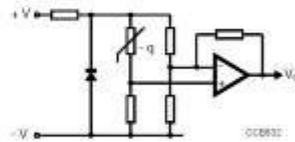


Fig. 11 - Temperature sensing bridge with op-amp which acts as differential amplifier. The sensitivity can be very high.

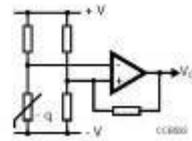


Fig. 12 - Basic temperature sensing configuration. The op-amp acts as a Schmitt-trigger. The transfer characteristic is shown in figure 13

APPLICATION NOTE

NTC Thermistors

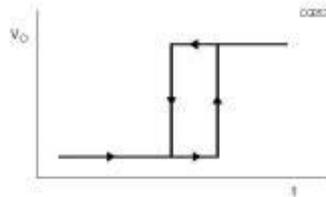


Fig. 13 - Transfer characteristic of the circuit shown in figure 12

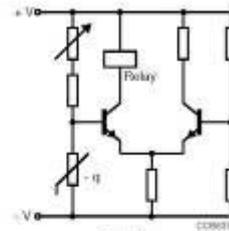


Fig. 14

Fig. 16 - Simple thermostat

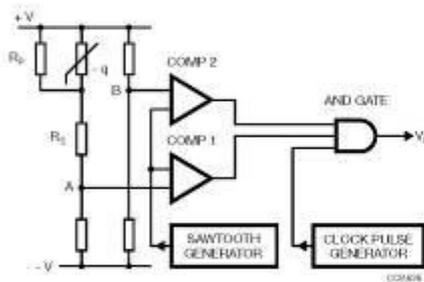


Fig. 14 - Temperature sensing bridge with 0 °C offset and ADC. Due to R_1 and R_2 the voltage at A varies linearly with the NTC thermistor temperature. The voltage at B is equal to that at A when the NTC thermistor temperature is 0 °C. Both voltages are fed to the comparator circuit. See also figure 15

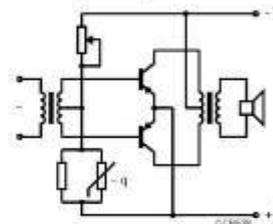


Fig. 17 - Temperature compensation in transistor circuits. Push-pull compensation.

NTC TEMPERATURE SENSORS USED AS A THERMAL SWITCH

A common use of an NTC temperature sensor is in one of the bridge arms of a thermal switch circuit using an operational amplifier such as the $\mu A 741$. Figure 18 shows a typical thermal switch circuit for a refrigerator thermostat. The circuit consists of a 10 V_{DC} zener diode stabilized power supply, a wheatstone bridge (containing the NTC temperature sensor) and an integrated comparator circuit controlling a triac. The circuit is designed to switch a maximum load current of 2 A off at - 5 °C and on at + 5 °C.

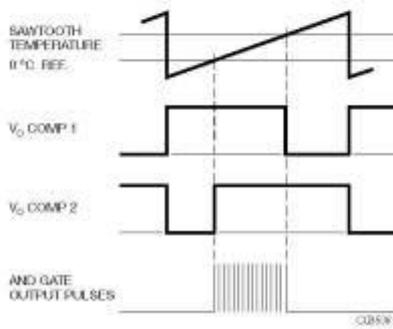


Fig. 15 - Pulses occurring at various points in the circuit shown in

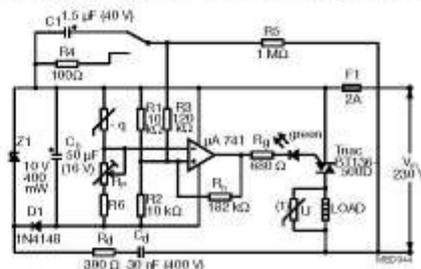


Fig. 18 - Refrigerator thermostat using an NTC temperature sensor.

APPLICATION NOTE

NTC Thermistors

HEAT DETECTION IN FIRE ALARMS

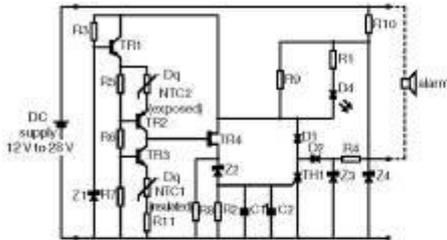


Fig. 19 - Circuit diagram of a typical heat detector using a matched pair of NTC thermistors.

FAST CHARGING CONTROL WITH NTC TEMPERATURE SENSING

Figure 20 shows the circuit diagram of an intelligent charged designed to charge, within 1 h, a NiCd or NiMH.

An NTC thermistor, together with fixed resistors R_{T1} and R_{T2} , is used in a voltage divider between V_{CC} and the current sense resistor input V_{SNS} of the IC. At the beginning of a new charge cycle, the IC checks if the voltage $V_{TEMP} = V_{TS} - V_{SNS}$ is within the limits designed by the IC manufacturer (low temperature: $0.4 V_{CC}$ and high temperature: $0.1 V_{CC} + 0.75 V_{TCC}$). V_{TCC} is a cut of threshold defined by external resistors (not represented in figure 1): If after starting the fast charge phase, V_{TEMP} becomes lower than V_{TCC} , then the return to trickle mode is operated.

During the fast charge period, the IC samples the voltage V_{TEMP} and the return to trickle mode can also be operated when the variation in time of V_{TEMP} is going over a threshold.

This is called the $\Delta T/\Delta t$ termination: each 34 s, V_{TEMP} has fallen by $16 mV \pm 4 mV$ compared to the value measured two samples earlier, then the fast charge is terminated.

For further information refer to Application Note "Fast Charging Control with NTC Temperature Sensing" (doc. 29089)

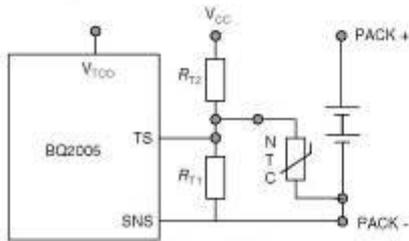


Fig. 20 - BQ2005

APPLICATION NOTE

Revision: 24-May-12

9

Document Number: 29053

For technical questions, contact: nkr@vishay.com

THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. THE PRODUCTS DESCRIBED HEREIN AND THIS DOCUMENT ARE SUBJECT TO SPECIFIC DISCLAIMERS, SET FORTH AT www.vishay.com/doc291000

GLOSSARY OF TERMS

RESISTANCE

Also called nominal resistance. Formerly specified at only one temperature, or sometimes at two or maximum three. Now new technologies allow the specification of resistance values on all applicable temperature ranges for several types.

TOLERANCE ON RESISTANCE

The limits of the values that the resistance can take at the reference temperature.

B-VALUE

The B-value (expressed in K) may be calculated using the following formula:

$$\frac{\ln(R_1/R_2)}{1/T_1 - 1/T_2}$$

where R_1 and R_2 are the nominal values of resistance at T_1 and T_2 respectively (T expressed in K).

TOLERANCE ON B-VALUE

The limits of the value that B can take due to process and material variations.

R-TOLERANCE DUE TO B-DEVIATION

Due to the tolerance on the B-value, the limits of the value that R can take at a certain temperature increase with the difference of that temperature to the reference temperature.

TOLERANCE ON R AT A TEMPERATURE DIFFERENT TO T_{REF}

The sum of the tolerances on resistance and tolerance due to B-deviation.

α -VALUE OR TEMPERATURE COEFFICIENT

Variation of resistance (in %/K) for small variations of temperature (1 °C or 1 K) around a defined temperature.

MAXIMUM POWER DISSIPATION AND ZERO POWER

Maximum power which could be applied without any risk of failure. The maximum dissipation of an NTC thermistor is derated in function of ambient temperature. At low temperatures a certain dissipation can generate high voltages across the sensor which are not allowed. Zero-power is practically limited to less than 1 % of maximum specified power dissipation only for low self-heating by measuring current.

DISSIPATION FACTOR

Due to electrical power dissipated in the NTC thermistor, its average body temperature will rise. The dissipation factor equals the electrical power that is needed to raise the average body temperature of the NTC with 1 K. It is expressed in mW/K. The smaller the dissipation factor, the more sensitive the NTC thermistor is for self-heating by current injection.



NTC Thermistors

HOW TO MEASURE NTC THERMISTORS

The published R_T -values are measured at the temperature T.

The published B-value at 25 °C is the result of the measurement at 25 °C and that at 85 °C. Hence, these values should be used when checking.

The following general precautions have to be taken when measuring NTC thermistors:

- Never measure thermistors in air; this is quite inaccurate and can give deviations of more than 1 K. For measurements at room temperature or below, use low viscosity silicone oil, purified naphtha or some other non-conductive and non-aggressive fluid. For higher temperatures use oil, preferably silicon oil.
- Use a thermostatic liquid bath with an accuracy and repeatability of better than 0.1 °C. Even if the fluid is well

stirred, there is still a temperature gradient in the fluid. Measure the temperature as close as possible to the NTC.

- After placing the NTC in the thermostatic bath, wait until temperature equilibrium between the NTC and the fluid is obtained. For some types this may take more than 1 min. Make sure that the NTC sensor is at an adequate depth below the fluid level, as ambient temperature can be conducted through wires or clamps to the sensing element.
- Keep the measuring power as low as possible, otherwise the NTC will be heated by the measuring current. Miniature NTC thermistors are especially sensitive in this respect. Measuring power of less than 5 % of the dissipation factor in the used medium is recommended, which gives self-heating of less than 0.05 °C.

