

TIE

E774i

2010

U I U 3 3

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MESA ELEVADORA DE TIJERA PARA
APLICACIONES INDUSTRIALES**

TRABAJO PRESENTADO POR:

**ÁNGELA MARÍA ESTUPIÑÁN ORJUELA
MAURICIO GONZÁLEZ RAMOS
FREDY ALONSO HERNÁNDEZ CASTAÑEDA**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2010**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MESA ELEVADORA DE TIJERA PARA
APLICACIONES INDUSTRIALES**

**ÁNGELA MARÍA ESTUPIÑÁN ORJUELA
MAURICIO GONZÁLEZ RAMOS
FREDY ALONSO HERNÁNDEZ CASTAÑEDA**

**DIRECTOR:
INGENIERO LUIS FREDY SOSA QUINTERO**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2010**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Camilo Ernesto Porcillo Benay

Firma del Jurado

Tunja, 30 de septiembre de 2010

Solamente los autores son los responsables de las ideas y tesis expuestas en este trabajo.

*Dios por darnos derecho a vivir, existir
y llenarnos de bendiciones.
A nuestros padres, hermanos y familiares
por su apoyo incondicional, además de
su comprensión y ayuda en momentos difíciles.
Asimismo por hacer que este sueño se hiciera
realidad de convertirnos en profesionales.
A nuestros amigos por su acompañamiento y
entendimiento que nos brindaron en cada momento.*

AGRADECIMIENTOS

Al todopoderoso, por permitirnos terminar la carrera y la presentación de este trabajo, de igual forma a nuestras familias quienes con su amor y apoyo hicieron que seamos mejores personas, la cual sea ejemplo a la sociedad. Gracias a su colaboración fue posible la obtención del título.

P. Luis Alberto Orozco Arcila, O.P.(Rector Universidad Santo Tomas seccional Tunja), P.Tiberio Polania Ramírez, O.P. (Vicerrector Académico), P. Érico Juan Macchi O.P (Vicerrector Administrativo) Ing. José Ricardo Casallas (Decano Facultad de Ingeniería Electrónica), Ing. Luis Fredy Sosa (Tutor del proyecto de grado), Ing. Oscar Eduardo Umaña (Docente), Ing. Fabián Jiménez (Docente), Ing. Edward Wilder Caro (Docente), Ing. Adolfo Ávila (Docente), Ing. William Álvarez (Docente),Ing. FabianChaparro (Docente) Ing. Camilo Ernesto Pardo (Docente) Ing. Edgar Gutiérrez (Coordinador de laboratorios) Nubia Lozano (Secretaria Facultad de Ingeniería Electrónica.

A todos ellos gracias, por su tiempo y colaboración.

A todos nuestros compañeros que compartieron con nosotros sus experiencias y anécdotas profesionales y personales, que a su vez hicieron parte de nuestro conocimiento académico.

TABLA DE CONTENIDO

LISTAS DE FIGURAS	10
LISTAS DE TABLAS.....	12
GLOSARIO.....	13
RESUMEN.....	15
PROLOGO	16
INTRODUCCIÓN.....	17
JUSTIFICACIÓN	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
OBJETIVOS.....	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos	23
DISEÑO METODOLÓGICO	24
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	26
1.1. Historia De la Instrumentación	26
1.2. Metrología y Electrometría.....	27
1.2.1. Instrumentos de Medida.....	27
1.2.2. Clasificación.....	27
1.2.2.1. Precisión y tipo de trabajo.....	27
1.2.3. Instrumentos Analógicos:	28
1.2.4. Instrumentos Digitales:	29
1.3. HIDRÁULICA	29
1.3.1. Concepto de hidráulica.....	29
1.3.2. Prevención.....	30
1.3.3. Detección.....	30
1.3.4. Inspección.....	31
1.3.5. Mando hidráulico.....	31
1.3.6. Válvula de vías.....	31
1.3.6.1. Selección por su capacidad dimensional.....	35
1.3.6.2. Válvulas compactas.....	36
1.3.6.3. Válvula compacta CP	37
1.3.7. Microcontrolador	37
1.3.7.1. Microcontroladores de la familia HC08.....	39
1.3.7.2. Arquitectura de la CPU 68HC08.....	39
1.3.7.3. Compatibilidad de Código 68HC05/08.....	40

1.3.7.4. Tiempos de los Ciclos Internos de la CPU 68HC08	41
1.3.7.5. Organización de la Memoria del 68HC08.....	42
1.3.7.6. Sistemas de protección.....	42
1.3.7.7. CARACTERÍSTICAS DE LA CPU08.....	45
1.3.7.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROCONTROLADORES	45
1.3.7.9. ¿Qué son los pines de entrada?	46
1.3.7.10. ¿Qué son los pines de salida?	47
1.3.7.11. ¿Qué es CPU y función desempeña en el microcontrolador?.....	47
1.3.7.12. ¿Qué es el reloj y para qué sirve?	47
1.3.7.13. ¿Qué función cumple la memoria dentro del sistema?	48
1.4. MESAS ELEVADORAS	48
1.4.1. Concepto.....	48
1.4.2. Clasificación de las mesas elevadores	49
1.4.3. Principales elementos que componen una mesa elevadora de tijera	49
1.5. SENSORES.....	49
1.5.1. Controlador.....	51
1.5.1. Proceso.....	51
1.5.2. Características de un sensor.....	51
CAPITULO 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.....	53
2.1. Bomba de Engranaje Externo.....	53
2.2. Cilindro Hidráulico	54
2.2.1. Diagrama de bloques del sistema hidráulico	56
2.3. Sistema de transmisión de potencia hidráulica:.....	57
2.4. Motor Jaula De Ardilla	57
2.5. Sensor Fotoeléctrico De proximidad	58
2.5.1. Principio de triangulación.....	59
2.5.2. Aplicaciones.....	61
2.6. Celda De Carga o Sensor de Peso.....	61
2.6.1. Especificaciones Técnicas.....	63
2.6.2. Aplicaciones:.....	63
2.6.3. Conexiones eléctricas	63
CAPITULO 3. PRUEBAS Y RESULTADOS	64
3.1. Acondicionamiento	64
3.1.1. Procesos del acondicionamiento de las señales	64
3.2. Control del proceso	68
3.2.1. Diagrama de bloques eléctrico.	70
3.3. Potencia.....	73

3.4. Construcción.....	75
3.4.1. Funcionamiento	75
3.4.2. Datos técnicos	76
3.5. Mecánica.....	78
3.5.1. Descripción De Los Materiales	79
OTROS APORTES DERIVADOS DEL TRABAJO	81
CONCLUSIONES	82
NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO	84
RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	86
REFERENCIAS.....	87
ANEXOS	
Anexo1. Artículo “Instrumentación De Una Mesa Elevadora de Doble Tijera Para Fines Industriales”	94
Anexo2. Datasheet Celda De Carga.....	96
Anexo3. Datasheet Sensor De Proximidad.....	101
Anexo4. Datasheet Microcontrolador	131
Anexo5. Datasheet Triac.....	138
Anexo6. Datasheet Optoacoplador.....	153
Anexo7. Datasheet Amplificador Operacional TL074.....	168

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Aplicación de sistemas hidráulicos en maquinaria pesada	30
Figura 2. Cilindros hidráulicos	30
Figura 3. Válvula 3 / 2 N.C., accionada por pilotaje y reposicionamiento por resorte	31
Figura 4. Válvula 3 / 2 N.C., accionada por pilotaje y reposicionamiento por resorte	32
Figura 5. Los cuadros representan posiciones de mando, y el no. de cuadros es igual al no. de posiciones de mando.....	32
Figura 6. Las flechas indican las rutas que puede tomar el aire (dirección y sentido).	32
Figura 7. La "T" representa rutas bloqueadas	32
Figura 8. Partes de una válvula 3 / 2 vías accionamiento retorno de muelle.....	33
Figura 9 Válvula 5/2 con accionamiento y reposicionamiento por pilotaje	34
Figura 10. Válvula 5/2 con accionamiento por pilotaje y reposicionamiento muelle	34
Figura 11. Válvula 3/2 N.C. con accionamiento por pilotaje y reposicionamiento por muelle.....	34
Figura 12. Válvula 3/2 N.C. con accionamiento por botón pulsador y reposicionamiento por muelle	34
Figura 13. Válvula 3/2 N.C. con accionamiento por rodillo y reposicionamiento por muelle	34
Figura 14. Tipos de accionamientos para las válvulas	35
Figura 15. Electroválvula	36
Figura 16. Registros del microcontrolador Motorola 68HC908GP32	40
Figura 17. Ciclos de los tiempos del microcontrolador MC68HC908GP32 de Motorola	41
Figura 18. Bloques de memoria microcontrolador MC68HC908GP32 de Motorola.....	42
Figura 19. Diagrama de bloques del microcontrolador MC68HC908GP32 de Motorola	43
Figura 20. Distribución de pines del microcontrolador MC68HC908GP32 de Motorola	44
Figura 21. Bloques de memoria del microcontrolador MC68HC908GP32 de Motorola	44
Figura 22. Imagen bomba de engranaje externo	54
Figura 23. Imagen cilindros hidráulico	56
Figura 24. Diagrama de bloques del circuito hidráulico	56
Figura 25. Motor jaula de ardilla	58
Figura 26. Gráfico de respuestas contra un objeto.....	59
Figura 27. Salida de voltaje análoga Vs Distancia	60
Figura 28. Imagen sensor fotoeléctrico.....	60
Figura 29. Diagrama de bloques interno del dispositivo	61
Figura 30. Características Eléctricas	61
Figura 31. Imagen celda de carga	62
Figura 32. Dimensiones de la plataforma	62
Figura 33. Conexiones eléctricas.....	63
Figura 34. Diagrama de bloques del sistema	64
Figura 35. Circuito de acondicionamiento CELDA DE CARGA	65
Figura 36. Tarjeta de acondicionamiento vista superior	66
Figura 37. Tarjeta de acondicionamiento vista inferior.....	67
Figura 38. Tarjeta de acondicionamiento vista en 3 dimensiones (3D).....	67
Figura 39. Diagrama de bloques de la tarjeta de control	70
Figura 40. Plano de tarjeta de control	71
Figura 41. Tarjeta de control vista superior.....	72
Figura 42. Tarjeta de control vista inferior.....	72
Figura 43. Tarjeta de control vista en 3 dimensiones (3D)	73
Figura 44. Válvula 4/2 vías.....	74
Figura 45. Válvula 4/2 vías y conexiones.....	75

Figura 46. Tarjeta de potencia vista Superior.....	77
Figura 47. tarjeta de potencia vista inferior	77
Figura 48. tarjeta de potencia.....	78
Figura 49. Platina.....	79
Figura 50. Angulo.....	80

LISTAS DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de la forma de conexiones	33
Tabla 2. Características de los microcontroladores	38
Tabla 3. Aplicaciones de los sensores.....	50
Tabla 4. Características técnicas de la celda de carga	63
Tabla 5. Datos técnicos de la electroválvula.	76
Tabla 6. Características de la soldadura.....	79

GLOSARIO

Automatización: Describe sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente del control humano.

Chip: o Circuito Integrado, es una pastilla muy delgada en la que se encuentran una enorme cantidad (del orden de miles o millones) de dispositivos microelectrónicos interconectados, principalmente diodos y transistores, además de componentes pasivos como resistencias o condensadores.

Datasheet: es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente electrónico, con el suficiente detalle para ser utilizado por un ingeniero de diseño y diseñar el componente en un sistema. Comienza típicamente con una página introductoria que describe el resto del documento, seguido por los listados de componentes específicos, con la información adicional sobre la conectividad de los dispositivos.

Electrónica: Es la rama de la física que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo de los electrones u otras partículas cargadas eléctricamente, desde las válvulas termoiónicas hasta los semiconductores.

Encapsulado: Envoltura que protege a los semiconductores y permite que estos se puedan manipular cómodamente

Filtro de aceite: Elemento colocado en el circuito de oleo hidraulico y que sirve para recoger las impurezas que están en suspensión en el aceite y que pueden ocasionar daños en las piezas asociadas. Se fabrican con papel a base de celulosa, algodón y materiales sintéticos. El papel se coloca en un armazón metálico que evita que se deforme por la presión del aceite. El armazón se coloca en un cartucho que se rosca directamente sobre el bloque o una pieza que sirve de soporte. Por su bajo coste y los grandes beneficios que aporta se recomienda cambiarlo cada vez que se reemplaza el aceite.

Frecuencia: Número de veces que se repite una situación o ciclo en un tiempo determinado. La frecuencia es la inversa del periodo (tiempo de duración de un ciclo). Se mide en Hercios que equivale al número de veces que se repite la situación medida en un segundo. Cuanto mayor es la frecuencia, mayor es el número de veces que se repite en un segundo y menor es el tiempo disponible para realizar un ciclo. Las rpm es una medición de frecuencia pero la base del tiempo es un minuto, en vez de un segundo.

Hardware: Equipo utilizado para el funcionamiento de una computadora. El hardware se refiere a los componentes físicos de un sistema informático. La función de estos componentes suele dividirse en tres categorías principales: entrada, salida y almacenamiento.

Histéresis: Fenómeno en el cual el comportamiento actual depende de la historia del sistema. Comportamiento de retraso similar a la fricción mecánica.

Impedancia: Oposición que representa un componente o componentes al paso de la corriente alterna.

Interfaz: Se le denomina a cualquier medio que permita la interconexión de dos procesos diferenciados con un único propósito común.

Instrumentación: Término utilizado para referirse a todas aquellas aplicaciones que exigen alta precisión, como telemetría, control de procesos, etc.

LCD: LiquidCrystalDisplay. Pantalla de cristal líquido. Tecnología que permite la creación de pantallas planas.

Lenguaje de Programación: Cualquier lenguaje artificial que puede utilizarse para definir una secuencia de instrucciones para su procesamiento por un ordenador o computadora.

Módulo ADC: Los microcontroladores que incorporan un Conversor A/D (Analogico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del ADC diversas señales analógicas desde los pines del circuito integrado.

Motor eléctrico: Motor que convierte la energía eléctrica en mecánica. Esta formado por un estator (permanece fijo a la carcasa) y un rotor (gira en el interior del estator). El motor funciona por la atracción y repulsión entre campos magnéticos creados en unas bobinas colocadas en el rotor y en el estator. Las bobinas son alimentadas con corriente eléctrica para crear los campos magnéticos. La alimentación del rotor se realiza por medio de un colector (que gira con el rotor) y de escobillas (que permanecen fijas en la carcasa). Los motores eléctricos pueden funcionar con corriente eléctrica continua o alterna siendo necesario estructuras internas diferentes.

Procesamiento Digital de Señales: Es una técnica que convierte señales de fuentes del mundo real (usualmente en forma analógica), en datos digitales que luego pueden ser analizados. Este análisis es realizado en forma digital pues una vez que una señal ha sido reducida a valores numéricos discretos, sus componentes pueden ser aislados, analizados y reordenados más fácilmente que en su primitiva forma analógica.

Sensor: Es un dispositivo que detecta, o censa manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc; es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida.

Software: Programas de computadoras. Son las instrucciones responsables de que el hardware (la máquina) realice su tarea. Como concepto general, el software puede dividirse en varias categorías basadas en el tipo de trabajo realizado.

RESUMEN

Para la realización de este proyecto fue necesario hacer la construcción de una mesa tipo tijera, la cual fue elaborada en acero, por los autores.

En el presente trabajo de grado se describe el funcionamiento de la mesa y los diferentes tipos de sensores y actuadores con los que se instrumentó la mesa elevadora de tijera. El dispositivo está basado en la teoría de descartes sobre los paralelogramos; es un mecanismo de varillas conectadas de tal manera que se puedan mover respecto a un punto fijo. El elemento encargado de generar el movimiento de las tijeras es un cilindro hidráulico, el cual es accionado a través de una bomba de engranajes que inyecta el aceite a presión hacia el pistón haciendo que se mueva el embolo y por ende las barras.

Este proyecto consta de cuatro etapas para el correcto funcionamiento, la primera etapa es el sensado de las variables que intervienen en el proceso, la segunda etapa es el acondicionamiento de las señales adquiridas por los sensores, asimismo se encargada de amplificar las señales provenientes de los sensores de peso y proximidad, a un nivel de voltaje que sea adecuado (0V a 5 V) para sus posteriores ingresos a la etapa de adquisición y procesamiento. La tercera etapa es el procesamiento de los datos y control de proceso a través de un microcontrolador MC68HC908GP32CPE. La última etapa es el acoplamiento y manejo y control de los sistemas actuadores de potencia. Los datos ya procesados a través de un módulo de conversión análogo/digital del microcontrolador son visualizadas por el usuario por una pantalla de cristal líquido LCD.

En el capítulo 1 el lector podrá encontrar una introducción a la metrología, la historia de la instrumentación, funcionamiento de los sensores y actuadores como motores, cilindros hidráulicos.

En el capítulo 2 el lector conocerá como fue el diseño y construcción de la máquina, también la selección de los diferentes dispositivos que el sistema debe tener par su óptimo funcionamiento, además de estos se encontraran algunas características técnicas acerca de los sensores utilizados aquí y sus aplicaciones en la industria.

En el capítulo 3 el lector encontrara los diseños de la tarjetas de circuitos impresos presentes en el sistema en donde se describe detalladamente la función que cada una de estas cumple dentro del sistema, además de esto se hace una descripción de los materiales utilizados para la elaboración de la máquina.

Por ende con el desarrollo de este tipo de sistemas es importante que los estudiantes de pregrado y posgrado, se estimulen a seguir investigando y trabajando en las líneas de automatización e instrumentación con el fin de mejorar e innovar en nuevas tecnologías que contribuyan al progreso de la industria en la región y el país.

PROLOGO

Los autores de este trabajo de investigación pertenecen a la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomas Tunja, la cual ha aportado conocimientos en las áreas de automatización, control e instrumentación, la cuales fueron aplicadas en desarrollo de este proyecto, además este contiene información detallada de cada uno de los pasos que se tuvieron en cuenta para el diseño e implementación de la mesa elevadora de tijera.

El objetivo del documento es permitir que los estudiantes y profesionales interesados en trabajar con dicha mesa automatizada puedan de una manera práctica trabajar e interactuar con el sistema, ya sea en la programación, instrumentación, automatización y control de manera rápida y eficiente.

Cabe aclarar que el lector de este trabajo debe tener conocimientos previos de instrumentación y automatización así como de microcontroladores y lógica de programación en bajo y alto nivel para que pueda asimilar en forma apropiada la información presentada.

El documento examina y describe en cada uno de sus capítulos las características, modos de operación y formas de configuración de cada uno de los sensores y actuadores empleados para la realización del proyecto.

Finalmente se anexan los documentos técnicos y de información de los diseños de los circuitos impresos empleados en la máquina y los videos de verificación del correcto funcionamiento del prototipo, que conjuntamente con el documento de monografía sirvan de evidencia y motivación para que sigan investigando acerca de la aplicaciones e impacto que este tipo de tecnologías puedan tener en el sector industrial.

INTRODUCCIÓN

La instrumentación industrial es una de las ramas que se encarga de controlar y registrar variables de un proceso con el fin de optimizar y aprovechar mejor los recursos utilizados, siendo hoy en día una de las líneas que muestra la realidad de lo que está sucediendo en un determinado evento, el cual va encaminado a mirar el comportamiento y la manera de actuar sobre diferentes parámetros y así poder tomar decisiones.

Así mismo la Instrumentación es la que ha permitido el desarrollo tecnológico en la actualidad teniendo en cuenta la automatización, el control y muchas más actividades en los procesos industriales presentes en nuestro mundo actual. Es por esto que los dispositivos elevadores como la mesa de doble tijera cuentan con un alto componente de instrumentación que permite el control de este tipo de dispositivos, siendo una componente importante a desarrollar en el diseño del prototipo.

Este tipo de mecanismos tienen diferentes campos de aplicación a nivel industrial, entre las aplicaciones más importantes se tienen: mesas para mover carga, mesas elevadoras para mantenimiento de vehículos, mesas elevadoras para personal, entre muchas más aplicaciones presentes en la industria.

Entre los principales fabricantes de este tipo de mecanismos se encuentran empresas como Blitz, Lif&compactors que se destaca por el desarrollo tecnológico en sus productos, además se adecuan a cualquier necesidad de elevación. A nivel regional y nacional son pocos los desarrollos y aplicaciones que este tipo de dispositivos mecánicos tiene en la industria, estos en su mayoría son importados desde España y México, en donde hay empresas dedicadas al desarrollo de estos dispositivos avances tecnológicos lo cual conlleva a indagar por las diferentes aplicaciones de estas máquinas en la industria.