APPLICATION NOTE

ANEXO 7. Transistor J13007-1 de HF





November 2014

FJP13007 High Voltage Fast-Switching NPN Power Transistor

Features

- High Voltage High Speed Power Switch Application
- High Voltage Capability
- High Switching Speed
- Suitable for Electronic Ballast and Switching Mode Power Supply



TO-220

1.Base 2.Collector 3.Emitter

Ordering Information

Part Number	Top Mark	Package	Packing Method
FJP13007TU	J13007	TO-220 3L (Dual Gauge)	Rail
FJP13007H1TU	J13007-1	TO-220 3L (Single Gauge)	Rail
FJP13007H1TU_F080	J13007-1	TO-220 3L (Dual Gauge)	Rail
FJP13007H2TU	J13007-2	TO-220 3L (Dual Gauge)	Rail
FJP13007H2TU_F080	J13007-2	TO-220 3L (Dual Gauge)	Rail

Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. Values are at $T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CE0}	Collector-Base Voltage	700	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	400	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage	9	V
I_C	Collector Current (DC)	8	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	16	A
I_B	Base Current (DC)	4	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C = 25^\circ\text{C}$)	30	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature Range	-65 to 150	$^\circ\text{C}$

© 2008 Fairchild Semiconductor Corporation
FJP13007 Rev. 1.10

www.fairchildsemi.com

FJP13007 — High Voltage Fast-Switching NPN Power Transistor

Electrical Characteristics

Values are at $T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
BV_{CEO}	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 0$	400			V
I_{EBO}	Emitter Cut-Off Current	$V_{EB} = 9\text{ V}, I_C = 0$			1	mA
h_{FE1}	DC Current Gain ⁽¹⁾	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 2\text{ A}$	8		60	
h_{FE2}	DC Current Gain ⁽¹⁾	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 5\text{ A}$	5		30	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 2\text{ A}, I_B = 0.4\text{ A}$			1.0	V
		$I_C = 5\text{ A}, I_B = 1\text{ A}$			2.0	
		$I_C = 8\text{ A}, I_B = 2\text{ A}$			3.0	
$V_{BE(sat)}$	Collector-Base Saturation Voltage	$I_C = 2\text{ A}, I_B = 0.4\text{ A}$			1.2	V
		$I_C = 5\text{ A}, I_B = 1\text{ A}$			1.6	
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 10\text{ V}, I_C = 0.5\text{ A}$	4			kHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB} = 10\text{ V}, f = 0.1\text{ MHz}$		110		pF
t_{ON}	Turn-On Time	$V_{CB} = 125\text{ V}, I_C = 5\text{ A},$ $I_{B1} = -I_{B2} = 1\text{ A},$ $R_L = 25\ \Omega$			1.6	μs
t_{STG}	Storage Time				3.0	μs
t_f	Fall Time				0.7	μs

Note:

1. Pulse test: $p_w \leq 300\ \mu\text{s}$, duty cycle $\leq 2\%$.

h_{FE} Classification

Classification	H1	H2
h_{FE1}	15 - 28	26 - 39

Typical Performance Characteristics

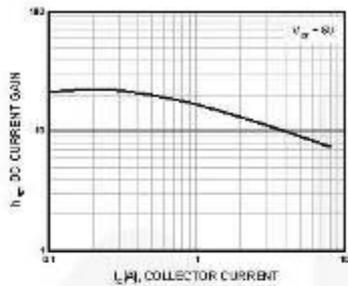


Figure 1. DC Current Gain

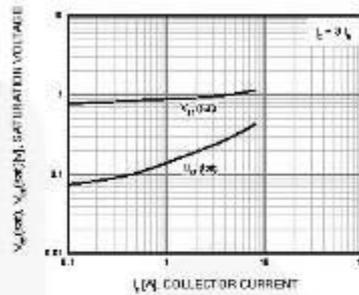


Figure 2. Saturation Voltage

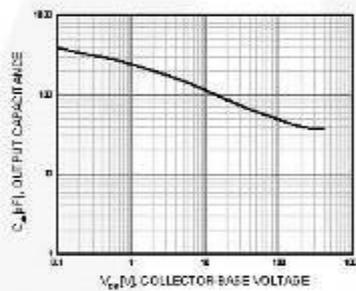


Figure 3. Collector Output Capacitance

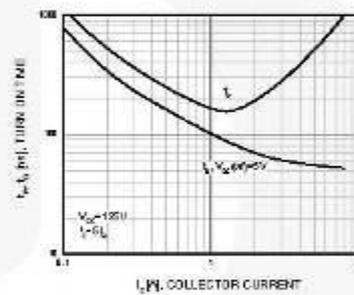


Figure 4. Turn-On Time

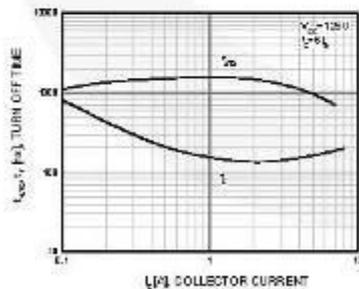


Figure 5. Turn-Off Time

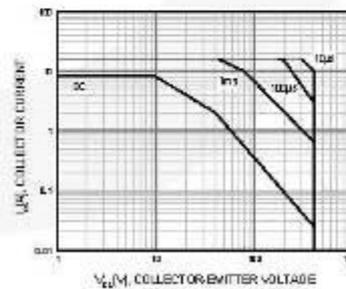


Figure 6. Forward Bias Safe Operating Area

Typical Performance Characteristics (Continued)

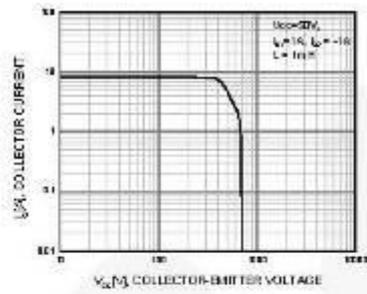


Figure 7. Reverse Biased Safe Operating Area

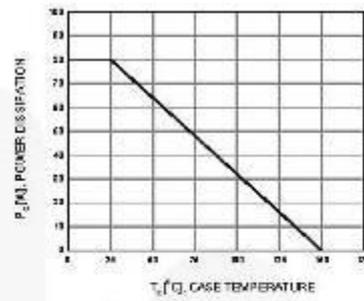


Figure 8. Power Derating

Physical Dimensions

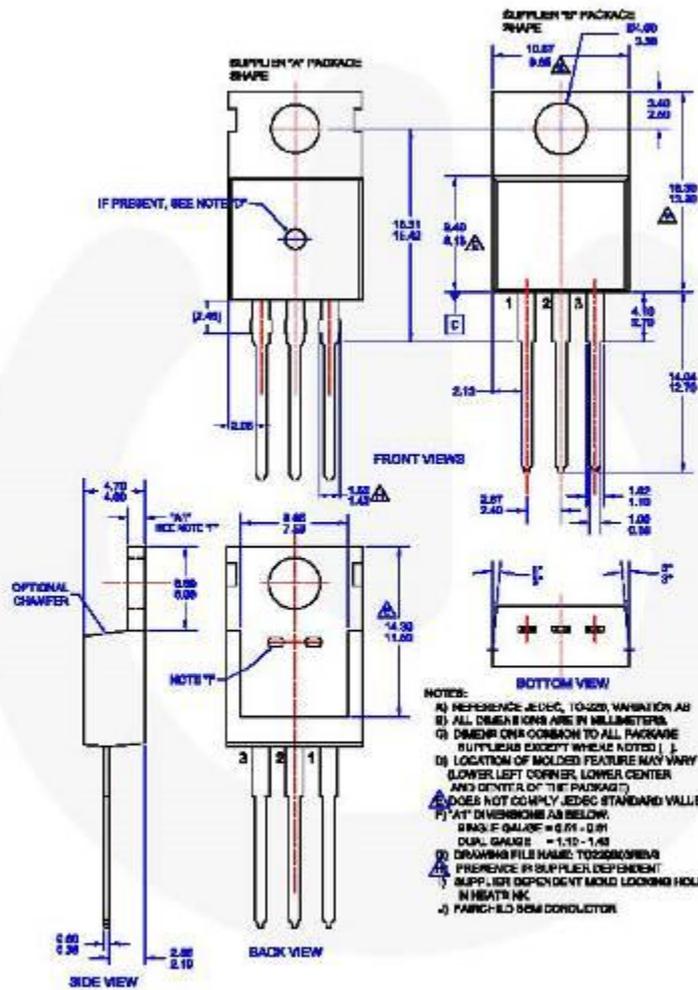


Figure 9. TO-220, MOLDED, 3LEAD, JEDEC VARIATION AB



TRADEMARKS

The following includes registered and unregistered trademarks and service marks, owned by Fairchild Semiconductor and/or its global subsidiaries, and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

- | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------------------|------------------|
| AccuPower™ | F-FPS™ | OPTOPLANAR® | SYSTEM GENERAL® |
| Avindo® | FRFET™ | | TinyBoost® |
| AX-CAP™ | Global Power Resource™ | PowerFrench® | TinyBuck™ |
| BASIC™ | GreenBridge™ | PowerXS™ | TinyGate™ |
| Build It Now™ | Green FPS™ | Programmable Active Dropout™ | TinyLogic™ |
| CorePLUS™ | Green FPS™ e-Series™ | QFET™ | TINYOPTO™ |
| CorePOWER™ | Gmax™ | QS™ | TinyPower™ |
| CROSSVOLT™ | GTO™ | Quiet Series™ | TinyPWM™ |
| CTL™ | InbellMAX™ | RapidConfigure™ | TinyWire™ |
| Current Transfer Logic™ | ISPLANAR™ | | TransiC™ |
| DELUXPEED® | Making Small Speakers Sound Louder and Better™ | Saving our world, 1mW/MHz at a time™ | TriFault Detect™ |
| Dual Cool™ | MegaBuck™ | SignalWise™ | TRUECURRENT™ |
| EcoSPARK® | MICROCOOLER™ | SmartMax™ | µSerDes™ |
| EFlowMax™ | MicroFET™ | SMART START™ | |
| ESBC™ | MicroPak™ | Solutions for Your Success™ | UHC™ |
| | MicroPak2™ | SPM® | Ultra FRFET™ |
| Fairchild® | MillerDrive™ | STEALTH™ | UrFET™ |
| Fairchild Semiconductor® | NationMax™ | SuperFET™ | VCK™ |
| FACT Outlet Series™ | NationGrid™ | SuperSOT™-3 | VisualMax™ |
| FACT™ | NT™ | SuperSOT™-6 | VoltagePlus™ |
| FAST™ | NTL™ | SuperSOT™-8 | XS™ |
| FlashCore™ | NVN™ | SupraMOS™ | Xsens™ |
| FETBench™ | mWSaw™ | SynFET™ | 仙童™ |
| FPS™ | OptoHT™ | SynLock™ | |
| | OPTOLOGIC® | | |

* Trademarks of System General Corporation, used under license by Fairchild Semiconductor.

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION, OR DESIGN. TO OBTAIN THE LATEST, MOST UP-TO-DATE DATASHEET AND PRODUCT INFORMATION, VISIT OUR WEBSITE AT <http://www.fairchildsemi.com>. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN, NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS. THESE SPECIFICATIONS DO NOT EXPAND THE TERMS OF FAIRCHILD'S WORLDWIDE TERMS AND CONDITIONS, SPECIFICALLY THE WARRANTY THEREIN, WHICH COVERS THESE PRODUCTS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which: (a) are intended for surgical implant into the body or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device, or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

ANTI-COUNTERFEITING POLICY

Fairchild Semiconductor Corporation's Anti-Counterfeiting Policy, Fairchild's Anti-Counterfeiting Policy is also stated on our external website, www.fairchildsemi.com, under Sales Support.

Counterfeiting of semiconductor parts is a growing problem in the industry. All manufacturers of semiconductor products are experiencing counterfeiting of their parts. Customers who inadvertently purchase counterfeit parts experience many problems such as loss of brand reputation, substandard performance, failed applications, and increased cost of production and manufacturing delays. Fairchild is taking strong measures to protect ourselves and our customers from the proliferation of counterfeit parts. Fairchild strongly encourages customers to purchase Fairchild parts either directly from Fairchild or from Authorized Fairchild Distributors who are listed by country on our web page cited above. Products customers buy either from Fairchild directly or from Authorized Fairchild Distributors are genuine parts, have full traceability, meet Fairchild's quality standards for handling and storage and provide access to Fairchild's full range of up-to-date technical and product information. Fairchild and our Authorized Distributors will stand behind all warranties and will appropriately address any warranty issues that may arise. Fairchild will not provide any warranty coverage or other assistance for parts bought from Unauthorized Sources. Fairchild is committed to combat this global problem and encourage our customers to do their part in stopping this practice by buying direct or from authorized distributors.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

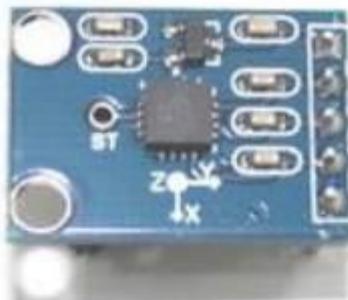
Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative / In Design	Datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	Datasheet contains preliminary data; supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve design.
No Identification Needed	Full Production	Datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve the design.
Obsolete	Not in Production	Datasheet contains specifications on a product that is discontinued by Fairchild Semiconductor. The datasheet is for reference information only.

Rev. 1f2

ANEXO 8. Acelerómetro gy-61-adxl335

GY-61 ADXL335 3-Axis Accelerometer Module



GY-61 ADXL335 3-Axis Accelerometer Module is a three axis accelerometer sensor module based on ADXL335 integrated circuit. The ADXL335 is a triple axis accelerometer with extremely low noise and power consumption. The sensor has a full sensing range of $\pm 3g$. It can measure the static acceleration of gravity in tilt-sensing applications, as well as dynamic acceleration resulting from motion, shock, or vibration.

There is an on-board 3.3V voltage regulator to power the ADXL335 so power provided should be between 3.3V and 6V DC.

Model : GY-61
Three-axis magnetic field accelerometer module
Compact size, low power supply
Used for game systems, mobile devices, etc

General Specifications

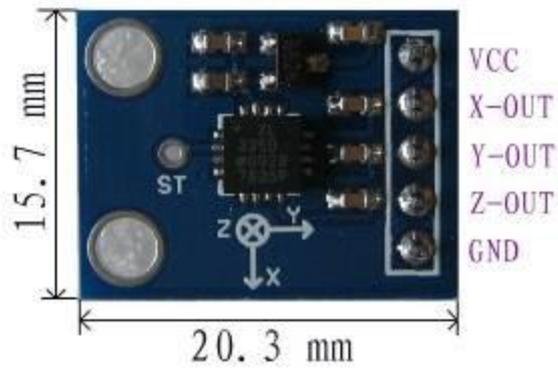
- ADXL335 3-axis Accelerometer
- On-board 3.3V Voltage Regulator
- Analog voltage output centered at 1.65V
- Suitable for connection to 5V and 3.3V systems

Technical Specifications

- Sensor Chip : ADXL335
- Operating Voltage Range : 3V ~ 5V
- Supply Current : 400uA
- Interface : Analog quantity output
- Full scale range : $\pm 3g$
- Operating Temperature : $-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$

- Sensitivity : 300mv /g;
- Sensitivity of accuracy (%) : +/- 10
- Application : Various electronic products or DIY project
- Material : PCB + Brass
- Dimensions : 21 x 16 x 10 mm / 0.83 x 0.63 x 0.39 inch
- Weight : 2 g / 0.07 oz
- Color : Blue

Dimensions



Pin Definitions:

1. VCC: 3.3V or 5V
2. X_OUT: Analog Output
3. Y_OUT: Analog Output
4. Z_OUT: Analog Output
5. GND: Ground

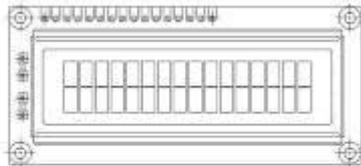
ANEXO 9. LCD 16x2



LCD-016M002B

Vishay

16 x 2 Character LCD



FEATURES

- 5 x 8 dots with cursor
- Built-in controller (KS 0066 or Equivalent)
- + 5V power supply (Also available for + 3V)
- 1/16 duty cycle
- B/L to be driven by pin 1, pin 2 or pin 15, pin 16 or A/K (LED)
- N.V. optional for + 3V power supply

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	80.0 x 36.0	mm
Viewing Area	66.0 x 16.0	mm
Dot Size	0.56 x 0.66	mm
Character Size	2.96 x 5.56	mm

ABSOLUTE MAXIMUM RATING					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	VDD-VSS	- 0.3	-	7.0	V
Input Voltage	VI	- 0.3	-	VDD	V

NOTE: VSS = 0 Volt, VDD = 5.0 Volt

ELECTRICAL SPECIFICATIONS							
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT	
			MIN.	TYP.	MAX.		
Input Voltage	VDD	VDD = + 5V	4.7	5.0	5.3	V	
		VDD = + 3V	2.7	3.0	5.3	V	
Supply Current	IDD	VDD = 5V	-	1.2	3.0	mA	
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temp. Version Module	VDD - VO	- 20 °C	-	-	-	V	
		0 °C	4.2	4.8	5.1		
		25 °C	3.8	4.2	4.6		
		50 °C	3.6	4.0	4.4		
		70 °C	-	-	-		
LED Forward Voltage	VF	25 °C	-	4.2	4.6	V	
LED Forward Current	IF	25 °C	Array	-	130	260	mA
			Edge	-	20	40	
EL. Power Supply Current	IEL	Vol = 110VAC/400Hz	-	-	5.0	mA	

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE:																
Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01														0F
DD RAM Address	40	41														4F

Document Number: 37217
Revision 01-Oct-02

For Technical Questions, Contact: Displays@Vishay.com

www.vishay.com
31

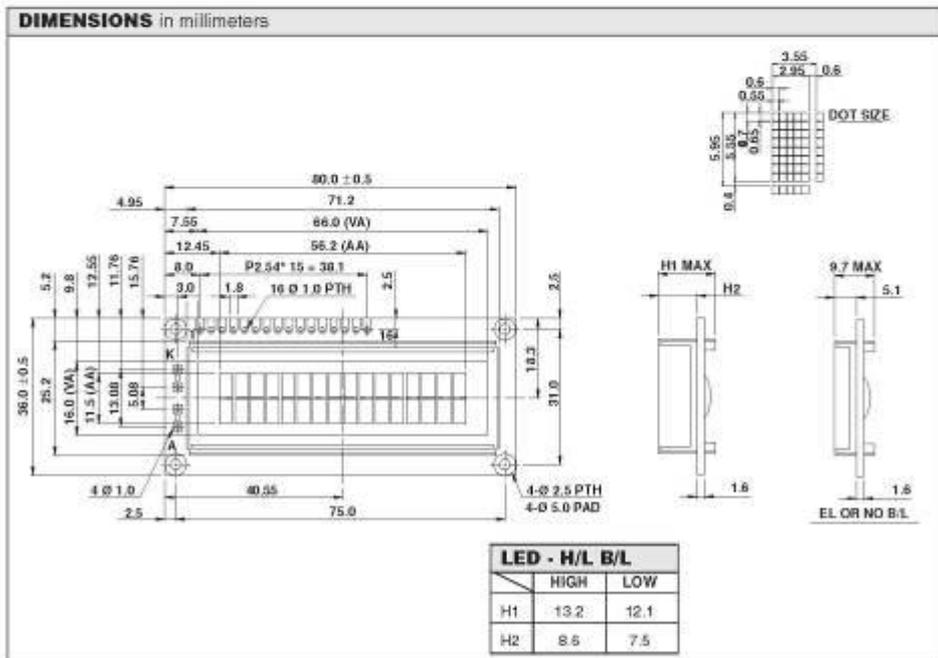
LCD-016M002B

Vishay

16 x 2 Character LCD



PIN NUMBER	SYMBOL	FUNCTION
1	Vee	GND
2	Vdd	+ 3V or + 5V
3	Vo	Contrast Adjustment
4	RS	H/L Register Select Signal
5	R/W	H/L Read/Write Signal
6	E	H → L Enable Signal
7	DB0	H/L Data Bus Line
8	DB1	H/L Data Bus Line
9	DB2	H/L Data Bus Line
10	DB3	H/L Data Bus Line
11	DB4	H/L Data Bus Line
12	DB5	H/L Data Bus Line
13	DB6	H/L Data Bus Line
14	DB7	H/L Data Bus Line
15	A/Vee	+ 4.2V for LED/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for B/L (OV)