Este proyecto nace como iniciativa de innovar y hacer los procesos industriales más automatizados, por esa razón se desarrolló "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MESA ELEVADORA DE TIJERA PARA APLICACIONES INDUSTRIALES", la cual utiliza un cilindro hidráulico el cual funciona a través de una bomba de engranajes que impulsa un fluido ejerciendo una presión que hace que el embolo salga y de este modo se puedan mover las varillas de todo el sistema. El movimiento de los engranajes se hace mediante un motor que conecta en su eje una polea que va al eje de la bomba; el sistema de poleas sirve para reducir la magnitud de la fuerza que se necesita para mover los engranajes, así se obtiene una presión alta que hace que el embolo tenga la suficiente fuerza para mover las varillas.

El prototipo tiene la visualización en LCD de la altura a la que se eleva la carga y del peso de esta, lo que hace que el sistema tenga una gran precisión; esto es posible gracias a un sensor de proximidad y una celda de carga. El sensor de proximidad funciona mediante el principio de triangulación lo cual mide un ángulo que se da según la distancia; el microcontrolador realiza una conversión que muestra la distancia exacta en centímetros a la cual se encuentra, para este caso es la altura a la que está la carga, de forma similar

funciona la celda de carga, la cual hace un sensado del peso, arrojando datos en voltios, y el microcontrolador realiza la conversión a kilogramos.

JUSTIFICACIÓN

El uso e implementación de nuevas tecnologías hacen posible el desarrollo de máquinas, que abren las puertas hacia la innovación y adecuación de los sistemas antiguos en los procesos industriales, que tienen como objetivo primordial brindar seguridad y efectividad en la realización de trabajos.

El proyecto a diseñar es importante ya que genera un avance tecnológico en el desarrollo de estos dispositivos en la región, generando reducción una mayor eficiencia en la realización de algún proceso en el que se requiera transportar cargas pesadas.

En la actualidad las tecnologías han influenciado nuestra cotidianidad de manera más visible y tangible, como es el caso de la tecnología aplicada a la seguridad de las personas (seguridad Industrial) haciendo la vida más fácil y cómoda, previniendo así accidentes. Por este motivo se han convertido en una tecnología con todo tipo de dispositivos automatizados de manera significativa en las últimas décadas, especialmente en los que se reconocen como desarrollados o con altos niveles de aplicación tecnológica, con una tendencia de ser aplicados en los países en vía de desarrollo, y ahora de manera progresiva en los países de América latina; este tipo de innovación tecnológica ha permitido que exista un crecimiento en la industria siendo implementada en muchos ámbitos de ella.

Por lo anterior expuesto se pretende que por medio de este prototipo producir un sistema que no es común en el país, siendo uno de los primeros sistemas implementados, además de ser visible en una pantalla de cristal líquido (LCD) que se encontrara en el equipo mismo, y en un futuro poder comercializar dicho producto a distintas industrias. Además se quiere evidenciar los conocimientos en las líneas de Instrumentación y Control aplicadas a este prototipo.

En algunas ocasiones las personas desean realizar diferentes tareas domésticas e industriales que se imposibilitan, pues estas actividades requieren que estén en un lugar específico. De otro lado, el uso de la tecnología móvil hoy en día es algo básico. La necesidad de estar comunicados es satisfecha por el uso del teléfono celular, con el cual en cualquier momento y lugar puede tenerse una comunicación con las demás personas con el simple uso de un dispositivo móvil. Por ello se hace de manera fácil utilizar esta tecnología GSM en nuestra mesa de doble tijera ya que por medio de este dispositivo se va poder controlar su elevación mediante el monitoreo de las variables que intervienen en el proceso (peso, altura).

Finalmente es aclarar que por medio de este dispositivo se podrá mostrar los conocimientos adquiridos durante estos años en la universidad en distintos ámbitos de la Ingeniería Electrónica, por medio del desarrollo de este prototipo con características definidas y la

puesta en práctica, permitiéndonos expresar y mejorar el trabajo en equipo y la responsabilidad que de ello se desprende.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Día a día el mundo se enfrenta a la necesidad de crear una conciencia de las diferentes aplicaciones que pueden dar la tecnología a los seres humanos. Las actividades industriales que se han vuelto necesarias para la vida moderna en los países desarrollados han generado una serie de peligros en lo que se conoce como seguridad industrial. Los países en vía de desarrollo, al modernizarse han generado el mismo tipo de problemas, quizá más agudos debido a la falta de recursos económicos, científicos, tecnológicos y humanos que los enfrentan.

Los procesos industriales requieren de automatización electrónica con el fin de obtener mayor calidad y eficiencia en su línea de producción, siendo de esta forma un motivo para pensar en la fabricación de instrumentos que ayuden a mejorar los inconvenientes que se presentan a diario.

Inconvenientes, que se ven reflejados al momento en que el personal encargado de producción requiere transportar un producto de un lugar a otro, siendo estos mismos quienes recurran a realizar dicha labor. Además es normal observar en la vida diaria la implementación de este dispositivo ya que año tras año, los trabajadores de la construcción, amas de casa o trabajos varios mueren debido a caídas desde alturas. Más de la mitad de las personas que han muerto son personas que estaban trabajando subidas en una escalera según la ARP COLPATRIA quienes reportan un número significativo de accidentes. La gente que se cae al bajarse, es el doble de la gente que se cae al subirse. La causa principal de las caídas desde una escalera recta y una escalera de extensión es el deslizamiento de la base de la misma. Muchos de los trabajadores que tienen que trasladar la escalera también terminan con la espalda lesionadas o causando daños al inmueble como ralladuras en las paredes o en el peor de los casos golpeando a personas que se encuentran a su alrededor.

Es fundamental resaltar la importancia para el administrador de saber dónde y con qué frecuencia se le está utilizando sus máquinas, dando uso adecuado a sus bienes, por medio de los módulos GSM se puede realizar reportes en donde sea más fácil y cómodo saber cuándo ha sido empleada o no la máquina, llevando así un control. Asimismo es muy difícil demostrar que el operario este cumpliendo los la reglamentación de seguridad o de hora y mucho más si hay que pagar bienes y perjuicios por algún accidente que hubiera causado la utilización de la máquina, al tener los reportes se puede corroborar la información si el operario utilizo adecuadamente la maquina o no, previniendo así que tengan que pagar indemnizaciones sin una causal verdadera.

Para las escaleras que se sostienen solas o las escaleras de tijera, la causa principal es que se vaya de lado, por exceso de peso o mala ubicación de la carga y mal manejo del usuario.

Al realizar una investigación preliminar acerca de los desarrollos en las áreas de telecomunicaciones y electrónica en aplicaciones a dispositivos industriales como una mesa elevadora de doble tijera, se denota que no existe en el mercado nacional una

empresa encargada de fabricar este tipo de máquina, surgiendo de esta forma una serie de cuestionamientos:

¿Por qué no se están fabricando estos productos en el país que podrían prevenir accidentes de trabajo?

¿De qué manera se puede implementar tecnología de punta para monitorear y controlar determinados procesos en la industria?

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar e implementar una mesa elevadora de tijera con capacidad de levantar un máximo de 100Kg. y una elevación aproximada de 1.8 metros, que pueda ser implementada en las empresas en que se requiera automatización con el fin de mejorar la calidad y eficiencia en sus líneas de producción industrial.

Objetivos Específicos

- Diseñar una mesa de tijera para aplicaciones en procesos industriales que requieran elevar y transportar objetos que el hombre difícilmente puede mover.
- Seleccionar los sensores adecuados que permitan medir las diferentes variables físicas del sistema, para poder instrumentar la mesa correctamente.
- Diseñar e implementar un sistema microcontrolado para manipular y monitorear las diferentes variables que intervienen en el sistema.
- Parametrizar los sensores de acuerdo a su comportamiento y magnitud física que va ser sensada, para garantizar la fiabilidad y trazabilidad de las medidas.

DISEÑO METODOLÓGICO

La construcción de este prototipo es una oportunidad de innovar y aportar a nuestra región una solución que brinde seguridad y eficiencia en los procesos, que propendan por el mejoramiento de la calidad de vida. El trabajo consiste en el diseño de una mesa de doble tijera que se utilizara para levantar un máximo de 100Kgr. y una elevación aproximada de 1.8 metros.

Este trabajo constara de dos fases, la primera conllevara al título de pregrado y la segunda al de especialización. En la primera fase se realizara el diseño selección de instrumentos, en la segunda se implementara la mesa de doble tijera con toda la automatización hecho en la primera fase, además implementara un módulo GSM que envía información por medio de comandos AT, lo que conllevara al título de Postgrado.

Como primera fase, se tendrá una etapa de investigación y diseño que permitirá conocer de manera detallada el funcionamiento del mecanismo, para realizar la mesa de doble tijera. En esta fase se realizara una adecuada instrumentación, la cual será necesaria para la obtención de las diferentes señales por medio de una selección de sensores y actuadores que se requieran para el adecuado funcionamiento del sistema. A continuación se hará la adquisición de diferentes materiales para la construcción de la estructura, la implementación del sistema hidráulico, sensores de proximidad y de la celda de carga. De esta forma las variables procesadas por medio de un microcontrolador serán visualizadas en una pantalla de cristal líquido LCD, en la cual se dará al usuario información relacionada con peso y distancia, para una mejor interfaz usuario máquina.

Esta parte terminará con el ensamblaje de todas las partes que conforman el sistema que son: la estructura, sistema hidráulico y la parte electromecánica. La parte más relevante en esta etapa será la selección de los sensores, actuadores y dispositivos que se implementaran en el sistema, ya que al ser un dispositivo electromecánico el análisis de sus diferentes bloques que lo componen tiene un alto grado de complejidad.

En una segunda fase, se hará todo lo concerniente a la parte de la comunicación, para esto se implementara un módulo GSM que envía información por medio de comandos AT. En esta fase se realizara la respectiva investigación del funcionamiento del módulo y su implementación en el sistema que se desarrolló en la fase uno de este proyecto, en lo que se pretende el reconocimiento de la arquitectura del módulo GSM, selección del módulo GSM, puesta en funcionamiento del módulo GSM, programación del módulo y reconocimiento de las potencialidades del módulo para el escalamiento futuro, pruebas de funcionamiento, desarrollo de interfaz humano máquina.

Asimismo se hará un manual de funcionamiento de todo el sistema, el cual se podrá observar de manera clara como es el correcto manejo tanto de la parte de instrumentación, control, automatización y comunicaciones que se requirió en el proyecto. Dando paso a paso desde cómo se debe accionar, hasta que peso y altura máxima que debe alcanzar

mostrando posibles problemas que se podrían presentar al hacer un mal manejo de este dispositivo.

Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir que la investigación que se va a llevar a cabo es en general, una investigación de tipo académico y deductivo ya que se cuenta con una investigación cualitativa y cuantitativa convirtiéndose en una investigación teórico experimental, puesto que el proyecto que se propone solamente será el diseño sino también su implementación física.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Historia De la Instrumentación

La instrumentación, tiene sus orígenes en la aplicación de la ley de inducción de Faraday visualizada por la deflexión o movimiento de una aguja sobre una escala graduada, lo que permite determinar la medida del variable objeto de estudio. Los instrumentos basados en este principio son los que se han utilizado como visualizadores de medida debido a su rendimiento, calidad de medida y precio. Normalmente, su uso es importante en los cuadros de control, mando y distribución en las instalaciones eléctricas, donde es necesaria la visualización del parámetro eléctrico, sin importar pequeñas variaciones. La ventaja de estos instrumentos es la de reflejar la fluctuación del parámetro de forma muy latente. A todo lo anterior se suma el avance en la ciencia de materiales lo que permitió la construcción de equipos para el monitoreo, control y medida de diversos procesos en todos los campos del conocimiento y es lo que se conoce como instrumentación analógica.

Desde entonces, el desarrollo de la tecnología electrónica ha sido notable, al final de los años setentas, el arribo de nuevos tipos de instrumentos digitales de medición que no requerían cables, fue favorecido por el rápido progreso de la tecnología de integración en gran escala (LSI), junto con el desarrollo de pantallas digitales, como las de cristal líquido (LCD), y la miniaturización de las baterías. La adopción de tecnología electrónica avanzada no sólo ha allanado el camino de los instrumentos digitales de medición, sino que también ha posibilitado la expansión de funciones en una forma que fue difícil lograr con los sistemas mecánicos; todos estos precedentes han hecho posible la construcción de elementos semiconductores y equipos cada vez más compactos y con un sinnúmero de funciones lo que ha desencadenado una nueva era la denominada instrumentación digital, la cual está presente en una gran número de procesos de nuestra vida diaria y con los cuales convivimos.

Las últimas tendencias en la instrumentación, están encaminadas hacia la denominada instrumentación virtual, donde se sustituye el hardware por software y para ello se emplea un procesador que ejecuta un programa específico, este programa se comunica con los dispositivos para configurarlos y leer sus medidas.

Los instrumentos pueden ser utilizados para medir variables físicas, ejercer acciones de control mediante e elementos actuador es, transmitir información de un punto a otro, interpretar señales y mediante algoritmos decidir el funcionamiento del sistema.¹

Los instrumentos pueden ser elementos eléctricos, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, electrónicos, una combinación de estos, o inclusive elementos activados manualmente.

Por ello los sistemas hidráulicos desempeñan un papel muy importante en el funcionamiento eficiente de una máquina. Como los sistemas hidráulicos actuales son más

¹http://www.lulu.com/items/volume_25/410000/410720/1/print/InstrumentacionVirtualIndustrial.pdf

sofisticados que nunca, para que proporcionen la máxima productividad, al menor costo posible, es necesario aplicar técnicas de gestión y mantenimiento de sistemas

1.2. Metrología y Electrometría.

La Metrología es la ciencia y el arte de medir correctamente. Como las mediciones son importantes en prácticamente todos los procesos productivos, su relevancia para la calidad es de suma importancia.

Medir "bien" no es sólo medir con cuidado, o utilizando el procedimiento y los instrumentos adecuados. Además de lo anterior, se trata de que las unidades de medida sean equivalentes y sean iguales en cualquier parte del mundo y bajo las mismas circunstancias.

Medir es *"Comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera"*².

En el sistema internacional se define en unidades de ocho cantidades físicas, estas son:

Longitud, metro (m)
Masa, kilogramo (Kg)
Tiempo, segundo (S)
Corriente Eléctrica, amperio (A)
Temperatura, grados kelvin (K)
Luminancia, candela (Cd)
Ángulo Plano, radian (rad)
Ángulo Sólido, esteradian (sr)

1.2.1. Instrumentos de Medida

Los instrumentos de medida son aparatos que permiten conocer y comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición de acuerdo a un patrón y estándares ya establecidos.³

1.2.2. Clasificación

Los instrumentos de medida en general se pueden clasificar en dos grupos:

1.2.2.1. Precisión y tipo de trabajo.

En este grupo se ubican tres tipos de instrumentos

- Instrumentos de laboratorio

² Diccionario Real Academia de la Lengua, Medir.

³http://www.fisica.uh.cu/bibvirtual/fisica_aplicada/fisica1y2/mediciones/mediciones.htm

Estos son instrumentos de gran precisión

- Instrumentos portátiles

Estos son transportables y utilizados para realizar mediciones en instalaciones. Instrumentos usados para realizar mantenimiento.

- Instrumentos de tablero

Son de instalación fija, y empotrados en tableros de control

1.2.2.2. Funcionalidad

- Instrumentos Analógicos

Estos son de aguja, y la lectura de la magnitud medida proviene de la deflexión de la aguja o disco.

- Instrumentos Digitales

Son instrumentos electrónicos compuesto de pantallas alfa numéricas, que indican una cantidad visible al operario.

Se tiene varias ventajas y desventajas al momento de utilizar estos dos tipos de instrumentos:

1.2.3. Instrumentos Analógicos:

Ventajas:

- Bajo Costo.
- En algunos casos no requieren de energía de alimentación.
- No requieren gran sofisticación.
- Presentan con facilidad las variaciones cualitativas de los parámetros para visualizar rápidamente si el valor aumenta o disminuye.
- Es sencillo adaptarlos a diferentes tipos de escalas no lineales.

Desventajas:

- Tienen poca resolución, típicamente no proporcionan más de 3 cifras.
- El error de paralaje limita la exactitud a $\pm 0.5\%$ a plena escala en el mejor de los casos.

- Las lecturas se presentan a errores graves cuando el instrumento tiene varias escalas.
- La rapidez de lectura es baja, típicamente 1 lectura/ segundo.
- No pueden emplearse como parte de un sistema de procesamiento de datos de tipo digital.

1.2.4. Instrumentos Digitales:

Ventajas:

- Tienen alta resolución alcanzando en algunos casos más de 9 cifras en lecturas de frecuencia y una exactitud de $\pm 0.002\%$ en mediciones de voltajes.
- No están sujetos al error de paralelaje.
- Pueden eliminar la posibilidad de errores por confusión de escalas.
- Tienen una rapidez de lectura que puede superar las 1000 lecturas por segundo.
- Puede entregar información digital para procesamiento inmediato en computadora.

Desventajas:

- El costo es relativamente elevado.
- Son complejos en su construcción.
- Las escalas no lineales son difíciles de introducir.
- En todos los casos requieren de fuente de alimentación

1.3. HIDRÁULICA

1.3.1. Concepto de hidráulica

El sistema hidráulico es una red interdependiente cuidadosamente equilibrada. Los componentes hidráulicos están diseñados para trabajar juntos, constituyendo un sistema que proporcione la máxima eficiencia, que finalmente, conducirá a que la productividad de la máquina sea mayor y los costes de operación lo más bajos posibles. Sin embargo, hay muchos factores que están trabajando todos los días para desmejorar esta eficiencia⁴.

⁴<http://members.fortunecity.es/100pies/mantenimiento/mantenimientohidraulico.htm>

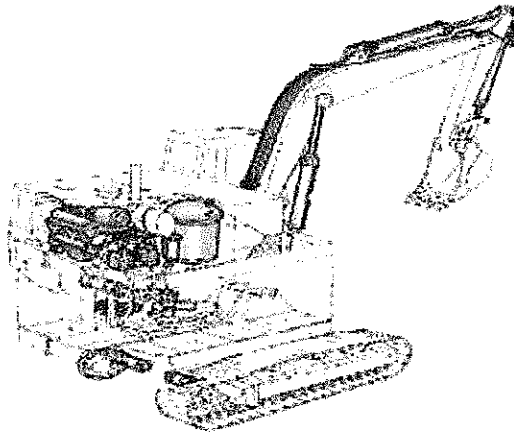


Figura 1. Aplicación de sistemas hidráulicos en maquinaria pesada

Fuente: <http://members.fortunecity.es/100pies/mantenimiento/mantenimientohidraulico.htm>

Hay tres elementos a considerar en el mantenimiento de los sistemas hidráulicos:

1.3.2. Prevención

Muchos problemas, el primero la contaminación, pueden ser evitados. Algunos componentes están expuestos al polvo, arena y agua que, por consiguiente, pueden entrar en el sistema hidráulico y causar un desgaste prematuro. Si puede controlar esta contaminación podrá mantener la eficiencia del sistema y corregir los problemas antes de que se conviertan en costosas averías [1].

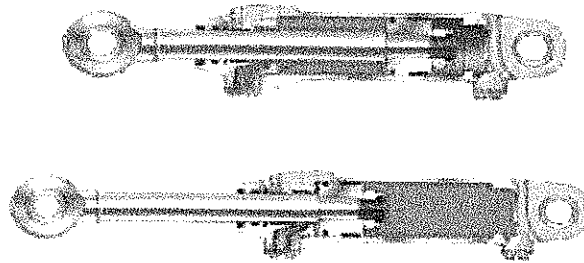


Figura 2. Cilindros hidráulicos

Fuente:

<http://members.fortunecity.es/100pies/mantenimiento/mantenimientohidraulico.htm>

1.3.3. Detección

Los sistemas hidráulicos son sistemas cerrados, lo que quiere decir que la mayor parte del desgaste de los componentes se produce internamente. Para detectar el desgaste y otros problemas dentro del sistema no hay más herramienta disponible que el analizar el aceite periódicamente.

1.3.4. Inspección

La observación diaria de la máquina, la búsqueda de fugas y el control de las prestaciones de la máquina, pueden detectar muchos problemas antes de que obliguen a una parada no programada de la máquina. [2]

Por lo tanto la hidráulica puede ser empleada en una mesa de elevación con doble tijera, donde es muy empleada cuando el espacio es limitado y cuando se requiere una elevación muy grande. La mesa de elevación se puede utilizar por ejemplo como plataformas de trabajo, cargadores de plataforma, elevadores, elevaciones de personas minusválidas y/o apiladores. [3]

Esta mensa se trata de un producto de utilización común para todo tipo de empresa, representando en muchos casos una óptima solución en términos de funcionalidad, economía y seguridad. Dicha mensa permite resolver la transferencia de cargas muy pesadas a alturas muy levadas.