ANEXO 10. Microcontrolador ATMEGA328P

Features

- High Performance, Low Power AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4K/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 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 and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATmega48PA/88PA/168PA/328P
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - 0 - 20 MHz @ 1.8 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48PA/88PA/168PA/328P:
 - Active Mode: 0.2 mA
 - Power-down Mode: 0.1 µA
 - Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)



8-bit **AVR**[®]
Microcontroller
with 4/8/16/32K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega48PA
ATmega88PA
ATmega168PA
ATmega328P

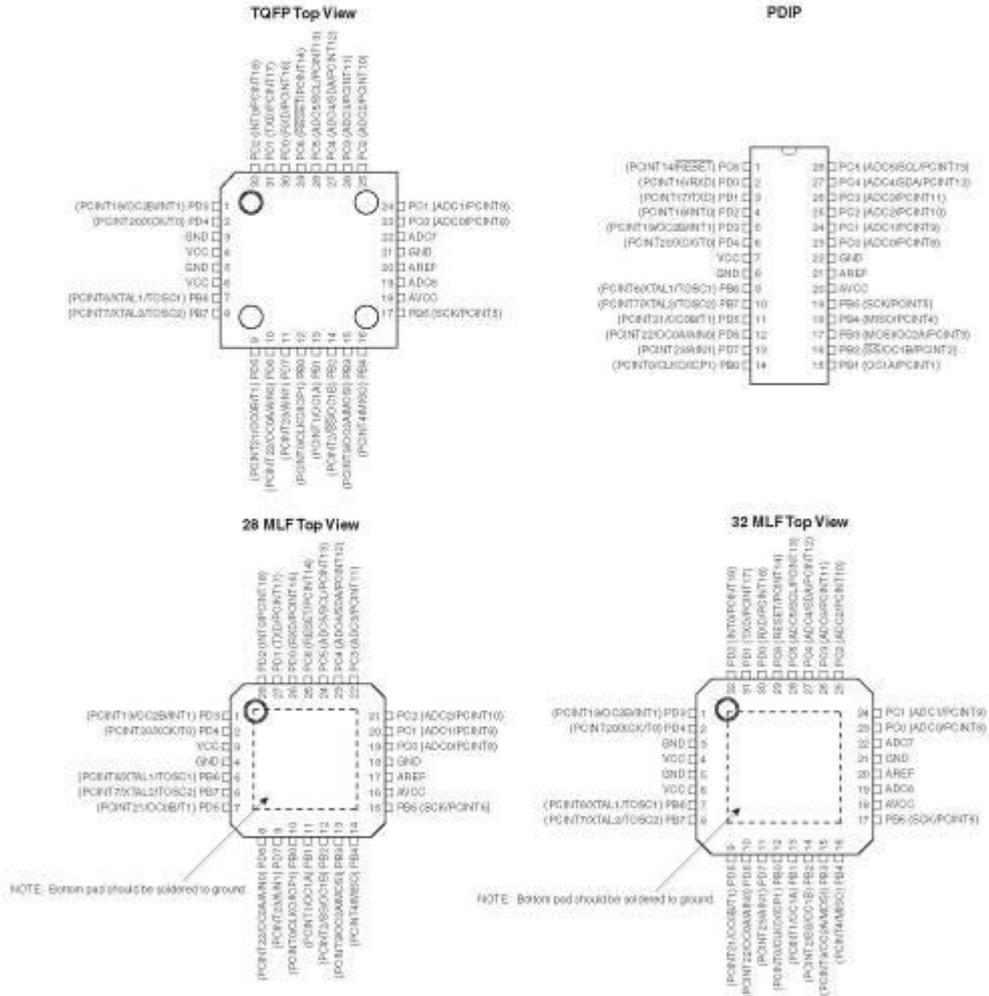
Summary

Rev. 8161CS-AVR-05/09



1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



1.1 Pin Descriptions**1.1.1 VCC**

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 76 and "System Clock and Clock Options" on page 26.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5..0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 28-3 on page 308. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 79.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

The various special features of Port D are elaborated in "Alternate Functions of Port D" on page 82.

1.1.7 AV_{CC}

AV_{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6..4 use digital supply voltage, V_{CC}.

1.1.8 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

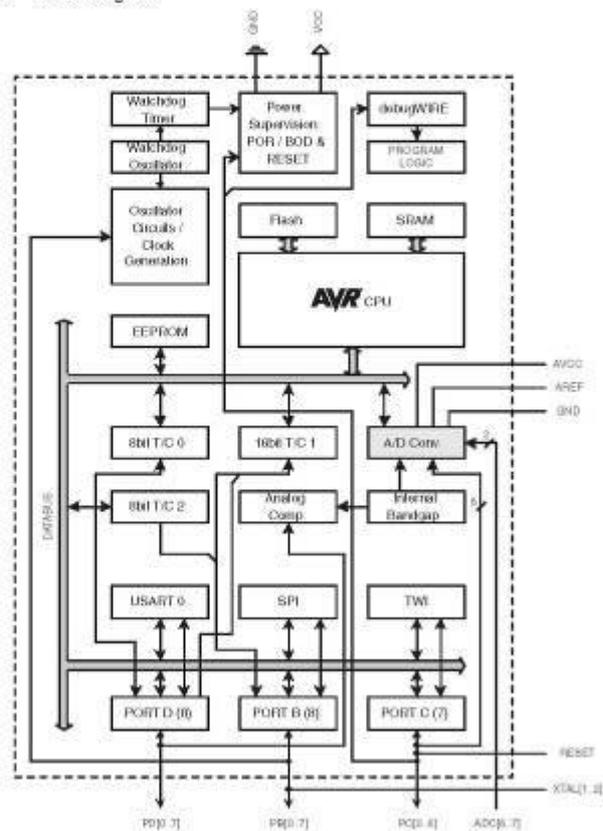
In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

2. Overview

The ATmega48PA/88PA/168PA/328P is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega48PA/88PA/168PA/328P achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting

architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega48PA/88PA/168PA/328P provides the following features: 4K/16K/32K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 256/512/512/1K bytes EEPROM, 512/1K/1K/2K bytes SRAM, 23 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte-oriented 2-wire Serial Interface, an SPI serial port, a 6-channel 10-bit ADC (8 channels in TQFP and QFN/MLF packages), a programmable Watchdog Timer with internal Oscillator, and five software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, USART, 2-wire Serial Interface, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high density non-volatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The Boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega48PA/88PA/168PA/328P is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega48PA/88PA/168PA/328P AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C Compilers, Macro Assemblers, Program Debugger/Simulators, In-Circuit Emulators, and Evaluation kits.

2.2 Comparison Between ATmega48PA, ATmega88PA, ATmega168PA and ATmega328P

The ATmega48PA, ATmega88PA, ATmega168PA and ATmega328P differ only in memory sizes, boot loader support, and interrupt vector sizes. Table 2-1 summarizes the different memory and interrupt vector sizes for the three devices.

Table 2-1. Memory Size Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	Interrupt Vector Size
ATmega48PA	4K Bytes	256 Bytes	512 Bytes	1 instruction word/vector
ATmega88PA	8K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	1 instruction word/vector
ATmega168PA	16K Bytes	512 Bytes	1K Bytes	2 instruction words/vector
ATmega328P	32K Bytes	1K Bytes	2K Bytes	2 instruction words/vector

ATmega88PA, ATmega168PA and ATmega328P support a real Read-While-Write Self-Programming mechanism. There is a separate Boot Loader Section, and the SPM instruction can only execute from there. In ATmega48PA, there is no Read-While-Write support and no separate Boot Loader Section. The SPM instruction can execute from the entire Flash.

3. Resources

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

4. Data Retention

Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C.

5. Register Summary

Address	Name	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	Page
0x01	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x02	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x03	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x04	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x05	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x06	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x07	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x08	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x09	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x0A	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x0B	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x0C	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x0D	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x0E	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x0F	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x10	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x11	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x12	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x13	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x14	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x15	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x16	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x17	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x18	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x19	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x1A	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x1B	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x1C	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x1D	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x1E	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x1F	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x20	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x21	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x22	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x23	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x24	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x25	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x26	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x27	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x28	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x29	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x2A	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x2B	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x2C	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x2D	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x2E	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x2F	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x30	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x31	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x32	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x33	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x34	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x35	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x36	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x37	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x38	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x39	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x3A	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x3B	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x3C	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x3D	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x3E	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x3F	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x40	UCSR									184
0x41	UBRRH									185
0x42	UBRRL									185
0x43	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
0x44	UCSRRC	UMSEL1	UMSEL0	UPM1	UPM0	URSC	URSD0	URSD1	URSD2	191/206



ATmega48PA/88PA/168PA/328P

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page	
0x01	UCSR0E	RXCIE0	TXCIE0	UDRIF0	RXFIF0	TXRIF0	UCS20Z	RXBIF0	TXBIF0	193	
0x02	UCSR0A	RXC0	TXC0	UDRF0	FE0	DFR0	UPF0	UEX0	MP0M0	193	
0x0F	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x1E	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x1F	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x20	TWAR0	TWAR0	TWAM0	TWAM4	TWAM3	TWAM2	TWAM1	TWAM0	--	235	
0x21	TWCR	TWINT	TWEN	TWSTA	TWSTO	TWNC	TWEN	--	TWIE	235	
0x22	TWDR	2-wire Serial Interface Data Register								235	
0x2A	TWAR	TWAS	TWAS	TWAS	TWAS	TWAS	TWAS	TWAS	TWAS	235	
0x2B	TWSR	TWST	TWSE	TWSE	TWSE	TWSE	TWSE	TWSE	TWSE	235	
0x2C	TWBR	2-wire Serial Interface Baud Rate Register								235	
0x27	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x28	ABSR	--	EXCLK	AR2	TCN2UB	OCR2AUB	OCR2BUB	TOP2AUB	TOP2BUB	154	
0x2E	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x34	OCR2B	Timer/Counter2 Output Compare Register B								154	
0x35	OCR2A	Timer/Counter2 Output Compare Register A								154	
0x32	TCNT2	Timer/Counter2 Counter Register								154	
0x31	TCR2B	FOC2B	FOC2B	--	--	WGM22	CS22	CS21	CS20	154	
0x30	TCR2A	COM2A1	COM2A0	COM2B1	COM2B0	--	--	WGM21	WGM20	154	
0xA7	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0xA6	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0xA5	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0xA4	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0xA3	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0xA2	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0xA1	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0xA0	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x9F	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x9E	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x9D	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x9C	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x9B	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x9A	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x99	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x98	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x97	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x96	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x95	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x94	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x93	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x92	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x91	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x90	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x8F	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x8E	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x8D	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x8C	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x8B	OCR1BH	Timer/Counter1 - Output Compare Register B High Byte								132	
0x8A	OCR1BL	Timer/Counter1 - Output Compare Register B Low Byte								132	
0x89	OCR1AH	Timer/Counter1 - Output Compare Register A High Byte								132	
0x88	OCR1AL	Timer/Counter1 - Output Compare Register A Low Byte								132	
0x87	ICR1H	Timer/Counter1 - Input Capture Register High Byte								132	
0x86	ICR1L	Timer/Counter1 - Input Capture Register Low Byte								132	
0x85	TCNT1H	Timer/Counter1 - Counter Register High Byte								132	
0x84	TCNT1L	Timer/Counter1 - Counter Register Low Byte								132	
0x83	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--		
0x82	TCR1C	FOC1A	FOC1B	--	--	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	131
0x81	TCR1B	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	--	--	WGM11	WGM10	131	
0x80	TCR1A	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	--	--	WGM11	WGM10	129	



ATmega48PA/88PA/168PA/328P

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x07	DDRF1	–	–	–	–	–	–	AN1D	AN0D	244
0x08	DDRF0	–	–	AD0SD	AD04D	AD03D	AD02D	AD01D	AD00D	244
0x0D	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x0E	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	–	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	247
0x0F	ADCSRB	–	AC0SE	–	–	–	ADTS2	ADTS1	ADTS0	252
0x10	ADCSRA	ADSCN	ADSC0	ADATE	ADIF	ADIF	ADPS2	ADPS1	ADPS0	258
0x12	ADCH	ADC Data Register High Byte								260
0x13	ADCL	ADC Data Register Low Byte								260
0x17	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x18	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x19	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x1A	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x1B	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x1C	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x1D	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x1E	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x1F	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x20	TMR0	–	–	–	–	–	OCIE2B	OCIE2A	TOIE2	167
0x21	TMR0	–	–	ICF1	–	–	OCIE1B	OCIE1A	TOIE1	168
0x22	TMR0	–	–	–	–	–	OCIE0B	OCIE0A	TOIE0	168
0x23	PCMSR0	PCINT3	PCINT2	PCINT1	PCINT0	PCINT10	PCINT9	PCINT8	PCINT7	66
0x24	PCMSR1	–	PCINT4	PCINT3	PCINT2	PCINT11	PCINT10	PCINT9	PCINT8	66
0x25	PCMSR2	PCINT7	PCINT6	PCINT5	PCINT4	PCINT3	PCINT2	PCINT1	PCINT0	66
0x26	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x27	SPCR	–	–	–	–	ISO11	ISO10	ISO01	ISO00	46
0x28	PCICR	–	–	–	–	PCIE2	PCIE1	PCIE0	–	
0x29	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x2A	OSCCAL	Oscillator Calibration Register								37
0x2B	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x2C	PRR	PRW1	PRW2	PRW0	–	PRTM1	PRSP1	FRUSARTS	PRAC0	42
0x2D	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x2E	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x2F	CLKPR	CLKPCE	–	–	–	CLKPS3	CLKPS2	CLKPS1	CLKPS0	37
0x30	WDTCR	WDF	WDF	WDRF	WDRF	WDF	WDRF	WDRF	WDRF	44
0x31	SPDR	I	T	II	S	V	R	Z	O	4
0x32	SPH	–	–	–	–	–	(SPH0) ⁴	SP9	SP8	12
0x33	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	12
0x34	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x35	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x36	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x37	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x38	SPMCR	SPME	(RWSRE) ⁵	–	(RWSRE) ⁵	ELBSET	PQWRT	PSERS	SELFRGEN	284
0x39	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x3A	MCUSR	–	B00G	B00GE	PLD	–	–	IVSEL	IVCE	44(2)(6)
0x3B	MCUSR	–	–	–	–	WDRF	BDRF	EXTRF	PCRF	64
0x3C	SMCR	–	–	–	–	SM2	SM1	SM0	SE	40
0x3D	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x3E	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x3F	ACSR	AC0	AC0G	AC0	AC1	AC1E	AC1C	AC0S1	AC0S0	243
0x40	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x41	SPDR	SPI Data Register								169
0x42	SPSR	SPF	WCOL	–	–	–	–	–	SP2X	168
0x43	SPCR	SPE	SPE	COORD	WSTR	CPOL	CPHA	SPP1	SPP0	167
0x44	GPDR2	General Purpose I/O Register 2								25
0x45	GPDR1	General Purpose I/O Register 1								25
0x46	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x47	OCR0B	Timer/Counter0 Output Compare Register B								
0x48	OCR0A	Timer/Counter0 Output Compare Register A								
0x49	TCR0	Timer/Counter0 Control								
0x4A	TCR0B	FOCSA	FOCSB	–	–	WGM10	CSW	CS11	CS10	
0x4B	TCR0A	COMS11	COMS10	COMS1	COMS0	–	–	WGM11	WGM10	
0x4C	GTCCR	TSM	–	–	–	–	–	FSRASY	FSRBYNC	137(16)
0x4D	EEARH	EEPROM Address Register High Byte ⁶								21
0x4E	EEARL	EEPROM Address Register Low Byte								21
0x4F	EEDR	EEPROM Data Register								21
0x50	EEDR	–	–	EEDM1	EEDM0	EERIE	EEMPE	EEPE	EERE	21
0x51	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	
0x52	GPDR0	General Purpose I/O Register 0								25

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x10 (0x30)	PMSC	–	–	–	–	–	–	INT1	INT0	66
0x11 (0x31)	SIFR	–	–	–	–	–	–	INTF1	INTF0	66
0x18 (0x38)	PCIFR	–	–	–	–	–	PCIF2	PCIF1	PCIF0	–
0x1A (0x3A)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x19 (0x39)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x1E (0x3E)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x17 (0x37)	TIFR2	–	–	–	–	–	OCF2B	OCF2A	TOV2	157
0x16 (0x36)	TIFR1	–	–	IF1	–	–	OCF1B	OCF1A	TOV1	154
0x1E (0x3E)	TIFR0	–	–	–	–	–	OCF0B	OCF0A	TOV0	–
0x14 (0x34)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x13 (0x33)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x12 (0x32)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x11 (0x31)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x10 (0x30)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x0F (0x2F)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x0E (0x2E)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x0D (0x2D)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x0C (0x2C)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x08 (0x28)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	67
0x0A (0x2A)	DDRD	DD07	DD06	DD05	DD04	DD03	DD02	DD01	DD00	67
0x09 (0x29)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	67
0x08 (0x28)	PORTC	–	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	66
0x07 (0x27)	DDRC	–	DD06	DD05	DD04	DD03	DD02	DD01	DD00	66
0x06 (0x26)	PINC	–	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	66
0x0E (0x2E)	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	66
0x04 (0x24)	DDRB	DD07	DD06	DD05	DD04	DD03	DD02	DD01	DD00	66
0x03 (0x23)	PINB	PIN07	PIN06	PIN05	PIN04	PIN03	PIN02	PIN01	PIN00	66
0x02 (0x22)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x01 (0x21)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0x00 (0x20)	Reserved	–	–	–	–	–	–	–	–	–

- Note:
- For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written.
 - I/O Registers within the address range 0x00 - 0x1F are directly bit-accessible using the SBI and CBI instructions. In these registers, the value of single bits can be checked by using the SBIS and SBIC instructions.
 - Some of the Status Flags are cleared by writing a logical one to them. Note that, unlike most other AVRs, the CBI and SBI instructions will only operate on the specified bit, and can therefore be used on registers containing such Status Flags. The CBI and SBI instructions work with registers 0x00 to 0x1F only.
 - When using the I/O specific commands IN and OUT, the I/O addresses 0x00 - 0x3F must be used. When addressing I/O Registers as data space using LD and ST instructions, 0x20 must be added to these addresses. The ATmega48PA/88PA/168PA/328P is a complex microcontroller with more peripheral units than can be supported within the 64 location reserved in Opcode for the IN and OUT instructions. For the Extended I/O space from 0x60 - 0xFF in SRAM, only the ST/STS/STD and LD/LDS/LDD instructions can be used.
 - Only valid for ATmega88PA.