1.3.5. Mando hidráulico.

El ordenamiento de movimientos de los actuadores hidráulico se lleva a cabo a través de válvulas de vías. Para seleccionar las válvulas que controlarán el desplazamiento de los actuadores hidráulicos se vara primeramente su clasificación y su funcionamiento⁵.

1.3.6. Válvula de vías.

Las válvulas de vías tienen la función de dirigir el aire a través de ellas para alimentar, desfogar y/o bloquear algún componente hidráulico. Estas válvulas al igual que los actuadores hidráulicos se representan por simbología normalizada que expresa su funcionamiento, aunque no su construcción.⁶

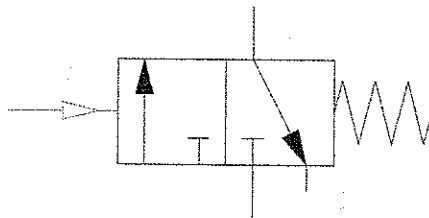


Figura 3. Válvula 3 / 2 N.C., accionada por pilotaje y reposicionamiento por resorte

Como se observa en la figura anterior una válvula puede estar representada simbólicamente, sin embargo, ¿qué representa esta simbología?

⁵<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2980/1/5497.pdf>

⁶www.loboinstruments.com/ELECTROVÁLVULAS.DOC

Generalmente las simbologías normalizadas pretenden representar con cada trazo una función específica. De esta manera se tiene que para las válvulas de vías su simbología se compone de lo siguiente:

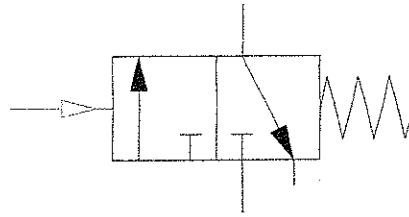


Figura 4. Válvula 3 / 2 N.C., accionada por pilotaje y reposicionamiento por resorte



Figura 5. Los cuadros representan posiciones de mando, y el no. de cuadros es igual al no. de posiciones de mando

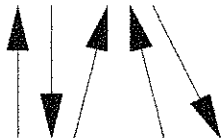


Figura 6. Las flechas indican las rutas que puede tomar el aire (dirección y sentido).

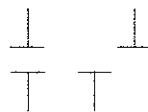


Figura 7. La “T” representa rutas bloqueadas

Cada uno de los puertos de una válvula tiene un uso específico, y se les clasifica de acuerdo a este uso y se les asigna un número de identificación según la norma ISO.

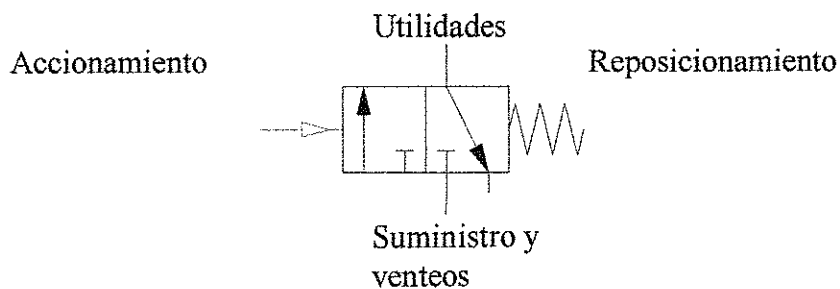


Figura 8. Partes de una válvula 3 / 2 vías accionamiento retorno de muelle.

Utilidades. Son los puertos que comunican directamente a la válvula con el elemento de trabajo o de mando y control.

Suministro. Es el puerto por donde se alimenta de aire comprimido a la válvula.

Accionamiento. Es el medio por el cual la válvula pasa de una posición de mando a otra, en el caso de los accionamientos hidráulicos recibe el nombre de pilotaje.

Reposicionamiento. Es el medio por el cual la válvula regresa a la posición de mando anterior.

Posición de mando. Es la posición que tiene una válvula en la que ordena una acción específica en el estado de sus puertos.

Vías. Son los puertos de mando por los que entra o sale el aceite.

PUERTOS DE LA VÁLVULA	IDENTIFICACIÓN SEGÚN ISO
UTILIZACIÓN	2, 4, 6
SUMINISTRO	1
ESCAPES	3, 5, 7
PILOTAJES	10, 12, 14

Tabla 1. Identificación de la forma de conexiones
Fuente: www.loboinstruments.com/ELECTROVÁLVULAS.DOC

De acuerdo a la tabla 1 es posible identificar a los puertos de las válvulas independientemente de la aplicación, nombrándolas de acuerdo a la cantidad de vías y no. de posiciones de mando, así como el tipo de accionamiento⁷.

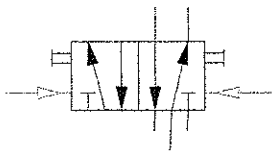


Figura 9 Válvula 5/2 con accionamiento y reposicionamiento por pilotaje

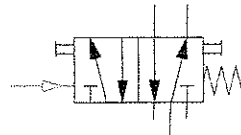


Figura 10. Válvula 5/2 con accionamiento por pilotaje y reposicionamiento muelle

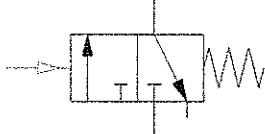


Figura 11. Válvula 3/2 N.C. con accionamiento por pilotaje y reposicionamiento por muelle

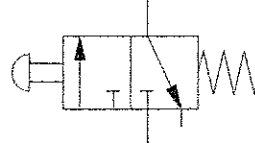


Figura 12. Válvula 3/2 N.C. con accionamiento por botón pulsador y reposicionamiento por muelle

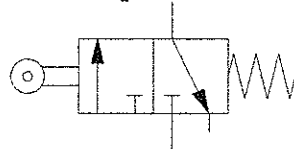


Figura 13. Válvula 3/2 N.C. con accionamiento por rodillo y reposicionamiento por muelle

Los accionamientos se clasifican en 5 grupos:

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. Musculares | 4. Eléctricos |
| 2. Mecánicos | 5. Combinados |
| 3. Neumáticos | 6. Hidráulicos |

En el siguiente esquema se ejemplifican algunos tipos de accionamientos.

⁷www.loboinstruments.com/ELECTROVÁLVULAS.DOC

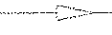
	Botón pulsador
	Palanca
	Pedal
	Leva
	Rodillo
	Resorte o muelle
	Pilotaje Servo pilotaje
	Bobina solenoide

Figura 14. Tipos de accionamientos para las válvulas
Fuente: www.loboinstruments.com/ELECTROVÁLVULAS.DOC

Las construcciones de las válvulas varían, pero se basan en los siguientes principios:

- A. Válvulas de asiento plano
- b. Válvulas de corredera
- c. Válvulas membrana

1.3.6.1. Selección por su capacidad dimensional.

La cantidad de flujo capaz de suministrar de una válvula está relacionada directamente a su dimensionamiento, por lo que una válvula grande permite suministrar una cantidad igual de aire. Este criterio debe ser tomado en cuenta, ya que de otra manera puede significar un funcionamiento deficiente del sistema hidráulico.⁸

⁸www.loboinstruments.com/ELECTROVÁLVULAS.DOC

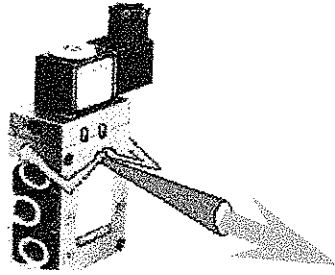


Figura 15. Electroválvula

Fuente: www.loboinstruments.com/ELECTROVÁLVULAS.DOC

1.3.6.2. Válvulas compactas

Con la miniaturización del mando, las válvulas de vías son tan pequeñas como es posible para reducir su peso y costo, las válvulas compactas son ideales para aplicaciones con necesidades de ahorro de espacio.

El mejoramiento en el diseño permite que las válvulas compactas tengan como ventajas:

- Un flujo laminar, en promedio
- Las pérdidas por fricción del flujo se reducen considerablemente por la eliminación de turbulencias
- Los tiempos de reacción y de conmutación son mínimos
- Terminales de válvulas muy pequeñas y de reducidos costos, (16 válvulas de 3/2 en un ancho de 11 cm), de extraordinaria potencia
- Ligeras, una terminal CP de 4 mini válvulas 5/2 monoestable, pesa 750 g, mientras que una sola válvula tipo tigre modelo JMVH 5 1/8 SB pesa 560 g.
- Las válvulas pueden ser usadas para vacío a - 0.9 bar y para presiones de hasta de 10 bar
- Las válvulas pueden ser instaladas en espacios muy pequeños, inclusive directamente sobre los actuadores y en partes móviles. Esto se traduce en: tubos flexibles más cortos, ejecución más rápida de acciones, mayor rapidez en ciclo de trabajo, por consiguiente:

- Aumento de la productividad de la línea de producción, mejorando así su competitividad.

En resumen las válvulas pueden montarse directamente sobre la máquina, dando como resultado ciclos de máquina más cortos, alta densidad de procesamiento con mangueras más cortas, mayor rapidez de respuesta a las señales emitidas por los sensores.

1.3.6.3. Válvula compacta CP

A diferencia de lo que podría pensarse, el reducido tamaño de las válvulas compactas no implica caudales pequeños, sino por el contrario, gracias a su diseño permite tener altos caudales comparados con las válvulas tradicionales de diámetros mayores.

La configuración de las terminales de válvulas se da combinando los siguientes componentes:

1. Método de comunicación eléctrica:

- conexión individual
- multipol
- fieldbus
- ASI

2. La función de la válvula:

- doble presión
- placa de reserva
- placa de relevador

3. El tipo de accionamiento manual adicional:

- por pulso
- enclavado

1.3.7. Microcontrolador

En el mercado actual existen gran variedad de Microcontroladores que pueden ser adquiridos por el público como por ejemplo: el 68HC908GP32 de Motorola, la familia Microchip PIC16F87XA, entre otros muchos⁹.

⁹<http://pucp.edu.pe/files/PUCP000000001082/M%F3dulo%20de%20adquisici%F3n%20de%20datos%20de%20temperatura%20de%20la%20piel%20en%20neonatos.pdf>

Por eso para poder realizar una adecuada elección del microcontrolador, se requiere conocer las características que debe tener el microcontrolador de nuestro sistema:

- Bajo consumo de potencia
- Puertos de I/O
- Conversor análogo digital
- 7.44 KB de Flash
- Programación sencilla y tamaño pequeño

Se realizó una tabla comparativa para mostrar cual opción será la mejor:

	Fabricante	
	Motorola 68HC908GP32	Microchip PIC16f873
Conversor A/D (bits)	8	10
Rendimiento A/D	Buena	Buena
Conversor D/A (bits)	No	No
Conectividad serial	Si	Si
Baja potencia	Regular	Regular
Empaque (pin, mm²)	40-42	28
FLAH (KB)	7.44 KB	6.4KB
RAM (KB)	512 bytes	256 bytes
WatchDog	Si	Si
Numero de instrucciones	92	35
Banco de memoria	Un solo bloque	Varios bloques

Tabla 2. Características de los microcontroladores

Fuente: Autores

El microcontrolador seleccionado para el proyecto es el 68HC908GP32 de Motorola, teniendo en cuenta la tabla anterior.

1.3.7.1. Microcontroladores de la familia HC08

La familia HC08 de microcontroladores de Motorola presenta periféricos y capacidades adecuadas para muy diversas aplicaciones, en distintas áreas. Estos microcontroladores cuentan con memoria FLASH, en cantidades que van desde 1Kbyte hasta 60 Kbytes de memoria de programa, además de memoria RAM.

La familia HC08 cuenta con un amplio conjunto de instrucciones. Todos los microcontroladores de la familia comparten el mismo conjunto de instrucciones y un mapa de memoria de 64kbytes en el cual se encuentra la memoria RAM, FLASH, los registros de configuración y los vectores de interrupción.

Poseen 16 modos de direccionamiento los cuales hacen que la manipulación de la información sea más sencilla y eficiente. Los periféricos típicos de esta familia van desde conversores A/D hasta módulos CAN para redes automotrices o industriales.

La simulación en circuito (in-circuitsimulation), la depuración y la programación de todos estos microcontroladores se realiza utilizando un programa en ROM (que viene elaborado de fábrica) a través de un único pin bidireccional usado para la comunicación externa.¹⁰

1.3.7.2. Arquitectura de la CPU 68HC08

El modelo de programación de la CPU del 68HC08 es una evolución del modelo de CPU del 68HC05.¹¹

Cada 68HC08 implementa este modelo de CPU sin tener en cuenta el tamaño o el conjunto de características propias. A continuación se verán las mejoras específicas que se incluyen en la arquitectura 68HC08:

¹⁰<http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/hc08/guia68hc08.pdf>

¹¹<http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/hc08/guia68hc08.pdf>

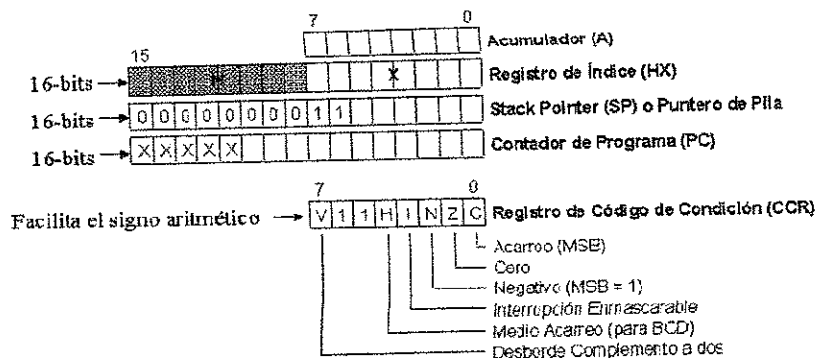


Figura 16. Registros del microcontrolador Motorola 68HC908GP32

Fuente: <http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/hc08/guia68hc08.pdf>

- El registro de índice se ha ampliado a 16-bits, ayudando a manejar mejor las tablas o estructuras de datos que son mayores de 256 bytes.
- El puntero de pila y el contador de programa son registros de 16-bits, sin tener en cuenta la memoria interna disponible. Más adelante se verá la pila ('stack').
- En Power-OnReset, el 68HC08 se parece al 68HC05. Durante el Reset, los 8 bits más altos del registro de índice HX, de los 16 bits que tiene, se ponen a cero y el puntero de pila se inicializa a \$00FF como en el 68HC05. Considerando que la mayoría de 68HC08 tienen mayor cantidad de RAM disponible, es probable que el usuario relocizará el puntero de pila ('stack pointer'). Sin embargo, esta característica ayuda a mantener la compatibilidad operacional con el software existente del 68HC05.
- En la CPU del 68HC08 el bit V, del registro de código de condición (CCR) facilita los cálculos aritméticos con signo. Esta mejora permite a los programadores de lenguaje ensamblador y a los compiladores, realizar cálculos de direccionamiento mucho mejor.

1.3.7.3. Compatibilidad de Código 68HC05/08

El código objeto ('opcode') del 68HC08 es compatible con el del 68HC05. Usa los mismos modelos de 'opcodes' binarios. No se necesita modificar el código fuente del 68HC05 para ponerlo en el 68HC08. Se puede descargar el mismo fichero S-Record existente del 68HC05 y se puede esperar que el software se ejecute correctamente en el 68HC08.

Hay dos diferencias importantes entre el 68HC05 y el 68HC08 que se deben considerar al poner a punto el código. Primero, hay alguna diferencia en el direccionamiento y en los periféricos, pero esto afecta a una cantidad porcentual pequeña de código. Los estados de

máquina, las matemáticas y los algoritmos de control de flujo, son transparentes en código. Segundo, el 68HC08 ejecutará el código del 68HC05 aproximadamente el 25% más rápido, corriendo a la misma velocidad de bus, y el 68HC08 pueden correr típicamente cuatro veces más rápido que el 68HC05. Esto hace un promedio de 5 veces de actuación más rápida que el código ejecutado en el 68HC05. Puesto que el 68HC08 es mucho más rápido que el 68HC05, los más probables, es que se necesite actualizar el tiempo de los bucles implementados en el software del 68HC05. El 68HC08 incluye un conjunto de instrucciones y modos de direccionamiento mejorados, que pueden proporcionar mayores prestaciones. Después se verán estas características y cómo se pueden utilizar para aumentar las prestaciones con un tamaño de código más pequeño¹².

1.3.7.4. Tiempos de los Ciclos Internos de la CPU 68HC08

El 68HC08 utiliza cuatro fases del reloj interno en cada ciclo de ejecución de la CPU. Si el 68HC08 está gobernado por un cristal, el ciclo de ejecución es un cuarto de la frecuencia del cristal. A este ciclo se le llama ciclo de bus o ciclo de instrucción.

En el 68HC08, todos los tiempos de cada instrucción se especifican en ciclos de bus. Por ejemplo, un reloj de entrada de 32 MHz producirá una frecuencia de bus de 8 MHz. Un ciclo de bus de una instrucción se ejecutará en 125 ns o 1 dividido por 8 MHz¹³.

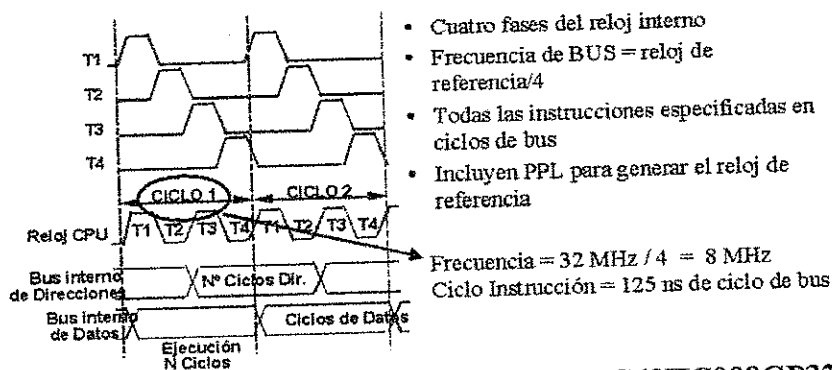


Figura 17. Ciclos de los tiempos del microcontrolador MC68HC908GP32 de Motorola
Fuente: <http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/hc08/guia68hc08.pdf>

La mayoría de 68HC08 incluye un circuito PLL interno que a partir de una frecuencia más baja de cristal, genera internamente una frecuencia de reloj mucho más alta que la del cristal. Para más información sobre la generación del reloj y el circuito PLL, se puede ver en el Módulo de Generación de Reloj (CGM).¹⁴

¹²VESGA, Juan Carlos. "MICROCONTROLADORES MOTOROLA - FREESCALES". Programación, familias y sus distintas aplicaciones en la industria.

¹³ Fuente: <http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/hc08/guia68hc08.pdf>

¹⁴ Fuente: <http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/hc08/guia68hc08.pdf>

1.3.7.5. Organización de la Memoria del 68HC08

La figura No. 18 muestra el mapa de memoria del 68HC08. Este mapa de memoria es idéntico al empleado para el 68HC05, sólo que se ha implementado hasta 64 kbytes, sin tener en cuenta los diferentes tamaños de memoria de cada 68HC08 disponible.