ANEXO 11. Certificado de operatividad

Casabaca[®]



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Yo **Andrés Segovia** representante de la compañía **Casa Baca S.A.**, luego de las pruebas realizadas para verificar el funcionamiento del LIMPIADOR DE INYECTORES POR ULTRASONIDO proporcionado por el Sr. Mauricio Caiza, certifico el correcto desempeño y fácil operatividad del equipo.

El poseedor de este certificado puede hacer uso de este como a bien lo requiera.

Quito DM, 18 de agosto de 2018


Andrés Segovia
Responsable taller
Ag. Cumbaya

1800- 22 72 22
Casabaca
m 099 99 00 307

MATRIZ · CARRIÓN · CUMBAYÁ · LOS CHILLOS · SUR · JARDÍN
CONDADO · EL COCA · SANTO DOMINGO · C.P.D · NORTE

www.casabaca.com
f /CASABACA

ANEXO 12. Plano eléctrico integral

LIMPIADOR ULTRASÓNICO DE INYECTORES



Información general

- ❖ Para conseguir el máximo rendimiento del equipo, la persona que va a operar este mecanismo de limpieza debe estar familiarizado con su uso.
- ❖ Todo el testimonio, gráficos y explicación plasmada en este manual se fundamentan en la indagación utilizable en el momento de hacer esta publicación.
- ❖ El autor de este manual se reserva el derecho de realizar cambios sin previo aviso.



No utilizar líquidos inflamables con el equipo.



No mojar o derramar al interior del equipo ninguna clase de líquido, puede causar daños en el mismo o personales por descargas eléctricas.



El equipo emite radiaciones no ionizantes.



Evite usar líquidos nocivos, como ácidos.



El equipo emite ondas ultrasónicas.

TABLA DE CONTENIDOS

1.1	Introducción.....	104
1.2	Características.....	104
1.3	Funciones.....	104
1.4	Especificaciones técnicas.....	104
1.5	Estructura.....	104
1.6	Panel de control.....	105
1.7	Instalación y conexión.....	106
1.8	Procedimiento de operación.....	106
1.9	Almacenamiento y transporte.....	106
1.10	Mantenimiento.....	106
1.11	Precauciones.....	107
1.12	Solución de problemas.....	107

Manual del Usuario

1.1. Introducción

El presente equipo es un limpiador de inyectores, desarrollado con la tecnología del ultrasonido; debe ser utilizado por personal cualificado o que haya recibido una inducción previa sobre el funcionamiento y prestaciones de este.

1.2. Características

Este equipo nos permite limpiar al mismo tiempo desde 1 hasta 6 inyectores de gasolina al mismo tiempo, sin importar el fabricante o cilindraje del vehículo.

1.3. Funciones

Limpieza ultrasónica: efectúa la limpieza compartida de varios inyectores (hasta 6) de gasolina, desprendiendo de estos los depósitos de carbono ocasionados por la explosión del combustible.

1.4. Especificaciones técnicas

- Fuente de alimentación: 110Vac +/- 10% 60 Hz
- Potencia del limpiador ultrasónico: 50W
- Rango de tiempos de limpieza: desde 1 minuto hasta 6 minutos en cada ciclo.
- Parámetros para visualizar: temperatura, frecuencia de trabajo y tiempo de trabajo.

1.5. Estructura

La estructura del equipo se muestra en las siguientes figuras:





1. Bandeja de limpieza ultrasónica
2. LCD
3. Cable de alimentación
4. Case del equipo
5. Interruptor general ON/OFF
6. Arnés de cables para los conectar los inyectores
7. Pulsador de decremento del tiempo del proceso
8. Pulsador de inicio o paro del proceso
9. Pulsador de incremento del tiempo del proceso
10. Rejilla portainyectores
11. Salida de cables de alimentación para los inyectores
12. Bandeja de limpieza ultrasónica y rejilla
13. Alimentación general del equipo

1.6. Panel de control

- 1.- Con los botones ▲ ▼, podemos ajustar el tiempo que queremos que dure el ciclo de limpieza ultrasónica.
- 2.- Con el botón ►, damos inicio al ciclo de limpieza, con el mismo botón podemos parar el ciclo en cualquier momento.
- 3.- En el display podemos visualizar la temperatura del inyector, la frecuencia a la que trabaja el equipo ultrasónico y el tiempo en cuenta descendente del ciclo de limpieza.

1.7. Instalación y conexión

- 1.- Energizar el equipo con 110 Vac 60Hz, con conexión a tierra
- 1.- Colocar el equipo sobre una mesa de trabajo, la mesa y la superficie de trabajo deben estar niveladas.
- 2.- Conectar los cables de alimentación para los inyectores.
- 3.- Colocar el líquido limpiador hasta el nivel de la rejilla porta inyectores.

1.8. Procedimiento de operación

- 1.- Desmante los inyectores del motor del vehículo.
- 2.- Límpielos lo que más se pueda la parte exterior de estos.
- 3.- Llene con líquido limpiador de inyectores hasta el nivel de la rejilla.
- 4.- Conectar los cables de alimentación para los inyectores.
- 5.- Acerque el sensor de temperatura a la bobina de uno de los inyectores.
- 6.- Conectar el cable de poder por un extremo en la parte posterior del equipo y por el otro extremo a un tomacorriente de 110Vac 60Hz, con conexión a tierra.
- 7.- Con los pulsadores ▲▼ajuste el tiempo del ciclo de limpieza y con el pulsador ► ponga en marcha el equipo, con el mismo pulsador de marcha puede para el ciclo de limpieza en cualquier momento.
- 8.- Este se detendrá automáticamente después de terminar el tiempo de limpieza seteado.
- 9.- Desconecte la alimentación del equipo, desconecte y retire los inyectores, séquelos con un paño suave y el equipo está listo para una siguiente operación.

1.9. Almacenamiento y transporte

- Almacenar en un lugar fresco y seco.
- No exponer el equipo a la lluvia o al sol directamente.
- Si fuera necesario trasladar el equipo a un sitio diferente, vaciar la bandeja para evitar que se riegue el líquido limpiador de inyectores

1.10. Mantenimiento

- Vaciar y limpiar la bandeja y rejilla donde se aloja el líquido limpiador de inyectores después de terminada la jornada de trabajo.

- Verificar el estado del cable de poder al comienzo de cada jornada de trabajo y si fuera necesario reemplazarlo.
- Dentro de lo posible no utilizar extensiones eléctricas y si es que es así verificar que la tensión de alimentación al equipo sea la correcta.

1.11. Precauciones

- Antes de poner a funcionar el equipo, tenga la precaución de leer y entender todo el manual.
- Evite encender el equipo si la bandeja está sin líquido.
- Asegúrese de que la fuente de alimentación esté aterrizada.
- Evite que el equipo sea manipulado por menores o personas no cualificadas.
- Limpie la bandeja y display con un trapo suave.
- Evite regar líquido en el panel de control.

1.12. Solución de problemas

- Si el equipo no funciona lo que primero debemos verificar es que el tomacorriente tenga la energía necesaria para alimentar el equipo.
- Siguiendo el paso será verificar el estado del cable de poder.
- Si el problema persiste verificar el funcionamiento del interruptor general del equipo.
- Si se prende, pero no cavita el equipo, revisar el fusible de la PCB de alta frecuencia
- Si no trabaja el equipo comunicarse con el servicio técnico autorizado.

Advertencia

Reparaciones hechas por personas no autorizadas pueden causar un daño mayor al equipo. No cumplir con esto puede causar lesiones.

Contacto con el servicio técnico autorizado:

audreecaiza@gmail.com

0993006766

02-339012

LIMPIADOR ULTRASÓNICO DE INYECTORES



Información general

- ❖ Para conseguir el máximo rendimiento del equipo, la persona que va a operar este mecanismo de limpieza debe estar familiarizado con su uso.
- ❖ Todo el testimonio, gráficos y explicación plasmada en este manual se fundamentan en la indagación utilizable en el momento de hacer esta publicación.
- ❖ El autor de este manual se reserva el derecho de realizar cambios sin previo aviso.



No utilizar líquidos inflamables con el equipo.



No mojar o derramar al interior del equipo ninguna clase de líquido, puede causar daños en el mismo o personales por descargas eléctricas.



El equipo emite radiaciones no ionizantes.



Evite usar líquidos nocivos, como ácidos.



El equipo emite ondas ultrasónicas.