En el 68HC08, el mapa de memoria empieza con los registros de los periféricos con 64 bytes. A continuación le sigue el espacio para la RAM. La ROM o FLASH ocupa la parte superior de la memoria que precede a \$FE00, donde están los Vectores, el programa Monitor y los Registros de control. En el medio del mapa de memoria, entre la RAM y la ROM/FLASH, hay una zona de memoria no utilizable por el usuario que realiza las verificaciones de direcciones ilegales.¹⁵

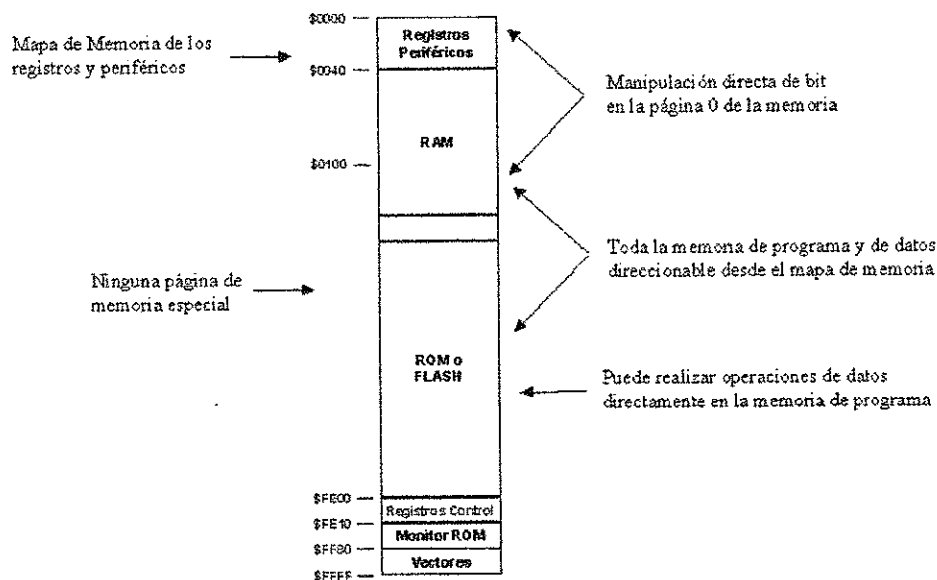


Figura 18. Bloques de memoria microcontrolador MC68HC908GP32 de Motorola

Fuente: <http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/hc08/guia68hc08.pdf>

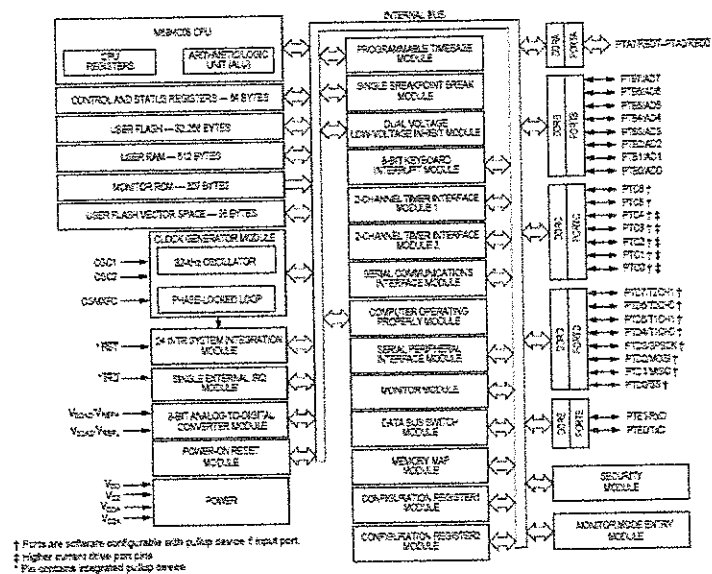
1.3.7.6. Sistemas de protección

Los sistemas de protección que tiene este microcontrolador son:

- "Watch Dog" opcional (Computer Operating Properly (COP) reset)
- Detección de baja tensión con reset opcional

¹⁵VESGA, Juan Carlos. "MICROCONTROLADORES MOTOROLA - FREESCALES". Programación, familias y sus distintas aplicaciones en la industria.

- Detección de código ilegal con reset
- Detección de direccionamiento ilegal con reset
- Diseño de bajo consumo, completamente estático y varios modos de operación
- 32 Kbytes de memoria FLASH programable en circuito
- 512 bytes de memoria RAM
- Módulo de interfaz serie asíncrono (SPI)
- Módulo de interfaz serie síncrono (SCI)
- Dos temporizadores de 2 canales de 16 bits (TIM1 y TIM2) con captura de entrada seleccionable, comparadores y capacidad de PWM en cada canal
- 8 canales para conversión AD por aproximaciones sucesivas de 8 bits
- Módulo generador de reloj con PLL "on-chip"
- Hasta 33 pines de entradas/salidas de propósito general
- Pullups seleccionables en los puertos A, C, y D. La selección puede ser de forma individual, por bit.
- Corriente de entrada/salida de hasta 10mA en todos os puertos
- Puerto de 8-bits para manejo de teclado
- Encapsulados plástico 40 pines DIP, 42 pines SDIP o 44 pines QFP (quad flat pack)



1.3.7.7. CARACTERÍSTICAS DE LA CPU08

- Presenta un modelo de programación muy completo
- Tiene set de instrucciones muy amplio, incluyendo varios modos de direccionamiento
- Registro de 16 bits (H:X) y stack pointer manipulable por el usuario
- Instrucciones de transferencia de memoria a memoria
- Instrucciones de multiplicación rápida de 8*8
- Instrucciones de división rápida de 16/8
- Instrucciones de BCD
- Fácil soporte de lenguajes de alto nivel como el C

1.3.7.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROCONTROLADORES

- CPU de 8 bits
- Operación interna a 8 MHz
- Rango de operación entre 3 V y 5 V
- LVI: Protección contra voltaje
- Opción de oscilador con red RC o cristal
- Sistema de programación Flash
- Seguridad Flash
- 4096 bytes para MC68H(R)C908JL3/JK3
- 128 bytes de memoria RAM
- 2 Timers de 16 bits
- 12 canales de conversores A/D de 8 bits (JL3), 10 canales de conversión A/D para el JK3
- 23 pines de entrada/salida para uso general (JL3).

7 interrupciones de teclado con resistencias de Pull-up

10 drivers para LED

2 ICAP/OCAP/PWM

- 15 pines de entrada / salida para uso general (JK3/JK1)

1 interrupción por teclado con resistencias de Pull-up
4 drivers para LED
2 ICAP/OCAP/PWM

- Modos de bajo consumo
- COP perro guardián
- Fuentes de interrupciones totalmente sectorizadas
- Pull-down programables por puerto de entrada

Antes de iniciar el recorrido por el mundo de la programación de los microcontroladores Freescale, existe la necesidad de exponer una serie de conceptos básicos que le ayudarán al lector a comprender con mayor fluidez el comportamiento y funcionamiento de los microcontroladores con el mundo exterior.

1.3.7.9. ¿Qué son los pines de entrada?

En los microcontroladores se usan dispositivos de entrada muy sencillos como, por ejemplo, interruptores simples, debido a que la mayoría de las entradas de los microcontroladores pueden solamente procesar señales digitales con los mismos niveles de tensión que la fuente de alimentación (+5 V). Inicialmente se debe tener en cuenta lo siguiente: el nivel de cero voltios o nivel de tierra se denomina V_{ss} , y el nivel positivo o nivel de alimentación se denomina V_{dd} , cuyo valor por defecto son 5 voltios de corriente continua. Se sabe por circuitos digitales que un nivel de tensión de (0- 0.8 V) se considera como un "0" lógico y una tensión que se puede encontrar entre 2.5 y 5 V se considera como un "1" lógico.

Sin embargo, no todas las señales que se aplican al microcontrolador deben ser señales de tipo digital; el mundo real está poblado de señales analógicas, o señales que son de otros niveles de tensión. Algunos dispositivos tienen la propiedad de acondicionar las señales presentes en el medio a niveles de tensión dentro del rango permitido para el microcontrolador, esto en cuanto a nivel digital; por otra parte, existen otros dispositivos con la propiedad de convertir señales analógicas en señales digitales (a valores binarios compuestos por "1" y "0"), los cuales el microcontrolador será capaz de procesar y manipular. En el caso de la familia que se estudiará a lo largo del libro, estos dispositivos conversores ya vienen incorporados en el mismo microcontrolador y con muchas herramientas potenciales adicionales.

En la mayoría de las aplicaciones que requieran instrumentación se recurrirá al uso de dispositivos conocidos como "transductores", los cuales tienen la característica de convertir una variable física presente en el mundo real, como, por ejemplo: presión, temperatura, velocidad, en señales eléctricas directamente proporcionales a su valor real, es decir, a mayor valor de la variable, mayor valor de voltaje a la salida del transductor y viceversa.

Se debe tener en cuenta que cuando se desee realizar un diseño, en la mayoría de los microcontroladores los pines cuando son configurados como entradas pueden recibir corrientes provenientes de otros circuitos hasta 25 mA por pin, aproximadamente¹⁶.

1.3.7.10. ¿Qué son los pines de salida?

Así como se mencionó antes, que las entradas permiten recibir señales, en la mayoría de los casos en formato digital, los dispositivos de salida permiten que el microcontrolador envíe información al mundo exterior o bien realice acciones sobre éste. En un computador, un dispositivo de salida puede ser el monitor; en los microcontroladores se utilizan de igual modo dispositivos simples basados en mecanismos de conmutación o interruptores. Cuando el microcontrolador envía un "0" lógico a través de alguno de los pines configurados como salida, a nivel de tensión se obtendrá externamente un valor de 0 V; de lo contrario, si se envía un "1" lógico a través de alguno de los pines configurados como salida, a nivel de tensión se obtendrá externamente un valor de 5 V.

1.3.7.11. ¿Qué es CPU y función desempeña en el microcontrolador?

La CPU o unidad central de proceso es el núcleo de todo el sistema; su función principal es ejecutar cada una de las instrucciones programadas por el diseñador. Este programa estará constituido por instrucciones que le ordenará en muchos casos a la CPU leer información proveniente de los pines de entrada o de una dirección de memoria de trabajo, y a su vez enviar información ya sea a un puerto o a una dirección de memoria en particular. Algunas instrucciones del programa involucran sencillas decisiones provocando establecer rutinas condicionales y/o repetitivas necesarias para realizar una tarea específica.

En un microcontrolador hay usualmente sólo un programa, el que atiende una aplicación específica de control. La CPU de la familia MC68HC08 (CPU08) reconoce alrededor de 89 instrucciones diferentes, respectivamente, permitiendo realizar cualquier tarea que el diseñador requiera y con una estabilidad y funcionalidad excelentes.

1.3.7.12. ¿Qué es el reloj y para qué sirve?

Uno de los elementos primordiales que debe estar presente en cualquier microcontrolador es el oscilador. Un oscilador es un circuito que permite la generación de una señal que se puede imaginar como un tren de pulsos, a una determinada frecuencia, establecida convencionalmente por un cristal de cuarzo. Este tren de pulsos permitirá que el microcontrolador funcione y ejecute cada una de las instrucciones previamente programadas. Una instrucción, por sencilla que sea, se puede dividir en una serie de etapas más elementales, cada una de estas pequeñas etapas en la operación de un microcontrolador toma un ciclo de reloj de la CPU; es decir, el ciclo o tiempo de ejecución de una instrucción es equivalente a una cantidad de ciclos generados por el oscilador, en donde la relación aproximada en la mayoría de los microcontroladores es

¹⁶VESGA, Juan Carlos. "MICROCONTROLADORES MOTOROLA - FREESCALES". Programación, familias y sus distintas aplicaciones en la industria.

que el tiempo de ejecución de una instrucción será aproximadamente de 4 ciclos de reloj, o sea 4 ciclos del oscilador¹⁷.

1.3.7.13. ¿Qué función cumple la memoria dentro del sistema?

Hay varios tipos de memoria que se utilizan para diversos propósitos en los sistemas del computador. Los principales tipos que se encuentran en sistemas con microcontroladores son la memoria de la lectura solamente (ROM) y la memoria de lectura / escritura de acceso aleatorio (RAM). La ROM se utiliza principalmente para el almacenamiento de programas y datos de manera permanente, en los cuales, en caso de presentarse ausencia de energía en el circuito, los datos no serán borrados del microcontrolador.

Caso contrario ocurre en la memoria RAM, en donde la información es almacenada de manera temporal y en caso de ocurrir alguna falla en la energía, los datos se perderán definitivamente. Existe otro tipo de memoria que se encuentra convencionalmente en muchos microcontroladores, la cual sería el homólogo del disco duro en un computador personal; este tipo de memorias se denominan EEPROM, y es programable borrrable eléctricamente, manteniendo almacenada la información deseada por el desarrollador y, en caso de ausencia de energía, no se perderá. En aplicaciones reales, esta memoria puede ser utilizada, por ejemplo, para almacenar números de identificación de dispositivos, contraseñas, conteos, entre otros valores que puedan ser valiosos para el desarrollador y que en caso de requerir modificación no sea necesario reprogramar el microcontrolador totalmente, sino modificar ligeramente desde aplicaciones externas el valor presente en ella.

Se debe tener en cuenta que la menor unidad de almacenamiento de memoria en un microcontrolador es el bit, el cual puede retener un valor correspondiente a un "1" o un "0" lógico; el conjunto de 8 bits agrupados es lo que se denomina byte. Los microcontroladores pueden manejar canales de comunicación internos desde 8 bits hasta los más poderosos, que permiten transferir simultáneamente hasta 32 bits. En el caso de la familia HC08 se utilizará como estándar canales de comunicación y registros de 8 bits.

1.4. MESAS ELEVADORAS

1.4.1. Concepto

Las plataformas elevadoras son máquinas que sirven para llevar cargas. La estructura de las plataformas elevadoras, por gran parte, está mecano-soldada y se compone de una plataforma como soporte de carga, un sistema de elevación con un dispositivo electro-hidráulico. [4]

¹⁷VESGA, Juan Carlos. "MICROCONTROLADORES MOTOROLA - FREESCALES". Programación, familias y sus distintas aplicaciones en la industria.

La **mesa elevadora** tiene como misión fundamental brindar una superficie de trabajo con la altura apropiada para cada necesidad y considerando qué tipo de cargas habrán de manipularse.¹⁸

1.4.2. Clasificación de las mesas elevadores

Pueden ser:

- **Simples:** más seguridad pero la elevación es mínima
- **Dobles:** brindan una mayor estabilidad en mesas de gran longitud o mesas sometidas a cargas laterales
- **Triples:** alcanzan mayores alturas

Están provistas de bielas de uno o dos cilindros, según necesidades de elevación y modelos.

1.4.3. Principales elementos que componen una mesa elevadora de tijera

Los elementos más comunes que se emplean para la construcción de una mesa elevadora de tijera son:

- Motores
- Rieles
- Pistones hidráulicas
- Lamina de acero inoxidable
- Mangueras alta presión
- Aceite hidráulico

1.5. SENSORES

Para poder automatizar una mesa elevadora de tijera se debe realizar a través de sensores y actuadores, ya que los sensores miden las variables físicas del entorno para convertirlas en eléctricas y poder ejercer una acción de control sobre los actuadores, en este caso las variables sensadas son peso y distancia.

El tipo de sensor depende de la variable del proceso. Entre los elementos primarios de medición más comunes para los procesos de nivel, temperatura, presión, y flujo son:

¹⁸http://www.construmatica.com/construpedia/Mesa_Elevadora

	De boya
	Capacitivo
	Inductivo
Nivel	Diferenciales de presión
	Para sólidos
	Para líquidos
	Termómetros bimetalicos
	Termómetros de vástago de vidrio
Temperatura	Pirómetros de radiación ópticos
	Pirómetros de radiación infrarrojos
	Indicadores pirometricos
	Termómetros de cristal de cuarzo
	Sistemas termales
	Termopares
	Resistencias eléctricas
	Tubo Bourdon
	Columnas
Presión	Diferenciales
	Diafragmas
	Fuelles
	Cápsulas
	Campanas
	Tubo pitot
	Magnético
	Turbina
	Bomba dosificadora
	Tubo venturi
	Derramadores
Flujo	Tubo de Dali
	Tubo de Gentile
	Rotámetro
	Annubar
	Placa de orificio
	Tarjet
	Remolino
	Vortex

Tabla 3.Aplicaciones de los sensores

Fuente: Autores

El elemento final de control o actuador, es aquel que recibe una señal (eléctrica , mecánica , neumática , et c.) del dispositivo controlador , lo interpreta y ejerce una tarea que tiene por objetivo eliminar el error y cumplir con las tareas de control propias del proceso que se lleve a cabo.¹⁹

Los actuadores más comunes son:

- Válvulas.
- Pistones.
- Relés.
- Contactores.
- Motores.
- Bobinas.

1.5.1. Controlador

El controlador es un instrumento utilizado para corregir los desvíos existentes entre el valor medido por un sensor y el valor deseado o punto de prueba programado por el operador; generando una señal de corrección hacia el actuador.

Los controladores son de tipo manual digital o hidráulico (por ejemplo PLC)

1.5.1. Proceso

El termino proceso, para fines de control significa el sistema a automatizar en donde se estabiliza la variable de control, a través de sensores, actuadores y controladores.

1.5.2. Características de un sensor

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:²⁰

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- Linealidad o correlación lineal: Cercanía de la curva característica a una recta. Equivale a sensibilidad constante.

¹⁹http://www.lulu.com/items/volume_25/410000/410720/1/print/InstrumentacionVirtualIndustrial.pdf

²⁰<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

•Sensibilidad de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.

•Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

•Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

•Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.

•Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

La resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida. Sin embargo, la precisión es el máximo error esperado en la medida.²¹

²¹<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

CAPITULO 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que la instrumentación es la encargada de sensar, acondicionar, controlar y/o captar una variable, la cual se podrá transmitir, amplificar y manipular para un proceso determinado. Teniendo en cuenta que al inicio de cualquier proceso industrial comienzan controlados manualmente por el operador, por lo que consistía en observar, que su labor era hacer los ajustes necesarios, basado en instrucciones de manejo y en la propia habilidad y conocimiento del proceso por parte de este.

Por otro lado el control automático, se fundamenta en dispositivos y equipos que conforman un conjunto capaz de tomar decisiones sobre los cambios o ajustes necesarios en un proceso para conseguir los mismos objetivos que en el control manual pero con muchas ventajas adicionales.

Además el control y la automatización pueden examinar y registrar variables de un proceso con el fin de optimizar y aprovechar mejor los recursos utilizados, siendo hoy en día una de las líneas que muestra la realidad de lo que está sucediendo en un determinado evento, el cual va encaminado a mirar el comportamiento y la manera de actuar sobre diferentes parámetros y así poder tomar decisiones.

Por tal motivo la mesa elevadora de tijera es un mecanismo articulado basado en las propiedades de los paralelogramos; este instrumento dispone de unas varillas conectadas de tal manera que se pueden mover respecto de un punto fijo.

El sistema cuenta con diversos componentes que hacen posible la elevación de la mesa de tijera, donde a continuación se describe cada uno de estos elementos para tener un concepto claro de la construcción del prototipo.

2.1. Bomba de Engranaje Externo

Esta bomba consta de dos engranajes ubicados dentro de una caja, el eje de la bomba hace que gire uno de los engranajes, haciendo de este modo que el otro gire también. El fluido pasa en el medio de los engranajes, produciendo un caudal, este se puede considerar constante ya que la única forma de variarlo es cambiando la velocidad del motor, además el fluido se sostiene, contra la resistencia opuesta a la circulación, es decir, que el fluido que sale de la boca de la bomba es apoyado por ésta. Es decir, produce un caudal al transportar el fluido entre los dientes de dos engranajes acoplados. Uno de ellos es accionado por el eje de la bomba (motriz), y éste hace girar al otro (libre).

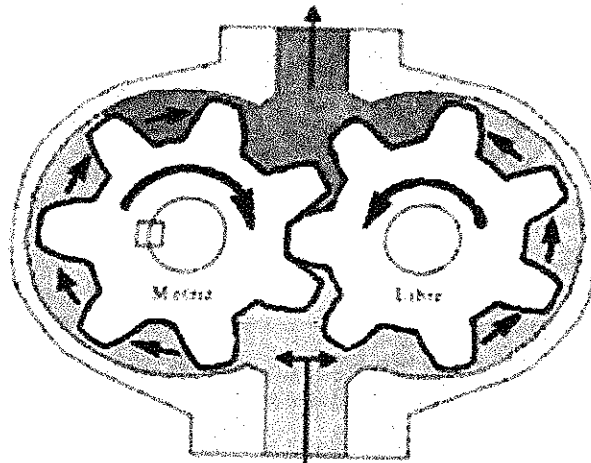


Figura 22. Imagen bomba de engranaje externo

Fuente: <http://www.todomonografias.com/images/2007/02/100494>.

2.2. Cilindro Hidráulico

Los cilindros hidráulicos son actuadores mecánicos que son usados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal. Estos obtienen la energía de un fluido hidráulico.

El cilindro hidráulico consiste básicamente en dos piezas: un cilindro y un pistón móvil conectado a un vástago. El cilindro está cerrado por los dos extremos, en uno está el fondo y en el otro, la cabeza por donde se introduce el pistón, que tiene una perforación por donde sale el vástago. El pistón divide el interior del cilindro en dos cámaras: la cámara inferior y la cámara del vástago. La presión hidráulica actúa en el pistón para producir el movimiento lineal.

La fuerza máxima está en función de la superficie activa del émbolo y de la presión máxima, así:

El fluido utilizado en el pistón es aceite, ya que cumple con las características necesarias para poder desarrollar el prototipo, estas características son:

- Gravedad específica
- Módulo de Granel
- Viscosidad

La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal. En realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones.

Para resolver estas características se tienen en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\frac{1}{\beta_{efec}} = \frac{1}{\beta_{aceite}} + \frac{V_{aire}}{V_{aceite}} \frac{1}{p} \quad (2)$$

$$\frac{F}{A} = \mu \frac{dv}{dx} \quad (3)$$

Donde,

β viscosidad

V volumen

p presión

x desplazamiento

μ constante de viscosidad

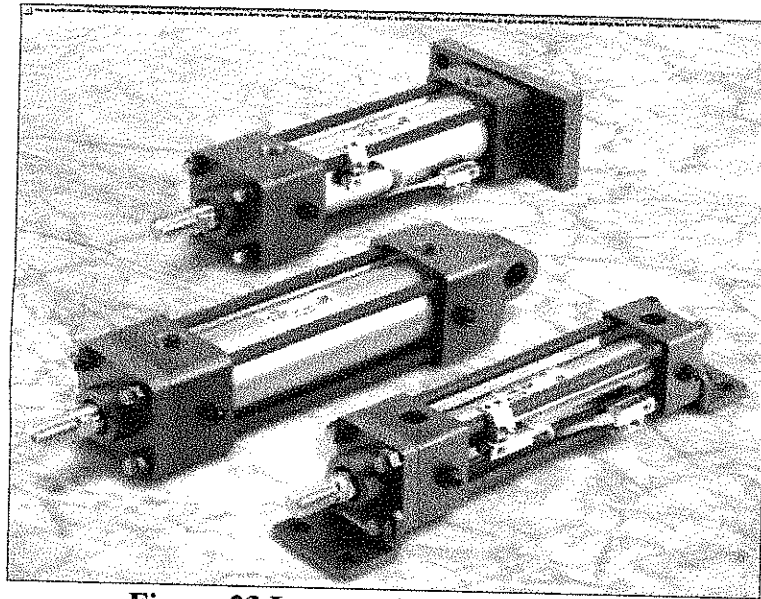


Figura 23. Imagen cilindro hidráulico
Fuente: <http://content.smcetech.com/pdf/CH2.pdf>

2.2.1. Diagrama de bloques del sistema hidráulico

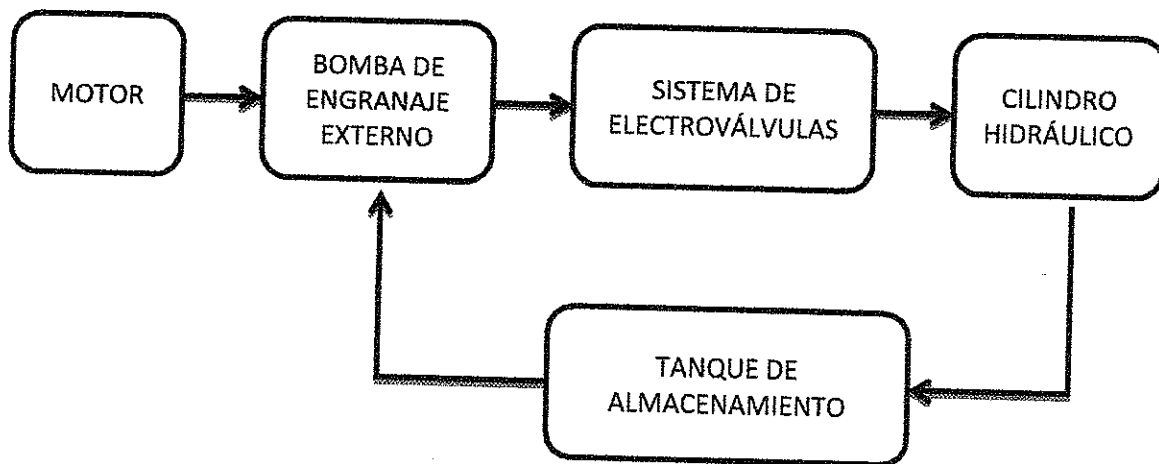


Figura 24. Diagrama de bloques del circuito hidráulico
Fuente: Autores

El motor es el encargado del movimiento giratorio de la bomba hidráulica la cual posee en su interior engranajes y es la responsable del flujo de aceite con movimiento a presión hacia la válvula eléctrica la cual es el sistema de control; este sistema puede permitir o no el paso de aceite hacia el pistón para generar la elongación del brazo hidráulico; cuando este vuelve

a su posición inicial, el aceite se almacena en el tanque formando así un sistema de control de bucle cerrado.

2.3. Sistema de transmisión de potencia hidráulica:

Es un sistema que genera, transmite y controla la aplicación a través de la circulación de aceite hidráulico por un sistema de canalización. El sistema se divide en tres etapas:

Bomba de motor e hidráulica: este bloque corresponde a la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica en el sistema hidráulico

Tubos: La segunda etapa corresponde a los ductos por los cuales circula el aceite hacia el sistema de electroválvulas.

Válvulas de control y el cilindro hidráulico: En este último bloque el movimiento del aceite es convertido en energía mecánica a través de su acción sobre el cilindro hidráulico. Con las válvulas de 4/2 vías de doble electroimán, se controla la dirección de movimiento, la velocidad y la potencia del actuador (cilindro hidráulico).

2.4. Motor Jaula De Ardilla

Un motor eléctrico es una máquina que convierte energía eléctrica en energía mecánica. La conversión de energía en un motor eléctrico se debe a la interacción entre una corriente eléctrica y un campo magnético. Este posee dos piezas importantes llamadas rotor y estator, el segundo es la parte estática del motor, que genera el campo magnético para dar giro al rotor.

El motor jaula de ardilla consta de un cilindro montado en un eje, internamente tiene barras conductoras longitudinales que conectan los dos aros que forman el cilindro, estas barras conducen una corriente eléctrica que produce un campo magnético giratorio alrededor del rotor; así las corrientes que fluyen longitudinalmente por los conductores reaccionan con el campo magnético del motor produciendo una fuerza que actúa de forma tangente al rotor, dando por resultado un esfuerzo de torsión para dar vuelta al eje.

El motor jaula de ardilla tiene las siguientes características:

- No tiene anillos rozantes ni dispositivos de puesta en corto circuito, no requiere reóstato de arranque y terminales especiales
- Tienen una eficiencia ligeramente mayor
- Tienen una construcción más barata y compacta
- Tienen un mayor factor de espacio para las bobinas y menores- pérdidas en el cobre
- Permiten mayor espacio para ventilación y por lo tanto tienen mejores condiciones de enfriamiento

- Tiene menor flujo disperso, ofrece un mejor factor de potencia y proporciona mayor capacidad de sobrecarga.

En la actualidad, la gran mayoría de los motores de inducción se fabrican de tipo rotor jaula de ardilla y la práctica común en estos casos, es usar devanados de aluminio fundido. En este tipo de construcción, la laminación del rotor ensamblado se coloca en un molde donde se vacía el aluminio a presión, de manera tal que se forjen las barras y anillo de corto circuito, así como las extensiones de ventilación.

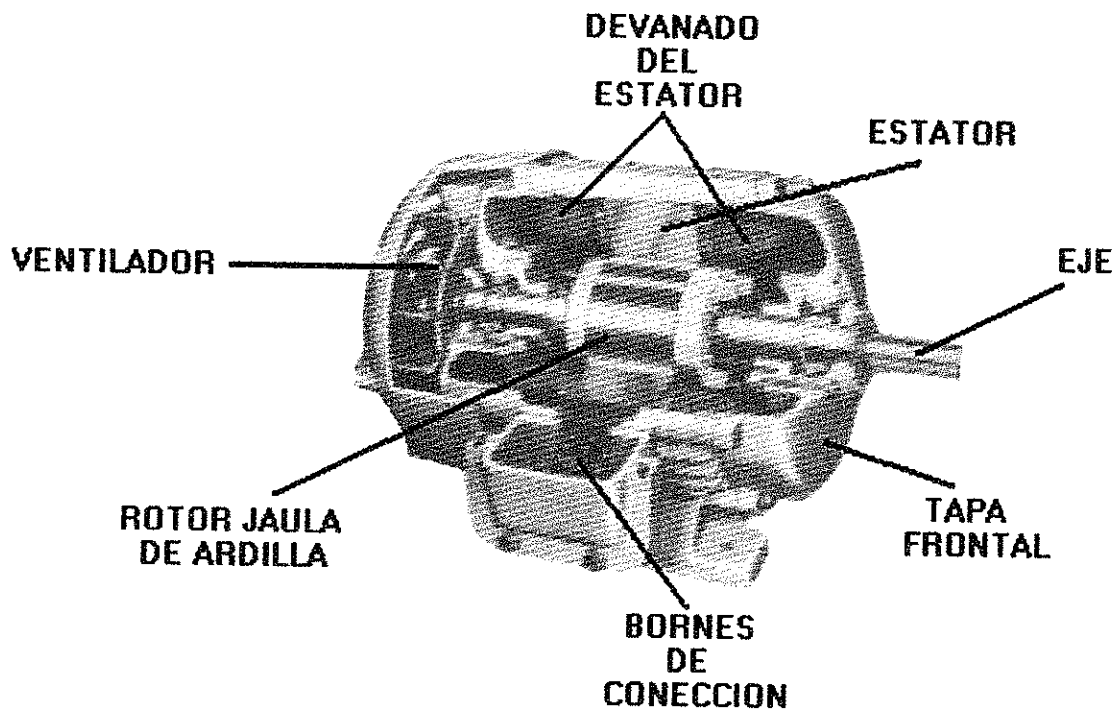


Figura 25. Motor jaula de ardilla
Fuente: ABC de las maquinas

2.5. Sensor Fotoeléctrico De proximidad

Son dispositivos que detectan señales para actuar en un determinado proceso u operación, teniendo las siguientes características:

- ❖ Son dispositivos que actúan por reflexión al acercarse un objeto.
- ❖ No requieren contacto directo con el material a sensor.
- ❖ Son los más comunes y utilizados en la industria
- ❖ Se encuentran encapsulados en plástico para proveer una mayor facilidad de montaje y protección ante posibles golpes

APLICACIONES:

- Control de cintas transportadoras,
- Control de alta velocidad
- Detección de movimiento
- Conteo de piezas,
- Sensado de aberturas en sistemas de seguridad y alarma
- Sistemas de control como fines de curso. (PLC's)
- Sensor óptico.

CARACTERÍSTICAS.

- Son pequeños, pero robustos
- Mayor distancia de operación.
- Detectan cualquier material.
- Larga vida útil
- De bajo costo

2.5.1. Principio de triangulación

Lugar óptico de los detectores (2 fotodiodos) se combinan cuando el objeto reflexivo está en el punto "A" y es emitido hacia el punto "B". La luz reflejada en el punto "A" viene del fotodiodo izquierdo y la luz reflejada en el punto "B" viene en del fotodiodo derecho y teniendo en cuenta la relación de cantidad de luz detectada entre estos dos fotodiodos se genera un procesamiento de señal y así de esta forma el sensor puede juzgar como detección en punto "B" y no-detección en el punto "A" o viceversa.

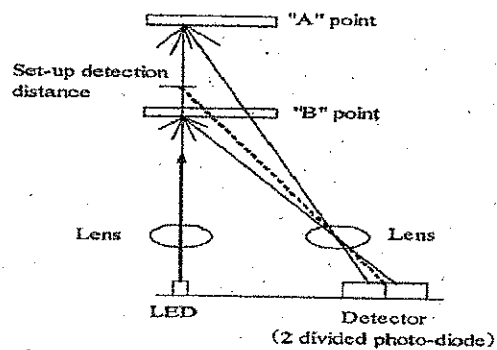


Figura 26. Gráfico de respuestas contra un objeto

Fuente: http://document.sharpsma.com/files/GP2Y0D810Z0F_APP_020107.pdf

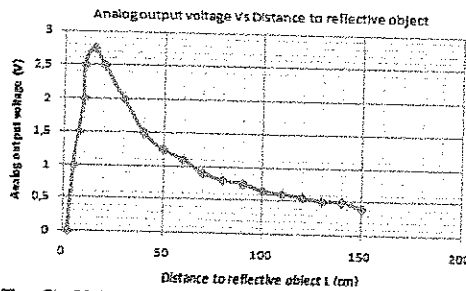


Figura 27. Salida de voltaje análoga Vs Distancia
Fuente: Autor

El sensor funciona con el principio de triangulación; para realizar el sensado se tienen dos elementos, un emisor y un receptor. Para el caso el receptor es un LED que emite una luz infrarroja, cuando ésta encuentra un objeto se refleja y es detectado por una red de fotodiodos, así que en el objeto se forma un ángulo del haz del emisor y la recepción de los diodos. Por medio del ángulo formado se puede calcular la distancia que hay entre el emisor y el objeto que refleja el haz.

Las aplicaciones de estos sensores se dan principalmente en sistemas de control en donde se requiere detectar objetos, o medir distancia. Se eligió un sensor infrarrojo GP2Y0A02YK, de SHARP para medir distancia usando el principio de triangulación, rango de medida 20 cm a 150 cm, salida análoga, el cual requiere una etapa de acondicionamiento de señal, antes de ingresarla al microcontrolador.

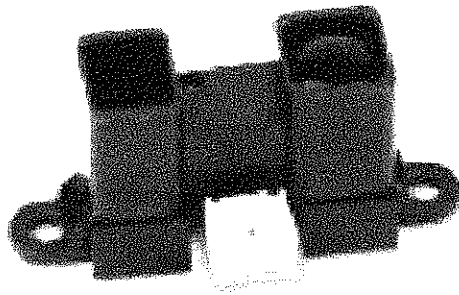


Figura 28. Imagen sensor fotoeléctrico
Fuente: Hoja técnica Sensor de Proximidad.

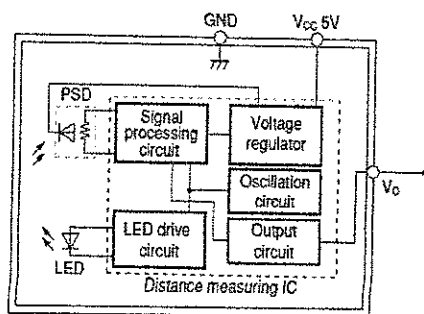


Figura 29. Diagrama de bloques interno del dispositivo

Fuente: http://sharpworld.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a02_e.pdf

SHARP

GP2Y0A02YK

■ Electro-optical Characteristics

($T_s=25^\circ\text{C}$, $V_{CC}=5\text{V}$)

Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Distance measuring range	ΔL	^{*1} ^{*2}	20	-	150	cm
Output terminal voltage	V_o	^{*2} $L=150\text{cm}$	0.25	0.4	0.55	V
Difference of output voltage	ΔV_o	^{*2} Output change at $L=150\text{cm}$ to 20cm	1.8	2.05	2.3	V
Average dissipation current	I_{CC}	-	-	33	50	mA

Figura 30. Características Eléctricas

Fuente: http://sharpworld.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a02_e.pdf

2.5.2. Aplicaciones

- Sistema de protección tipo barrera en rejillas de acceso en una prensa hidráulica, donde la seguridad del operario es una prioridad.
- Detección de piezas que viajan a muy alta velocidad en una línea de producción (industria electrónica o embotelladoras).

Detección de piezas en el interior de pinzas, en este caso el sensor está constituido por un emisor y un receptor de infrarrojos ubicados uno frente a otro, de tal forma que la interrupción de la señal emitida, es un indicador de la presencia de un objeto en el interior de las pinzas.

2.6. Celda De Carga o Sensor de Peso

Este tipo de sensor se utiliza para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una membrana llamada galga extensiométrica, al deformarse esta se produce un variación en su resistencia eléctrica. La membrana convierte

la deformación en señales eléctricas. Una celda de carga por lo general se compone de cuatro membranas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. La señal eléctrica de salida es normalmente del orden de los milivoltios.

Capacidad en Kg

3 - 5 - 8 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100

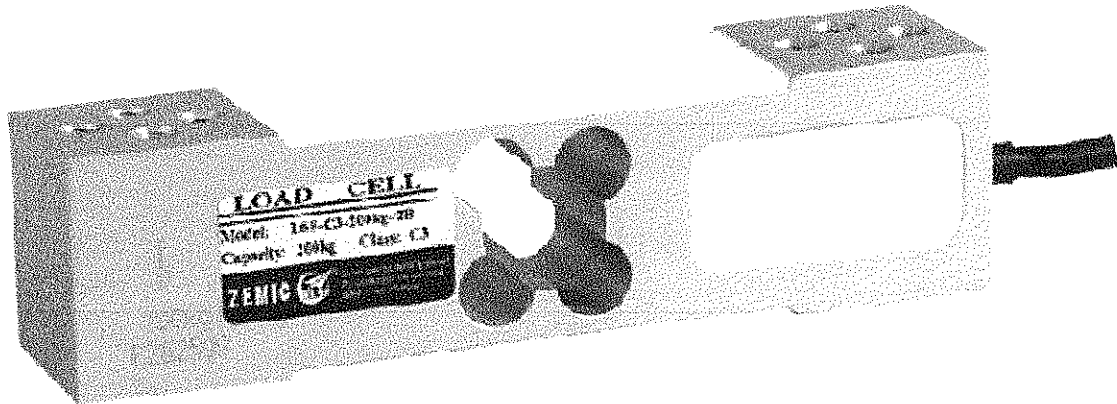


Figura 31. Imagen celda de carga

Fuente: Hoja técnica celda de carga

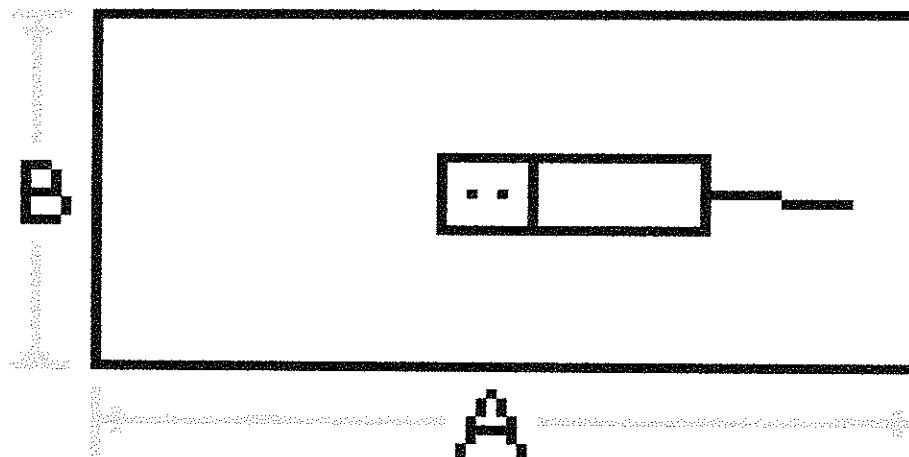


Figura 32. Dimensiones de la plataforma

Fuente: Hoja técnica celda de carga

Las dimensiones de la plataforma de carga máxima son:

Dim. A x B mm

400 x 400

Fig5. Dimensiones

2.6.1. Especificaciones Técnicas

Accuracy class		OIML R60 C3	C3D ¹
Output sensitivity (= FS)	mV/V	2.0 ± 0.2	
Maximum capacity (E _{max})	kg	60, 100, 150, 200, 300	50, 80
Maximum number of load cell intervals (n _{LC})		3000	2500
Ratio of minimum LC verification interval Y = E _{max} / V _{min}		10000	5000
Combined Error	%FS	± 0.0200	± 0.0280
Minimum dead load	kg	0	
Safe overload	of E _{max}	150 %	
Ultimate overload	of E _{max}	300 %	
Zero balance	of FS	< ± 2.0 %	
Excitation, recommended voltage	V	5 ~ 12	
Excitation maximum	V	18	
Terminal resistance, input	Ω	406 ± 6	
Terminal resistance, output	Ω	350 ± 3	
Insulation impedance	MΩ	≥5000 (50VDC)	
Temperature range, compensated	°C	-10 ~ +40	
Temperature range, operating	°C	-35 ~ +65	
Element material		Aluminium	
Cable length	m	2 or 3	
Recommended torque on fixation bolts	Nm	10	
Ingress Protection (according to EN 60529)		IP65	

Tabla 4. Características técnicas de la celda de carga

Fuente: Hoja técnica celda de carga

2.6.2. Aplicaciones:

- Ensacadoras.
- Llenado de tolvas
- Basculas camioneras
- Incubadoras para neonatos
- Balanzas digitales