TABLA DE CONTENIDOS

Manual Técnico.....	112
1.1 Objetivos y alcances del equipo.....	112
1.2 Funcionamiento del equipo.....	112
1.3 Componentes principales del equipo	113
1.4 Diagramas físicos y eléctricos.....	113
1.4.1Diagrama físico (1) y eléctrico (2) de la PCB de alta frecuencia.....	113
1.4.2Diagrama físico (1) y eléctrico (2) PCB fuente de alimentación.....	114
1.4.3Diagrama físico (1) y eléctrico (2) PCB de control.....	115
1.5 Reportes de pantallas	116
1.6 Procedimiento para la puesta en marcha del equipo ultrasónico.....	116
1.7 Mantenimiento.....	118
1.8 Modos de fallo.....	118

Manual del Técnico

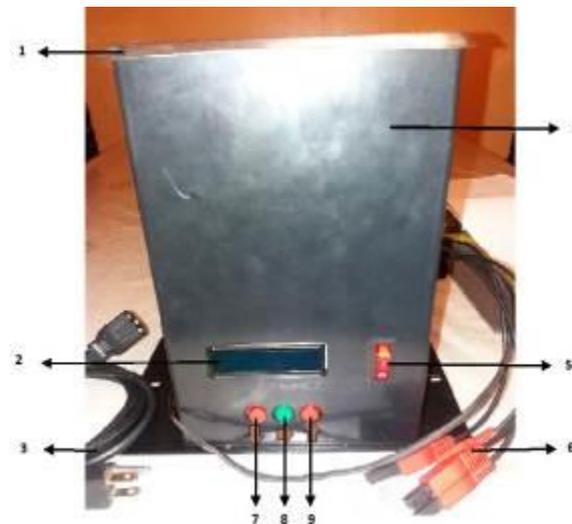
1.1. Objetivos y alcances del equipo

Con este equipo ultrasónico para limpieza de inyectores de gasolina, el objetivo principal es limpiar los inyectores de manera que estos queden operativos y funcionales al momento de montarlos nuevamente en el motor del vehículo, también disminuir el tiempo empleado en esta tarea por parte de los técnicos, por ende, obtener mejores réditos económicos.

La presente máquina en base al uso del ultrasonido, entre sus propósitos es hacer uso de esta tecnología porque con esta podemos llegar a lugares inaccesibles, que usando cualquier método manual de limpieza.

1.2. Funcionamiento del equipo

Este equipo basa su funcionamiento en el manejo de tres pulsadores; los numerales siete y nueve de la figura son para el decremento e incremento respectivamente del tiempo del ciclo de trabajo, mientras que el ítem ocho es para la puesta en marcha o paro del equipo.



14. Bandeja de limpieza ultrasónica

15. LCD

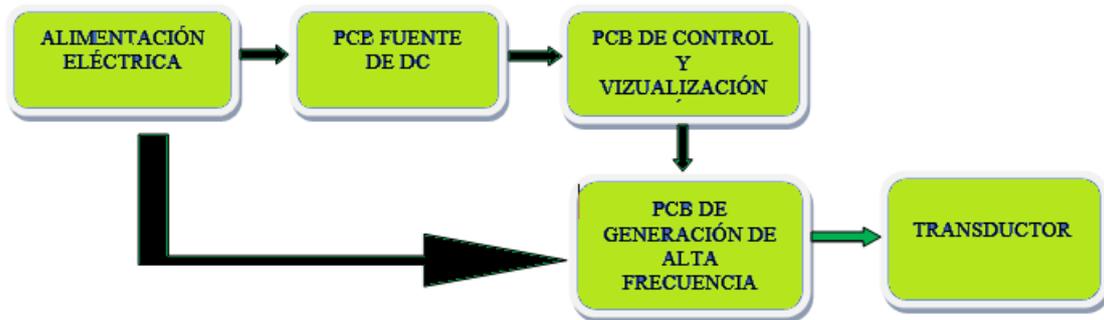
16. Cable de alimentación

17. Case del equipo

18. Interruptor general ON/OFF

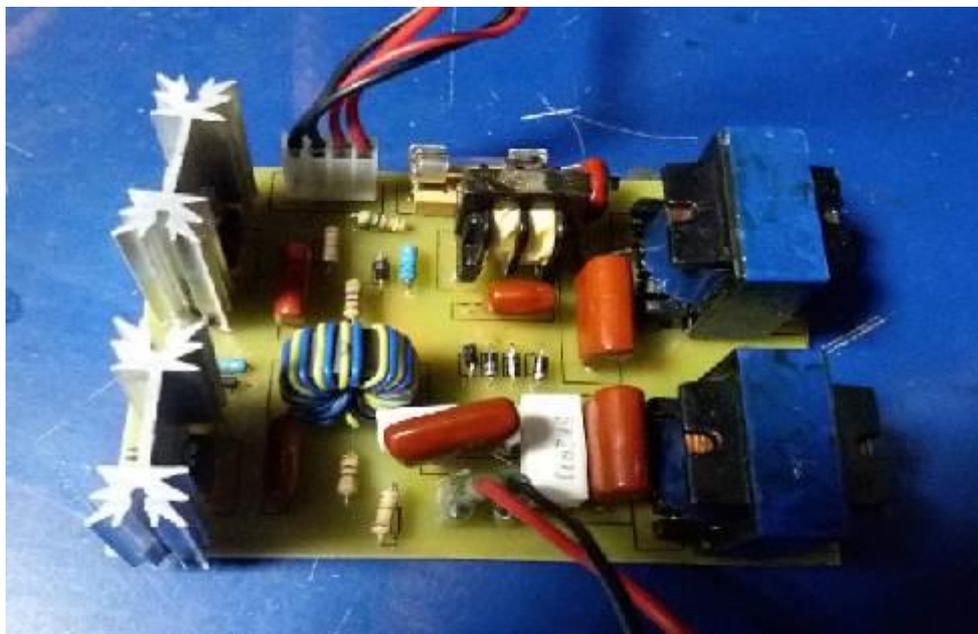
- 19. Arnés de cables para los conectar los inyectores
- 20. Pulsador de decremento del tiempo del proceso
- 21. Pulsador de inicio o paro del proceso
- 22. Pulsador de incremento del tiempo del proceso

1.3. Componentes principales del equipo

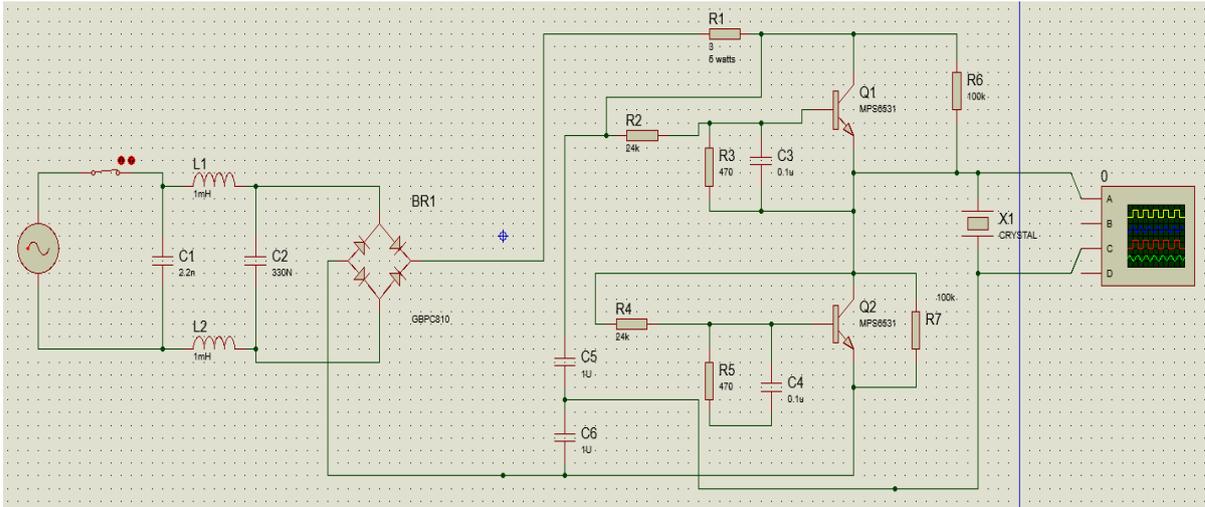


1.4. Diagramas físicos y eléctricos

1.4.1. Diagrama físico (1) y eléctrico (2) de la PCB de alta frecuencia



(1)

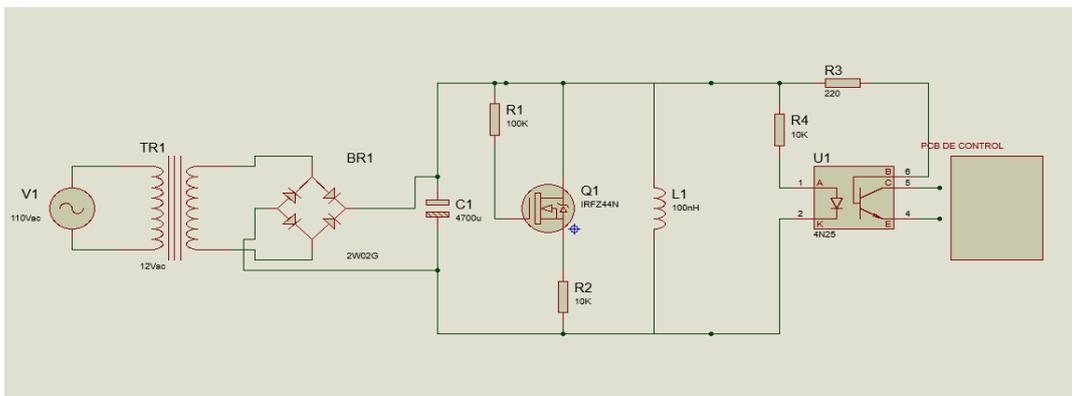


(2)