2.6.3. Conexiones eléctricas

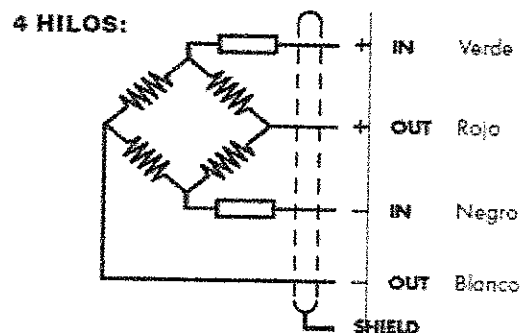


Figura 33. Conexiones eléctricas

Fuente: Hoja técnica celda de carga

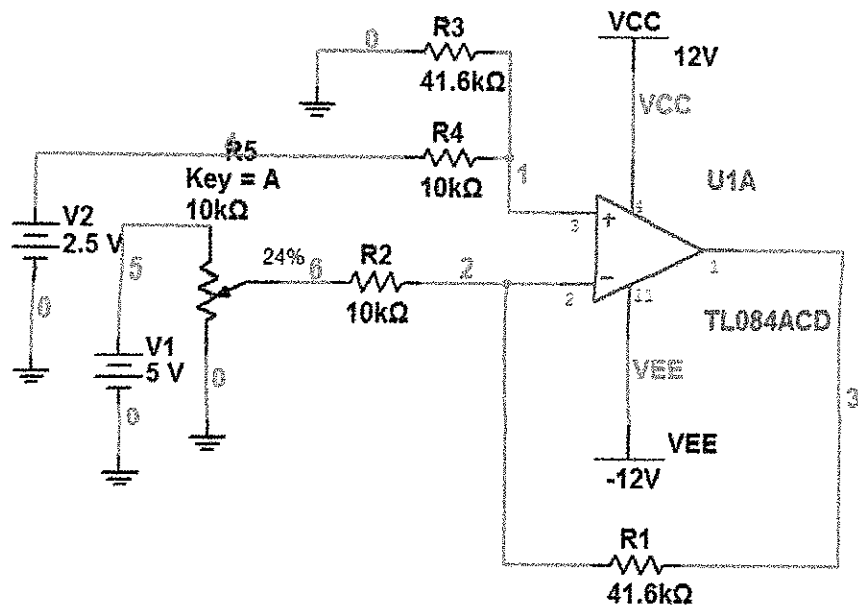


Figura 36. Circuito de acondicionamiento SENSOR DE PROXIMIDAD

Fuente: Autores

Circuito de acondicionamiento para la celda de carga y sensor de proximidad

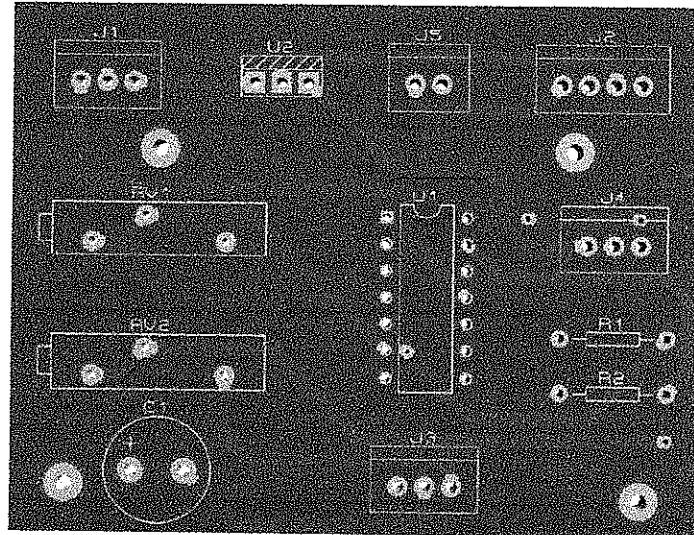


Figura 37. Tarjeta de acondicionamiento vista superior

Fuente: Autores

CAPITULO 3. PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo del libro se integran los diseños planteados que culminan con el desarrollo de tres circuitos impresos que contienen el acondicionamiento, control y potencia de la maquina diseñada, también se desarrolla un sistema de alimentación de 5V, +12 -12 V, para todo el sistema que se implementa en el sistema, describiendo cada parte, la ubicación de los componentes y la instalación de los actuadores, para hacerle pruebas finales al sistema.

3.1. Acondicionamiento

La mayoría de los sensores y transductores generan señales que debe acondicionar antes de ingresarlas a un dispositivo procesador que pueda adquirir con precisión la señal. Este procesamiento es conocido como acondicionamiento de señal, incluye funciones como amplificación, filtrado, aislamiento eléctrico y multiplexado.

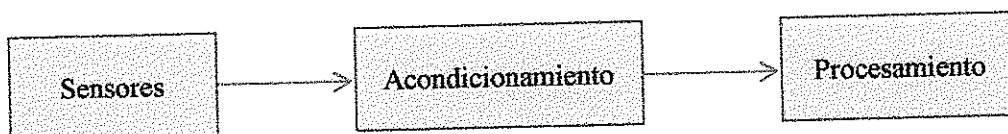


Figura 34. Diagrama de bloques del sistema

Fuente: Autores

3.1.1. Procesos del acondicionamiento de las señales

Los siguientes son los pasos para el acondicionamiento de las señales:

- Protección para evitar el daño al siguiente dispositivo.
- Convertir una señal en un tipo de señal adecuado
- Obtención del nivel adecuado de la señal.
- Eliminación o reducción de ruido. Utilizando filtros (condensadores)
- Manipulación de la señal. Por ejemplo, convertir una variable en una función lineal.

El acondicionamiento de la señal se realizó con el amplificador operacional TL074, el cual está construido con tecnología JFET, con un consumo de potencia bajo, con alta inmunidad al ruido, alta impedancia de entrada, alta velocidad de respuesta 13 V/ μ S.

Para esto fue necesario realizar unos cálculos para obtener la ganancia adecuada, con el fin que las señales provenientes de los sensores puedan ser ingresadas al microcontrolador para su posterior proceso.

$$A = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2}{R_1} \quad (4)$$

Teniendo en cuenta que la celda de carga y el sensor de proximidad entregan una señal de voltaje muy baja se hizo necesario construir un sistema basado en amplificadores operacionales, para darle mayor ganancia y que al ingresarla al sistema de procesamiento entregue un valor verdadero.

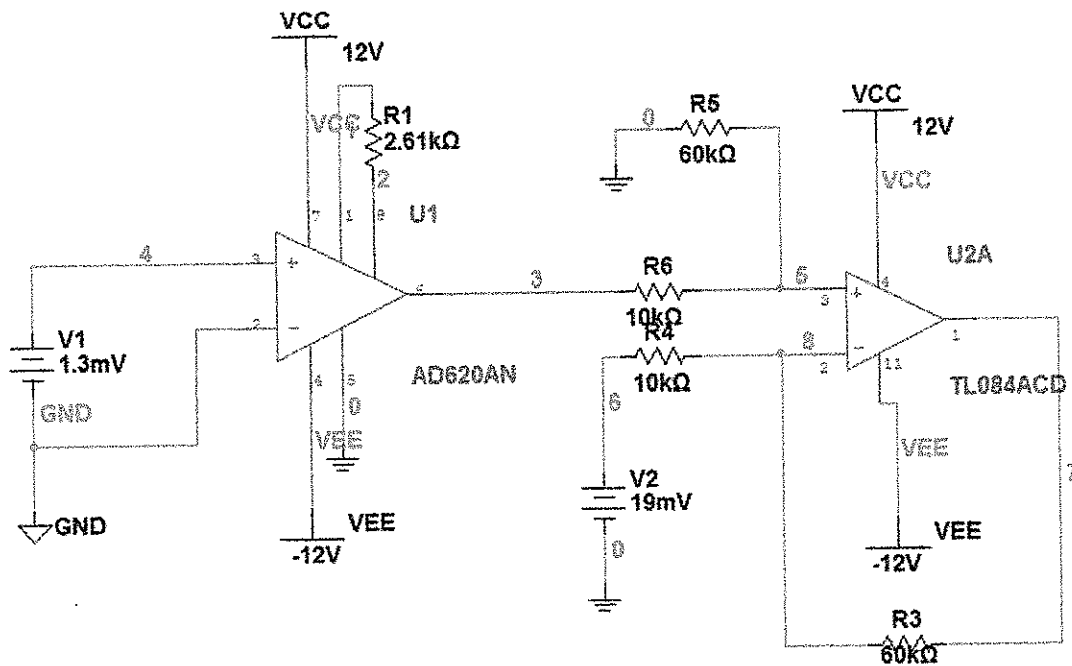


Figura 35. Circuito de acondicionamiento CELDA DE CARGA
Fuente: Autores

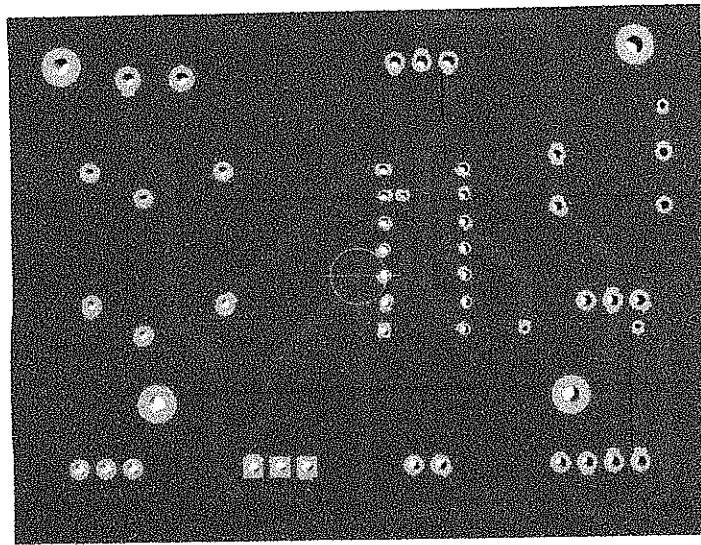


Figura 38. Tarjeta de acondicionamiento vista inferior
Fuente: Autores

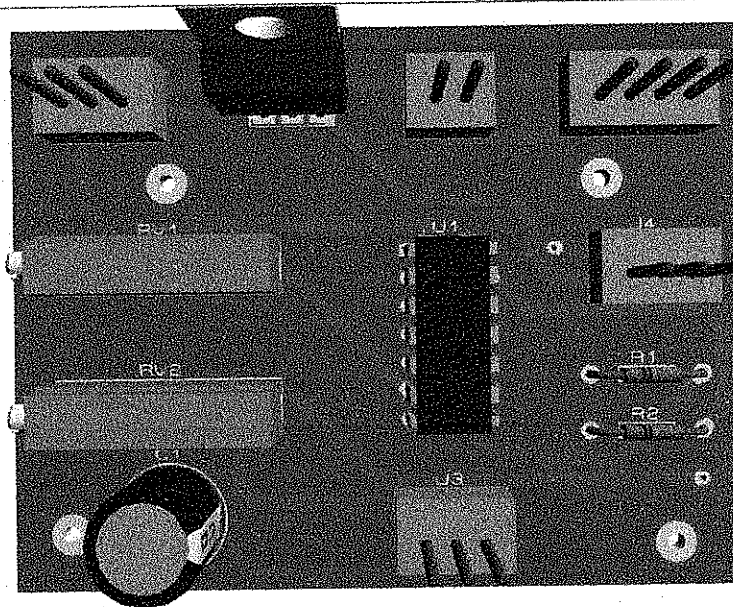


Figura 39. Tarjeta de acondicionamiento vista en 3 dimensiones (3D)
Fuente: Autores

Difícilmente se conecta un transductor o un sensor directamente y la parte de procesamiento de un sistema, ya que la señal que nos envía nuestro transductor o sensor por lo general es muy débil o contiene ruido y componentes que no deseamos, por eso realizamos etapas de acondicionamiento de señales ya sea por hardware o software.

Por último entre el acondicionar y el siguiente paso del proceso de la señal puede haber una cierta distancia o un alto nivel de ruido, teniendo en cuenta que estos dos factores afectan la siguiente etapa del proceso, ya que los valores entregados no son los verdaderos, se necesita

acondicionar muy bien las señales de los sensores para que su envío al sistema de procesamiento de los datos sea el adecuado.

3.2. Control del proceso

En esta etapa se procesa las señales entregadas por la etapa de acondicionamiento con el fin de tener monitoreado y controlado el proceso, esto se hace a través del módulo conversor A/D (conversor análogo digital), con una resolución de 8 bits, el cual convierte las señales de voltaje en un dato digital.

Este dato digital después de su procesamiento será visualizado en una pantalla de cristal líquido LCD.

La adquisición y procesamiento de las señales se hace a través de un microcontrolador, ya que en esta etapa se deben definir y estudiar todas las señales de entrada y salida en la mesa, es decir las señales para el manejo de los actuadores y dispositivos de control.

Con base en este estudio, se seleccionó un microcontrolador anteriormente descrito que cumple con las características necesarias para el desarrollo de la aplicación.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, se optó por utilizar microcontrolador MC908GP32CPE de Free Scale, el cual posee un conversor análogo digital de 8 bits de resolución, ocho canales de entrada, que es el adecuado para la adquisición de los datos provenientes de los sensores presentes en la mesa (peso, distancia), además este microcontrolador cuenta con una salida PWM, y cuatro puertos de entradas y salidas digitales, que serán útiles para otros procedimientos en los que se requiera hacer otro tipo de control, por ejemplo velocidad de un motor.

Para dar apertura y cierre de las válvulas de paso de fluido hidráulico y control de la bomba hidráulica, se han diseñado circuitos capaces de accionar las válvulas y el motor de la unidad hidráulica. Los circuitos de accionamiento están compuestos por opto-acopladores MOC 3021, comandados por las señales provenientes del microcontrolador, que son los encargados de manejar la etapa de potencia del sistema.

A continuación se presenta el diagrama de flujo del sistema:

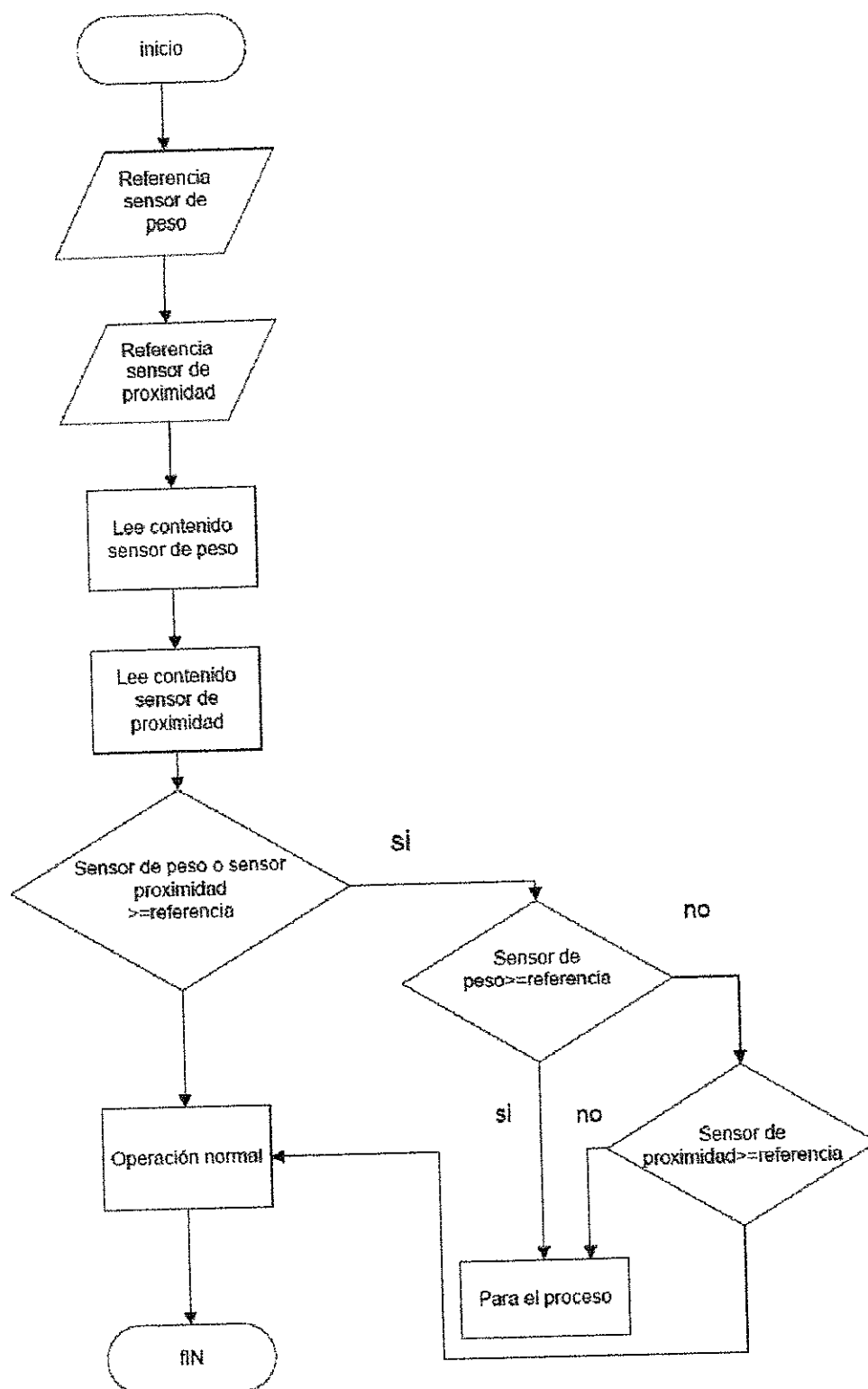


Figura 40. Diagrama de flujo del sistema

3.2.1. Diagrama de bloques eléctrico.

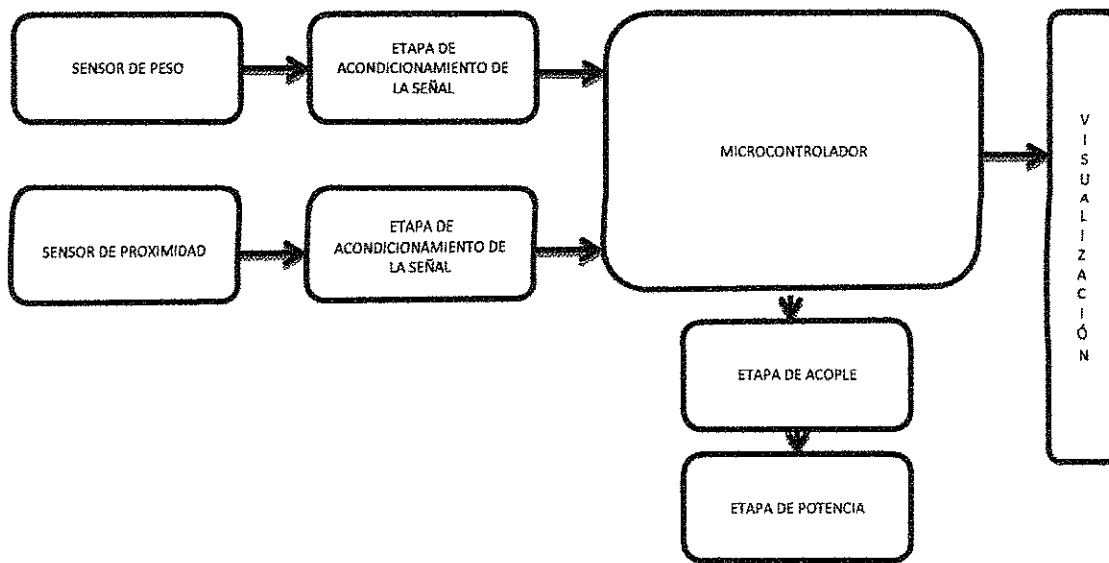


Figura 41. Diagrama de bloques de la tarjeta de control

Fuente: Autores

Para que la mesa elevadora de tijera opere correctamente, se han diseñado circuitos electrónicos adecuados para su funcionamiento, con el fin de permitir la interface entre los sensores, actuadores y el microcontrolador MC908GP32CPE.

El microcontrolador MC908GP32CPE fue seleccionado porque este tiene un bloque de conversión analógico digital de ocho canales de entrada con una resolución de 8 bits, un pin para transmitir y recibir datos seriamente, con el que se puede procesar las señales eléctricas tomadas de los sensores, a entregarlos en forma digital y tomar medidas para el control, esto es fundamental para el proyecto. A diferencia de un microcontrolador PIC que tiene un conjunto de instrucciones más amplio respecto a los PIC, haciendo que la implementación de un algoritmo se haga de una manera mucho mas simple.

A continuación se observa el diseño de la tarjeta de control, en la cual se van a procesar las señales de los sensores con el fin de tener control sobre los actuadores del proceso.

Los puertos que se emplearon son A, B, C y D.

El en puerto A se encuentra el puerto de conexión de la LCD, encargada de la visualización de los datos que intervienen en el proceso.

El puerto B se encarga de la adquisición de las señales de los sensores de peso y altura, además del teclado de control, en este puerto se encuentran las entradas al bloque conversor analógico/digital

El en puerto C se encuentran los pines de control de la pantalla LCD.

El en puerto D se encuentran las señales de salida hacia la tarjeta de acople y potencia, dado que estas señales son las encargadas de controlar los dispositivos actuadores como el motor, cilindro hidráulico y la electroválvula.

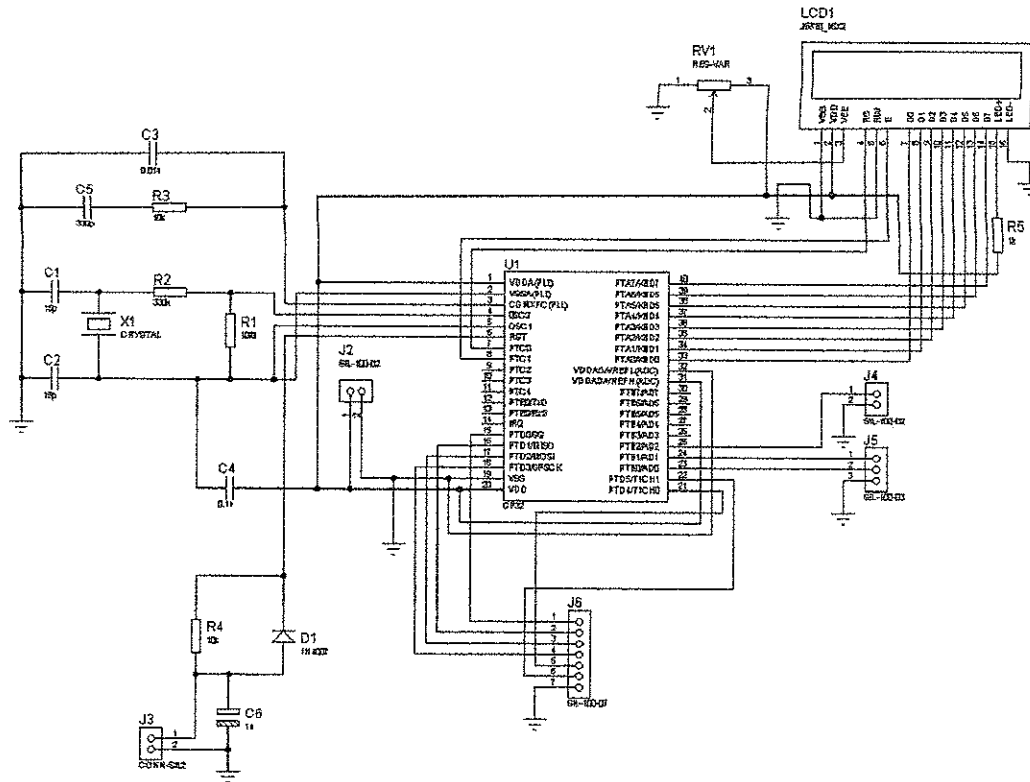


Figura 42. Plano de tarjeta de control
Fuente: Autores

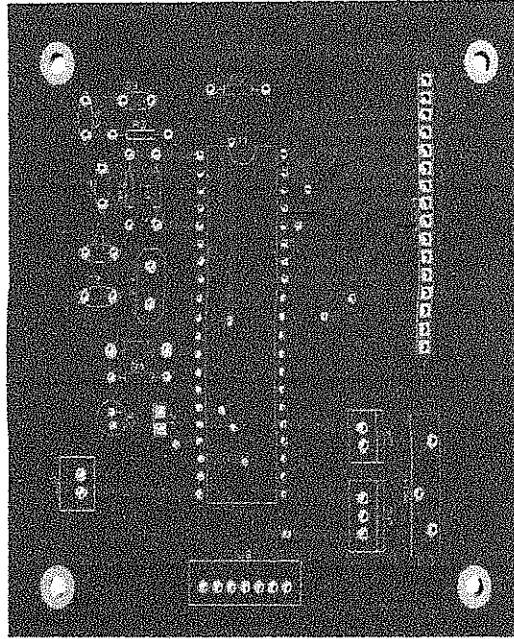


Figura 43. Tarjeta de control vista superior
Fuente: Autores

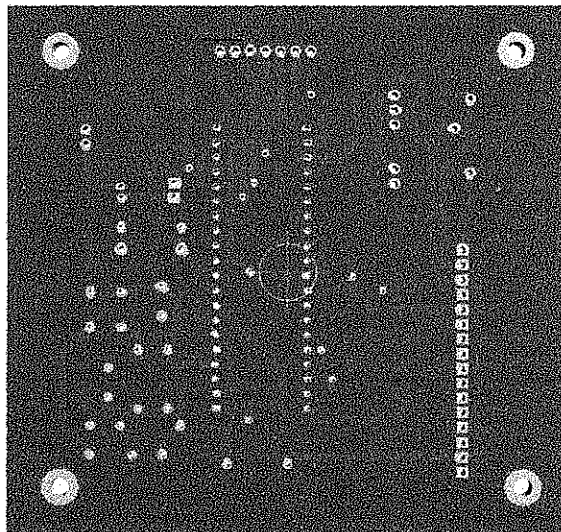


Figura 44. Tarjeta de control vista inferior
Fuente: Autores

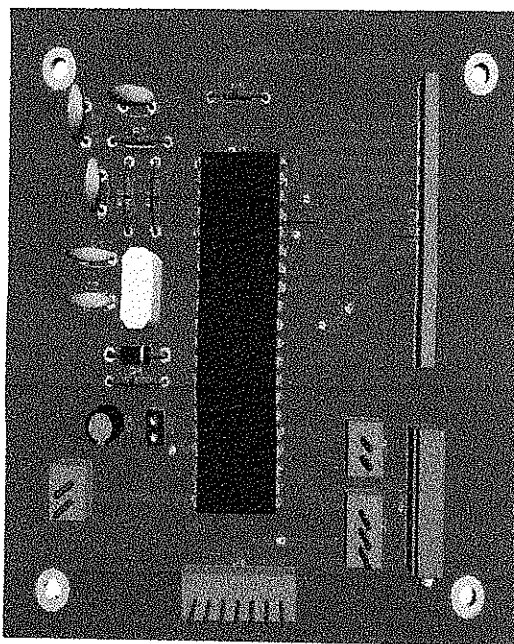


Figura 45. Tarjeta de control vista en 3 dimensiones (3D)
Fuente: Autores

El desarrollo de esta etapa culmina con un programa en assembler para el microcontrolador, capaz de adquirir y procesar las señales provenientes de los sensores de peso, del fotoeléctrico y del control de los actuadores presentes en la mesa. El programa del microcontrolador activa el sistema de electroválvulas y el motor, de acuerdo a las señales que los sensores estén registrando.

3.3. Potencia

Es primordial en el desarrollo de cualquier proyecto la correcta selección de los dispositivos que se van a usar, porque de ello depende el éxito o fracaso del mismo. Para escoger los dispositivos con los cuales se instrumentó la mesa se requirió un análisis de la estructura.

En esta etapa se acoplan las señales digitales provenientes de la tarjeta de control, con el fin de activar los actuadores. Los actuadores controlados son:

- Motor
- Electroválvulas

El motor seleccionado tiene las siguientes características:

- Cuenta con una potencia de 0,5 HP
- Velocidad máxima aproximada de 200 rpm

- Torque de 180.000 Newton metro
- Tipo de protección IP 55
- Tipo de refrigeración natural y ventilación independiente
- Alimentación AC

Cuenta con las siguientes aplicaciones:

- Sistemas solares
- Ascensores
- Escaleras mecánicas
- Accionamientos para teatros
- Prensas
- Cargas pesadas en centrales eléctricas

La señal de entrada es aplicada al fotoemisor y la salida es tomada del fotoreceptor. Los optoacopladores son capaces de convertir una señal eléctrica en una señal luminosa modulada y volver a convertirla en una señal eléctrica. La gran ventaja de un optoacoplador reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida.

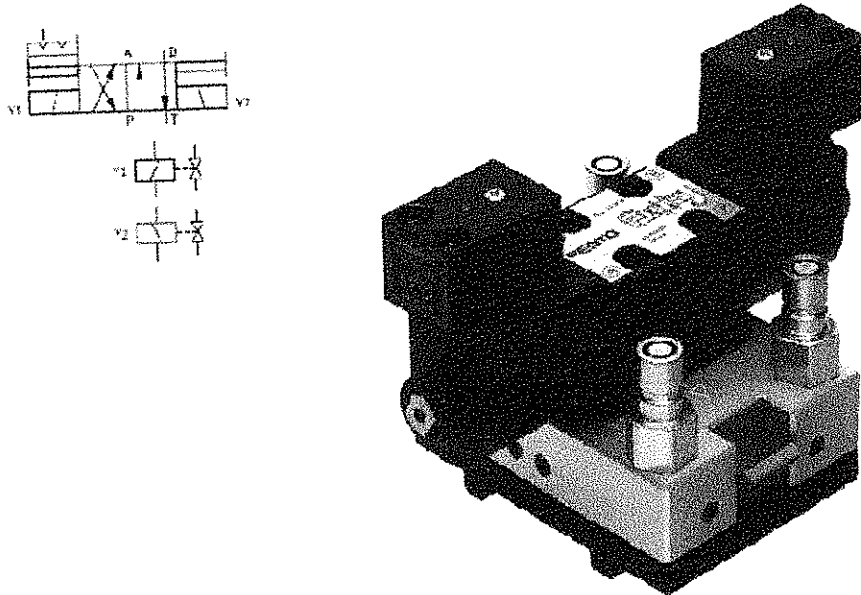


Figura 46. Válvula 4/2 vías

Fuente: <http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00626823001075223551.pdf>

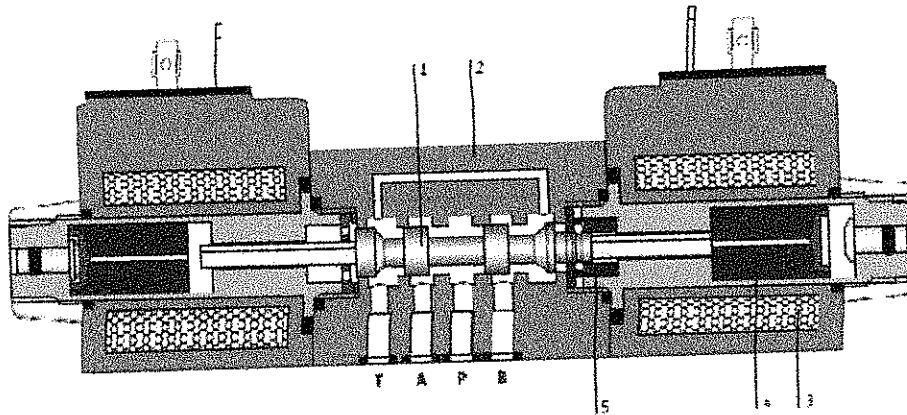


Figura 47. Válvula 4/2 vías y conexiones

<http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00626823001075223551.pdf>

3.4. Construcción

La anterior imagen muestra la electroválvula de 4/2 vías y las cuatro boquillas enchufables están montadas en una placa base. La fijación a la placa perfilada se realiza mediante dos palancas azules y el sistema de enclavamiento. La válvula está compuesta: del émbolo (1), el cuerpo (2), la bobina (3), el rotor (4), el enclavamiento (5).

3.4.1. Funcionamiento

Esta válvula únicamente tiene 2 posiciones. Las posiciones cambian en la medida en que la bobina (3) del electroimán correspondiente recibe corriente brevemente. Así, el rotor (4) desplaza al émbolo (1) hacia la posición final del lado contrario. El sistema de enclavamiento evita que ese lado reciba corriente. Desde fuera no se puede apreciar la posición del émbolo. Para obtener una posición inicial determinada, debe generarse un impulso mediante el imán correspondiente.

El montaje debe realizarse preferentemente en posición horizontal. Si la posición es vertical, el émbolo puede cambiar su posición debido a las vibraciones. Utilizando el accionamiento manual de emergencia, es posible activar la válvula sin energía eléctrica.

3.4.2. Datos técnicos

Hidráulica

Fluido	aceite mineral; recomendado: 22 cSt (mm ² /s)
Presión de funcionamiento p	6 Mpa (60 bar)
Presión máxima admisible $p_{m\acute{a}x}$	12 Mpa (120 bar)
Tensión	24 V DC
Potencia	6,5 W
Duración mínima del impulso	80 ms
Accionamiento	eléctrico
Conexión eléctrica	para conectores tipo clavija de 4 mm
Conexión hidráulica	para 4 acoplamientos tipo zócalo

Tabla 5. Datos técnicos de la electroválvula.

<http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00626823001075223551.pdf>

A continuación se da a conocer el diseño de la tarjeta de potencia

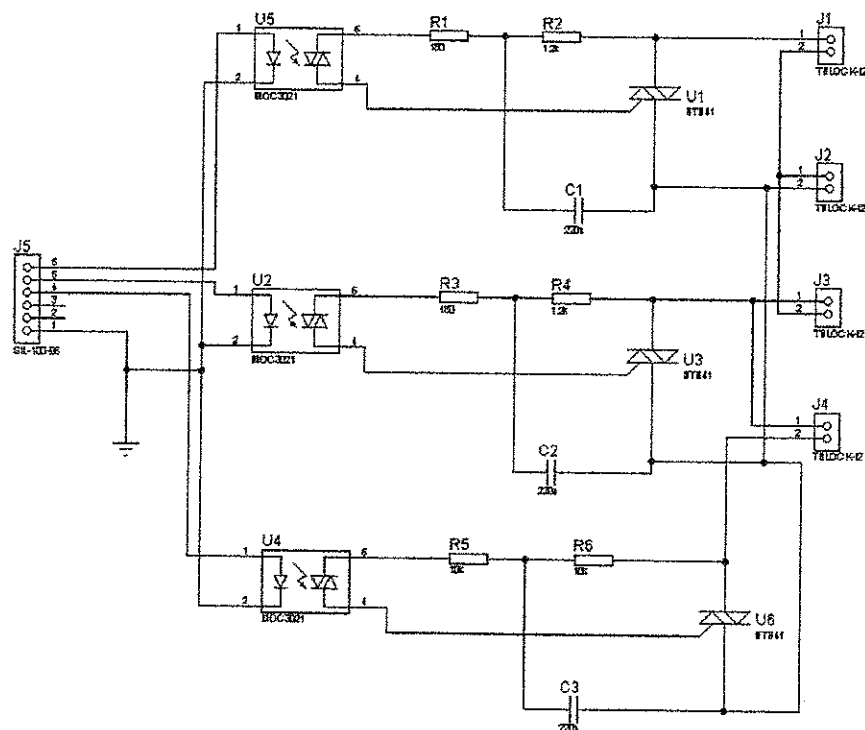


Figura 48. Diseño tarjeta de Potencia

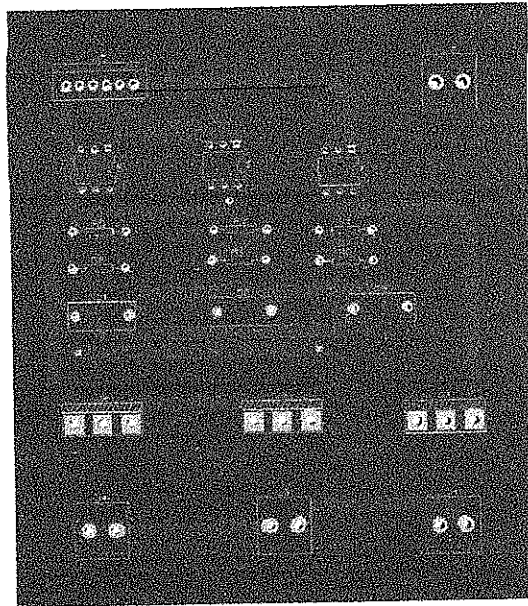


Figura 49. Tarjeta de potencia vista Superior
Fuente: Autores

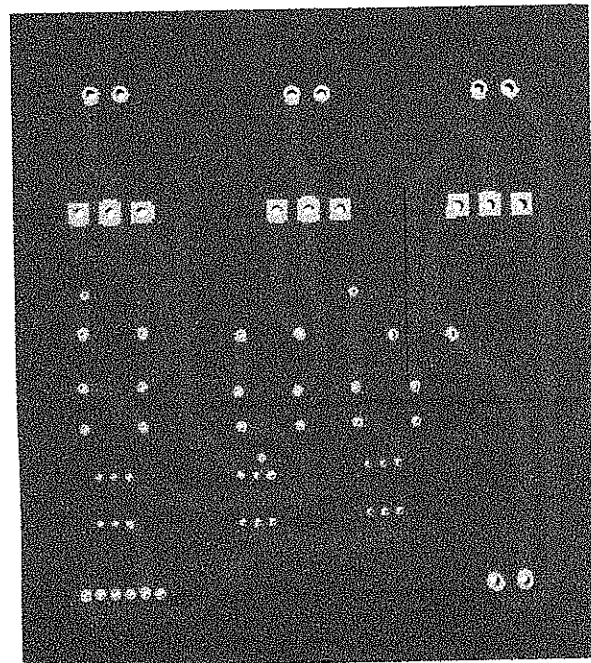


Figura 50. tarjeta de potencia vista inferior
Fuente: Autores

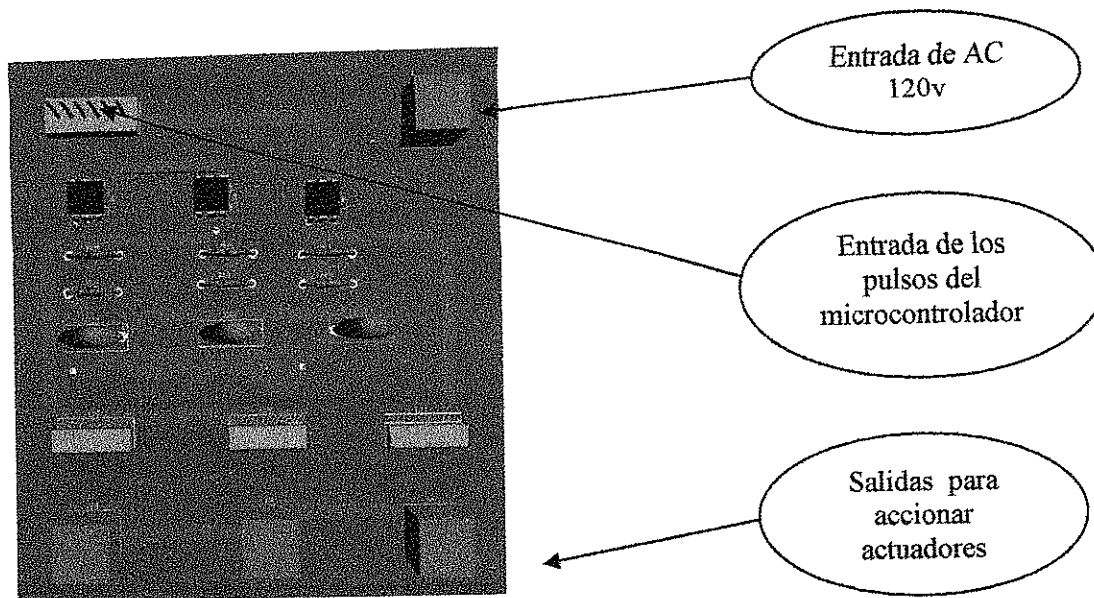


Figura 51. tarjeta de potencia

Fuente: Autores

En esta tarjeta impresa se entregan las señales de control provenientes de la etapa de procesamiento de datos, que son optoacopladas por medio de un MOC 3021, el cual activa una serie de TRIAC'S, para controlar los actuadores de la mesa, como el motor y la electroválvula.

3.5. Mecánica

Para la construcción de la estructura de la mesa elevadora de tijera se utilizaron los siguientes materiales:

Soldadura west arco E6013
 Platina de 2 /1/4 por 6 metros
 Angulo de 2 por 3/19 por 6 metros
 Lamina acero inoxidable calibre 18
 Tornillos 3/8

Tubo cuadrado metálico ½ pulgada

3.5.1. Descripción De Los Materiales

3.5.1.1. Soldadura west arco E6013

3.5.1.1.1. Características sobresalientes

El revestimiento es a base de rutilo y potasio, lo cual da muy buena estabilidad, inclusive al trabajar con corriente alterna en equipos de bajo voltaje de circuito abierto.

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Resistencia a la tracción:	42 - 52Kg/mm ² (60 - 74 Ksi)
Límite de fluencia:	34 - 45Kg/mm ² (48 - 65 Ksi)
Elongación:	22 - 29%
Resistencia al impacto Charpy en V a 20°C:	50 - 110 joules.