1.4.2. Diagrama físico (1) y eléctrico (2) PCB fuente de alimentación

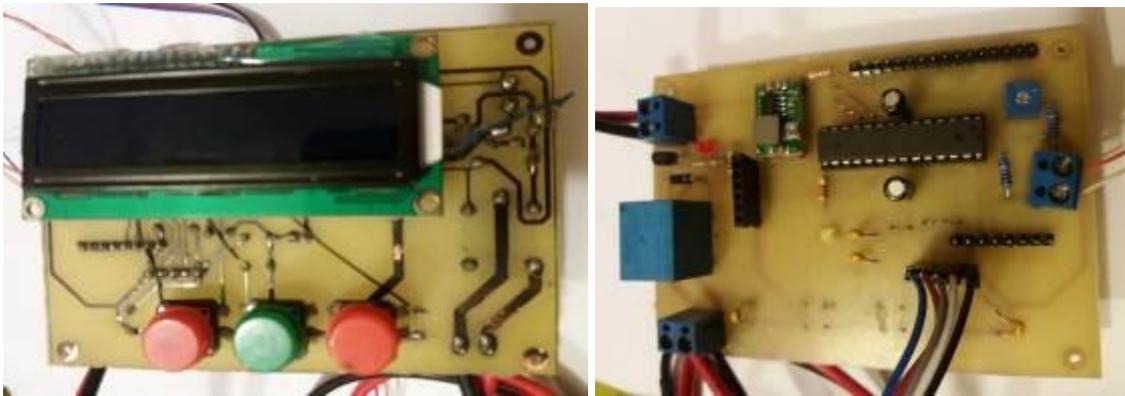


(1)

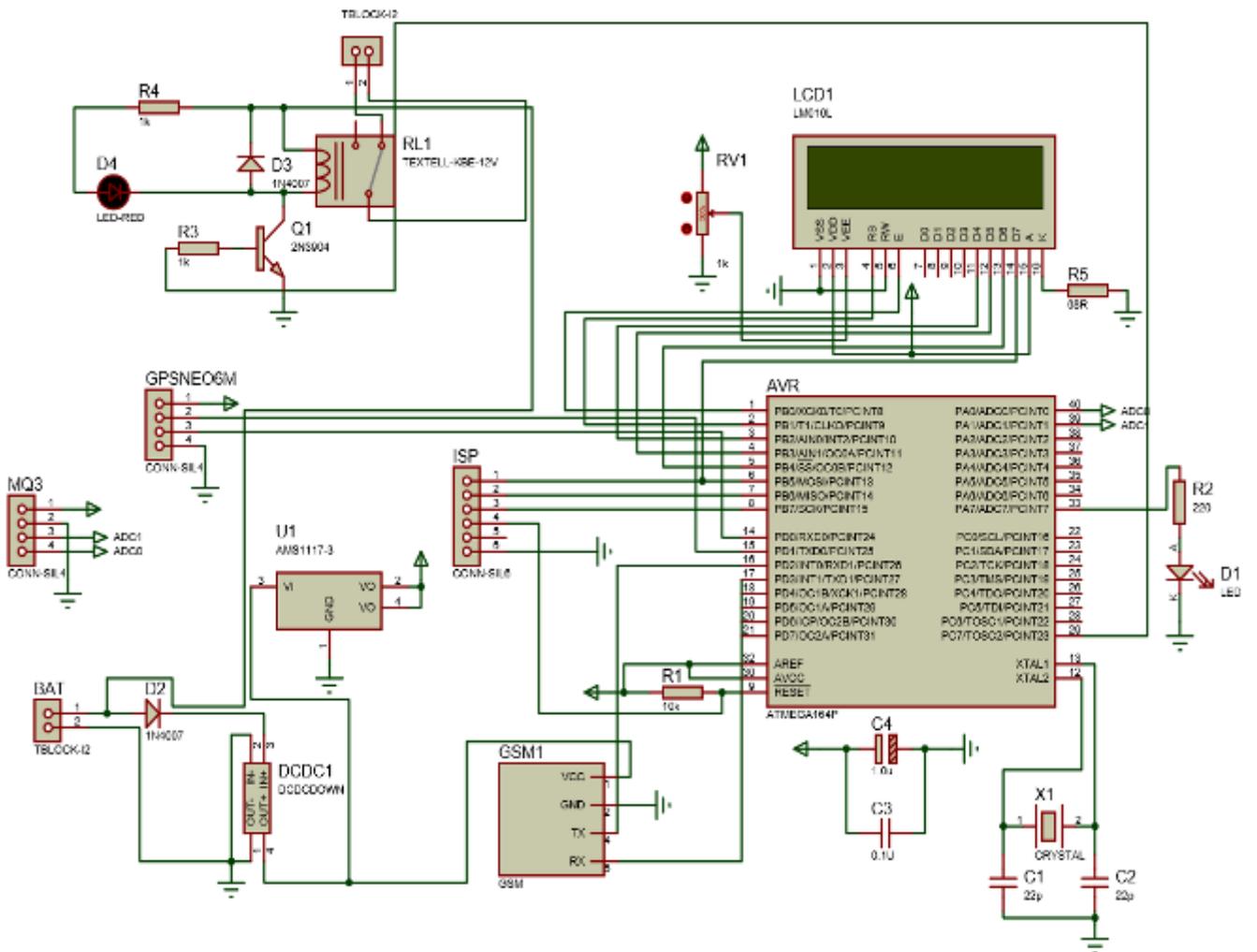


(2)

1.4.3. Diagrama físico (1) y eléctrico (2) PCB de control

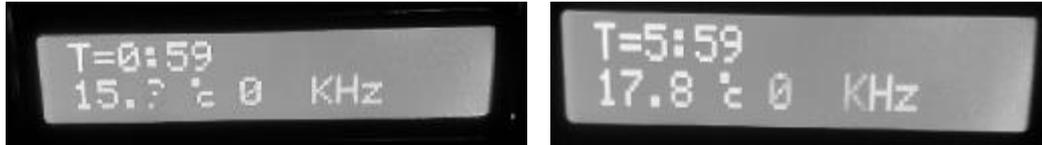


(1)



1.5. Reportes de pantallas

- Al encender el equipo vamos a observar este cuadro en el LCD, el tiempo lo podemos modificar desde 1 minuto a 6 minutos en cada ciclo de trabajo, con los pulsadores rojos ▲▼.



- Con el pulsador verde ► damos inicio al ciclo de trabajo, el LCD nos muestra la frecuencia a la que está trabajando el equipo en KHz, la temperatura y tiempo del ciclo, el ciclo lo podemos detener en cualquier momento.



- Al acabar o para el ciclo de trabajo el LCD nos mostrará el siguiente cuadro.



- Este momento podemos desconectar y retirar los inyectores expuestos al ultrasonido.

1.6. Procedimiento para la puesta en marcha del equipo ultrasónico

- Lo primero e indispensable que debemos hacer es tener un tomacorriente con 110Vac ± 10, con conexión a tierra.



- Conectar el cable de alimentación proporcionado con el equipo por un extremo en la parte posterior del equipo y por el otro lado al tomacorriente.



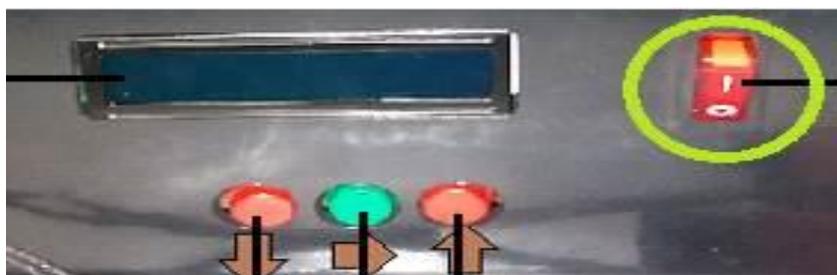
- Llenar hasta el nivel de la rejilla, con el líquido limpiador de inyectores, en nuestro caso será con un desengrasante biodegradable con una densidad igual a la del agua.



- Conectar los cables del arnés de alimentación al o los inyectores, los inyectores deben estar lo más limpios posible y acercar el sensor de temperatura a una de las bobinas de cualquiera de los inyectores y sujetar con la pinza que viene con el equipo.



- Encender el equipo con el interruptor general.



- Con los pulsadores ▲▼ setear el tiempo del ciclo. Y poner a funcionar el equipo con el pulsador ►. El equipo se detendrá automáticamente cuando acabe el tiempo seteado.
- En el LCD aparecerá el mensaje “FIN DE PROCESO”, en ese momento es tiempo de apagar el equipo desde el interruptor general y proceder a desconectar los inyectores. El equipo estará listo para otro ciclo de trabajo.

1.7. Mantenimiento

El mantenimiento del equipo se lo debe realizar siempre con el equipo apagado y desconectado para de esta manera prevenir daños personales o daños al equipo.

El mantenimiento básico consiste en la limpieza de la bandeja, ya que, si se forman sólidos en la bandeja ultrasónica y rejilla, estos deben ser retirados con un paño suave, con respecto al soporte de la bandeja y el resto de los componentes se debe evitar que se rieguen líquidos ya que puede causar un cortocircuito y daños al equipo.

1.8. Modos de fallo:

- **El equipo no enciende.** – lo que primero se debe verificar es que la acometida eléctrica sea la correcta 110Vac, a continuación, verificar el estado del cable de alimentación y si fuera necesario reemplazarlo. Después verificar que el interruptor general esté en buenas condiciones.
- **El equipo no cavita.** - si el equipo enciende, pero no cavita, es decir el equipo no realiza su trabajo se debe revisar el fusible de la PCB de alta frecuencia.

NOTA: Si después de realizar los procedimientos antes descritos se debe contactar con personal capacitado, para que le solucione cualquier inconveniente en su equipo.

Contacto con el servicio técnico autorizado:

audreecaiza@gmail.com

0993006766

02-3390128