Tabla 6. Características de la soldadura.

Fuente: <http://www.westarco.com/>

3.5.1.1.2. Aplicaciones típicas

Carrocerías, muebles metálicos, ductos de aire acondicionado, rejas, ventanas ornamentación en general.

3.5.1.2. Platina

Son barras con sección transversal rectangular de superficie lisa y laminada en caliente, además son muy versátiles y se utilizan a nivel de cerrajería, metalistería, industria metalmecánica y ornamentación.

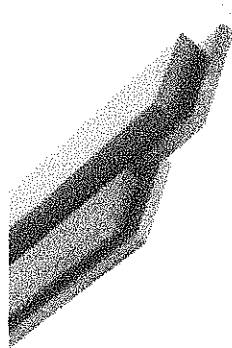


Figura 52. Platina

Fuente: <http://www.diaco.com.co/>

Los ángulos estructurales L-AZA, son productos cuyas alas son iguales y forman un ángulo de 90° entre sí. Este perfil después de ser laminado es enderezado en frío.

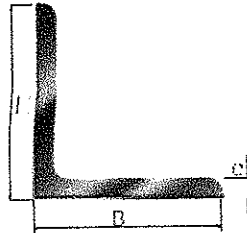


Figura 53. Angulo

<http://www.diacono.com.co/>

3.5.1.2.1. Aplicaciones

Los ángulos estructurales L-AZA se aplican en la construcción de estructuras metálicas livianas y pesadas, donde las partes van unidas por soldadura o empernadas y son capaces de soportar esfuerzos dinámicos. Ejemplos de aplicación son: torres de alta tensión, elementos estructurales articulados en uso arquitectónico, placas estereométricas, grúas, carrocerías, partes de carros etc. También son empleados en elementos de menor demanda, como soportes, marcos, muebles, barras de empalme y ferretería eléctrica en general.

La construcción de la estructura de la mesa elevadora de tijera se hizo con materiales compuestos por metal, se utilizó platina de acero de 1 una pulgada para la construcción de los brazos que conforman el sistema para dar movimiento de elevación al sistema.

Todo el prototipo fue armado con soldadura de arco de un $1/8$ con el fin de proporcionar resistencia a toda la estructura ya que la carga que debe soportar es de 100kg, y se requiere que tenga una alta resistencia al esfuerzo mecánico.

OTROS APORTES DERIVADOS DEL TRABAJO

Durante el tiempo que se ha desarrollado el proyecto, se han generado diferentes tipos de participaciones en eventos tanto a nivel nacional como a nivel internacional; a nivel nacional y más explícitamente regional, se tuvo la oportunidad de participar en el evento REDCOLSI (Red Colombiana de Semilleros de Investigación) en el nodo Boyacá, el cual en su calificación pudo calificar para participar y ser ponencia a nivel nacional en la ciudad de Soledad Atlántico, en el Instituto Técnico de Soledad.

Se envió un el artículo, el cual fue seleccionado para tener una partición internacional con el artículo titulado “Instrumentación De Una Mesa Elevadora de Doble Tijera Para Fines Industriales” en el “XVII International Congressof Electronic, Electrical and SystemsEngineering” ITERCON 2010. Que se llevó a cabo en la ciudad de Puno Perú.

El artículo se encuentra en anexo 1

CONCLUSIONES

La condición más importante para automatizar un proceso, es analizar los flujos de producción del producto que se va automatizar, ya que los flujos mayores requieren soluciones de mayor escala; siendo la automatización un factor que hoy en día es indispensable para que la industria mantenga la competitividad, los niveles de producción y los estándares de calidad exigidos, liberando al ser humano de operaciones rutinarias, disminuyendo así errores y a su vez aumentando la producción.

La automatización industrial en un proceso es una inversión monetaria de alto nivel y por ende deben ser amortizada con el proceso de masificación de la producción, y no con el aumento del valor del producto fabricado, por medio de sistemas electrónicos de medición, regulación y control, aumentará la eficiencia y calidad de las industrias, colocándolos a niveles de productividad altos.

La ingeniería permite poner a disposición de un mayor número de personas los avances en el desarrollo de sistemas para aplicaciones industriales, con equipos que sean útiles y confiables. La implementación y puesta en marcha de un sistema automatizado permite asegurar mejoras significativas en la calidad del producto, disminución del gasto por horas-hombre, seguridad y eficiencia en la planta.

El desarrollo de este tipo de máquinas con un alto nivel operatividad práctica, hacen que estos sistemas sean muy útiles a la comunidad, al desarrollo de un país en diferentes industrias de procesos y manufactura, esto en consecuencia genera un gran incremento en la demanda de sistemas de control industrial, con el propósito de modernizar enteramente las operaciones en términos de velocidad, confiabilidad, desempeño y versatilidad en una determina línea de producción.

Para el estudio y automatización del proceso se deben conocer la variables eléctricas de entrada y salida del proceso con el fin de garantizar que el peso y altura se mantengan dentro de un valor preestablecido en el proceso; la importancia radica en que los sistemas de control deben tener la habilidad de arrancar, regular y parar un proceso en respuesta a la medición de variables monitoreadas dentro de él, con el objeto de obtener la salida deseada y el usuario pueda verificar el funcionamiento y estado del sistema.

El estudio y selección de los instrumentos de medida adecuados permiten tener precisión y un buen funcionamiento de la mesa elevadora. Con el estudio de las señales eléctricas de los sensores y la toma de datos se reconoce que existen diferentes tipos de errores, que no se pueden corregir sino más bien disminuir, utilizando amplificadores operacionales como el TL074 y aumentar el nivel de la señal de entrada para igualar el rango del convertidor análogo digital (ADC), y de esta manera aumentar la resolución y sensibilidad de las medidas. Además al hacer el acondicionamiento de señales, mejora la relación de señal-a-ruido elevando el nivel de señal antes de se vea afectada por el ruido ambiental.

La electrónica instrumental permite el uso adecuado y eficiente de dispositivos tecnológicos en diversos procesos industriales, así mismo en la toma de decisiones en el análisis y control de magnitudes eléctricas para mejorar la calidad y confiabilidad en la industria. Para garantizar que el producto en cualquier área de la industria sea factible en su implementación, éste debe contar con los mínimos estándares técnicos de seguridad los cuales permiten el fácil manejo y la aplicación dentro de un proceso determinado. Generando controlen el proceso productivo, ahorro de energía e insumos en los procesos, un registro y estadística de consumo y gasto en sus operaciones, mejora la calidad del producto y por ende la seguridad del personal e instalaciones.

Las válvulas compactas no solo reducen los costos, sino además permiten reducir el costo total de la maquinaria eliminando los excesos de dimensionamiento de las máquinas, además de reducir los costos de producción por el aumento en la velocidad de respuesta y accionamiento las válvulas.

NOMBRES DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO

Dicha investigación está a cargo de las siguientes personas:

Ángela María Estupiñán Orjuela



Ingeniería Electrónica (E) especialista en Redes de Telecomunicaciones (E), formada con principios éticos y valores, capaz de dar soluciones a todo tipo de problemas planteados en el manejo y manipulación de sistemas electrónicos. Puedo dar análisis, diseño y construcción de soluciones electrónicas que se ajusten a las necesidades y condiciones de cualquier organización ya sea pública o privada. Facilidad para el aprendizaje de nuevas herramientas y tecnologías de información. Capacidad de realizar trabajos de alta complejidad con rapidez.

(amgelita_89@hotmail.com)

Mauricio González



Ingeniero Electrónico (E) capacitado, formado con principios éticos y valores, capaz de dar soluciones a todo tipo de problemas planteados en el manejo y manipulación de elementos de electrónica industrial, automatización y control, diseño y construcción de soluciones que se ajusten a las necesidades y condiciones de cualquier organización de tipo público o del sector privado.

(mago18_6@hotmail.com)

Fredy Hernández



Como profesional en ingeniería electrónica me encuentro en capacidad de brindar asesoría en la realización de proyectos de instrumentación industrial, desarrollo e implementación de sistemas de control y automatización industrial. Con conocimientos en el diseño de equipos de medición, además con experiencia de operación de equipos electrónicos en áreas de potencia, control instrumentación, sistemas análogos y digitales.

Poseo experiencia en el diseño de automatismos, mantenimiento de motores eléctricos, además con experiencia en el manejo de redes eléctricas de baja tensión. (fredy_hc@hotmail.com)

Además se tiene la capacidad de manejar diferentes lenguajes de programación como: lenguaje C/C++, Manejamos software como: Office, Proteos, Multisim 11, Matlab.

ING. LUIS FREDY SOSA QUINTERO



Estudios: Ingeniero Electrónico, Especialista en Instrumentación médica, Especialista en Redes de Telecomunicaciones, Especialista en Gerencia de Proyectos, Especialista en Gerencia de instituciones de educación superior, Magister en educación, aspirante a Doctor en Ciencias de la Educación.

Trayectoria: Asesor técnico en la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones, Representante de los docentes al consejo académico General Universidad Santo Tomás. Representante de los decanos al consejo Superior Universidad Santo Tomás. Decano académico Facultad de Ingeniería Electrónica.

RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

1. Este proyecto se puede adaptar a proceso que se requiera hacer más productivo, esto se lograría haciendo que los procesos de fabricación sean más eficientes y rápidos, con el fin de minimizar costos y tiempo.
2. La programación para este microcontrolador es muy relativa. No necesariamente se tienen que ocupar ni los puertos ni los comandos utilizados en este proyecto, ya que esta programación es de los autores y se puede llegar a crear otro tipo de algoritmos que puedan controlar y adecuar el sistema para el manejo de otro tipo de procesos industriales.
3. Se pueden complementar los sistemas de seguridad, que se encuentra proyectada para la segunda fase de este proyecto, que es un sistema de monitoreo a través de un modem GSM que permitan verificar el funcionamiento. Asimismo sería importante colocar alarmas que indiquen posibles fallos en el sistema.
4. Es fundamental disponer de un banco de baterías o un sistema UPS, que sirva como respaldo al sistema, teniendo en cuenta que la red eléctrica en Boyacá, presenta en ocasiones fallas, lo cual provocaría que el dispositivo implementado dentro de una industria, pueda ser manipulado durante un tiempo corto, mientras se establece la energía, previniendo así accidentes.
5. Para estar informados del óptimo funcionamiento del sistema, se puede implementar un módulo GSM, siendo ya una comunicación teniendo una interacción entre hombre máquina.
6. En el momento de estar operando la maquina se debe tener cuidado con un algún accidente de elevar o bajar manualmente, puesto que al ser de tijera puede ocasionar un accidente.

REFERENCIAS

A continuación se presentan las referencias que fueron necesarias para poder indagar sobre determinados temas, es importante aclarar que fueron de soporte para el desarrollo de este libro y nuestro proyecto.

Infografía:

- [1]<http://members.fortunecity.es/100pies/mantenimiento/mantenimientohidraulico.htm>
- [2]<http://www.novodinamica.com/es/catalog/prod.asp?cat=5&sec=32&prod=212>
- [3]<http://www.directindustry.es/prod/bolzoni-auramo/mesa-elevadora-de-doble-tijera-7077-55721.html>
- [4]http://www.construmatica.com/construpedia/Mesa_Elevadora
- [6] www.instrumatic.com.co.
- [7] www.uticell.com.es.
- [8] www.sharp.com.
- [9] www.sensomatic.com.
- [10]www.siemens.com.co.

BIBLIOGRAFÍA

- [11] SMITH, Carlos. Control automático de procesos. Limusa, 2001.
- [12] PELÁEZ, Jesús. Neumática industrial diseño selección y estudio. Madrid: 2002.
- [13] JIMÉNEZ, Emilio. Expresión gráfica en Ingeniería de Sistemas y Automáticas. JA2001, Barcelona: 2001.
- [14] ENRIQUE, Harper. El ABC de las máquinas eléctrica. II. motor de corriente alterna.
- [15] CREUS, Antonio. "Instrumentación Industrial", 6a Edición, México DF: Alfa Omega Grupo Editor S.A. 1998.
- [16] W., Bolton, "Instrumentación y Control Industrial", Ed. Paraninfo, S.A., Madrid España.
- [17] MARTÍNEZ SÁNCHEZ, Victoriano Ángel. "Automatización Industrial Moderna", México DF: Alfa Omega Grupo Editor, S.A., 2001.
- [18] STREETER, Víctor L. "Mecánica de Fluidos", 9a Edición, Editorial McGraw-Hill, 2000.
- [19] SOTELO. "Hidráulica General", Vol. 1, Fundamentos, México D.F, Editorial Limusa S.A. 2000.
- [20] COOPER, William; HELFRICK, Albert. "instrumentación eléctrica moderna y técnica de medición"
- [21] VESGA, Juan Carlos. "MICROCONTROLADORES MOTOROLA - FREESCALES". Programación, familias y sus distintas aplicaciones en la industria.
- [22] SMITH C.A., CORRIPI A.B... Control automático de procesos. Editorial LIMUSA, 1997
- [23] TORRES, Fernando. "Robots y Sistemas Sensores". Prentice Hall. 2002
- [24] MILLER, Albert. "Metrología". Barcelona, Ideas Books, 1992

[25] CARDONA, Salvador, CLOS, Daniel. " Teoria de maquinas". Barcelona: UPC, 2001.
245p

[26] ROLDAN. "Motores electricos y Automatismos de control". Paraninfo, 2001.

[27] PIEDAFITA. "Ingeniería de automatización industrial". Alfaomega. 2001.

[28] T MALONEY. "Electronica Insdustrila Moderna". McGraw Hill. 2003

REVISTAS IEEE

- [31] Estado del arte del diagnóstico de fallos de procesos industriales de naturales continúa.
- [32] Diseño de un pantógrafo para corte de vidrio. Estudiante Anderson García, Ingeniero Freddy Rincón.
- [33] Fundamentals of a motor thermal model and its applications in motor protection. Venkataraman, B. Godsey, B. Premierani, W. Shulman, E. Thaku M Midence, R.Black& Veatch Corp., Kansas City, MO, USA
- [34] Intelligent Component-Based Automation of Baggage Handling Systems With IEC 61499.Black, G. Vyatkin, V. Univ. of Auckland, Auckland, New Zealand
- [35] Communication Systems for Building Automation and Control. Kastner, W. Neugschwandtner, G. Soucek, S. Newmann, H.M.Autom. Syst. Group, Vienna Univ. of Technol., Austria
- [36] Performance analysis of AC chopper fed AC series motor using microcontroller. Sivaranjani, S. Ramakrishnan, C. Power Electron. & Drives, Bannari Amman Inst. of Technol., Sathyamangalam
- [37]The Effects of Negative Driving Torque in Servomotor Drivers. Serikitkankul, P. Seki, H. Hikizu, M. Kamiya, Y. Dept. of Mech. Syst. Eng., Kanazawa Univ., Ishikawa

ANEXO 1

Instrumentación De Una Mesa Elevadora de Doble T Para Fines Industriales

C. César Aldana, A. María Estupiñán O., M. González, F. Alonso Hernández, O. Antonio Sánchez

Resumen—El presente artículo describe el funcionamiento de la mesa y los diferentes tipos de sensores con los que se instrumentó la máquina. El dispositivo está basado en la teoría de descartes sobre los paralelogramos; es un mecanismo de varillas conectadas de tal manera que se puedan mover respecto a un punto fijo. El elemento encargado de generar el movimiento de las tijeras es un cilindro hidráulico, el cual es accionado a través de una bomba de engranajes que inyecta el aceite a presión hacia el pistón haciendo que se mueva el embolo y por ende las barras.

El procesamiento de las señales provenientes de los sensores se hace a través de un módulo de conversión análogo/digital del microcontrolador. La visualización tanto del peso como de la altura a la cual se eleva la carga se realiza en una pantalla LCD, haciendo que el sistema sea muy preciso.

Índices—Cilindro, sensor, microcontrolador, hidráulico, celda de carga, mesa de doble tijera.

I. INTRODUCCIÓN

La instrumentación industrial es una de las ramas que se encarga de controlar y registrar variables de un proceso con el fin de optimizar y aprovechar mejor los recursos utilizados, siendo hoy en día una de las líneas que nos muestra la realidad de lo que está sucediendo en un determinado evento, el cual va encaminado a mirar el comportamiento y la manera de actuar sobre diferentes parámetros y así poder tomar decisiones.

Así mismo la Instrumentación es la que ha permitido el desarrollo tecnológico en la actualidad, teniendo en cuenta la automatización, el control y muchas actividades más en los procesos industriales existentes hoy en día. Es por esto que los dispositivos elevadores como la mesa de doble tijera cuentan con un alto componente de instrumentación que permite el control de este tipo de dispositivos, siendo una componente importante a desarrollar en el diseño del prototipo.

Este tipo de mecanismos tienen diferentes campos de

Este trabajo fue apoyado en parte por la universidad Santo Tomás con ayuda del ingeniero Luis Fredy Sosa, quien ha sido el tutor durante el proceso de desarrollo; los recursos económicos han sido financiados en su totalidad por los autores del documento.

C. C. Aldana, (tecnocany79@hotmail.com), A. María Estupiñán O. (angelita_89@hotmail.com), M. González (mago18_6@hotmail.com), F. A. Hernández (fredy_ho@hotmail.com), O. A. Sánchez (dyoskar@hotmail.com).

aplicación a nivel industrial. Entre las aplicaciones más importantes se tienen: mesas para mover carga, mesas elevadoras para mantenimiento de vehículos, mesas elevadoras para personal y muchas aplicaciones más.

Entre los principales fabricantes de este tipo de mecanismos se encuentran empresas como: Blitz, Lif&Compactors, que se destacan por el desarrollo tecnológico en sus productos, además se adecuan a cualquier necesidad de elevación. A nivel regional y nacional son pocos los desarrollos y aplicaciones que este tipo de dispositivos mecánicos tiene en la industria, éstos en su mayoría son importados desde España y México, en donde hay empresas dedicadas al desarrollo de estos avances tecnológicos lo cual conlleva a indagar por las diferentes aplicaciones de estas máquinas en la industria.

II. MARCO TEÓRICO

Una mesa de doble tijera es un mecanismo articulado basado en las propiedades de los paralelogramos; este instrumento dispone de unas varillas conectadas de tal manera que se pueden mover respecto de un punto fijo.

El sistema cuenta con diversos componentes que hacen posible la elevación de la mesa de doble tijera, a continuación se describe cada uno de estos elementos para tener un concepto claro de la formación del prototipo.

A. Bomba de Engranaje Externo

Esta bomba consta de dos engranajes ubicados dentro de una caja, dichos engranajes giran debido al eje de la bomba. Por medio de los engranajes pasa un fluido (aceite), produciendo un caudal, considerándose constante ya que la única forma de variarlo es cambiando la velocidad del motor quien es el encargado del movimiento del eje de la bomba, además el fluido se sostiene contra la resistencia opuesta a la circulación, es decir, que el fluido que sale de la boca de la bomba es apoyado por ésta.

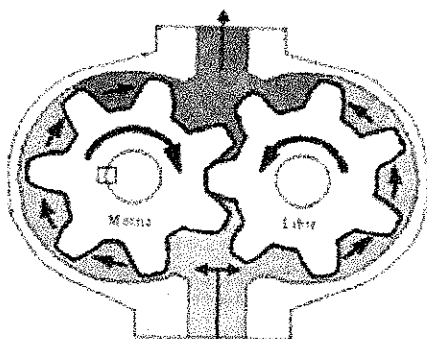


Fig. 1. Imagen bomba de engranaje externo

<http://todomonografias.com/images/2007/02/100494.gif>

B. Cilindro Hidráulico

Los cilindros hidráulicos son actuadores mecánicos y son usados para generar una fuerza a través de un recorrido lineal, obteniendo la energía a partir de un fluido hidráulico.

El cilindro hidráulico consiste básicamente en dos piezas: un cilindro y un pistón móvil conectado a un vástago. El cilindro está cerrado por los dos extremos, en uno está el fondo y en el otro la cabeza por la cual se introduce el pistón y a su vez tiene una perforación por donde sale el vástago. El pistón divide el interior del cilindro en dos cámaras: la cámara inferior y la cámara del vástago. La presión hidráulica actúa en el pistón para producir el movimiento lineal.

La fuerza máxima está en función de la superficie activa del émbolo y de la presión máxima, así:

El fluido utilizado en el pistón es aceite, ya que cumple con las características necesarias para poder desarrollar el prototipo, estas características son:

- Gravedad específica
- Módulo de Granel
- Viscosidad

La elasticidad se utiliza para evaluar el sistema, teniendo en cuenta las burbujas de aire que pueden introducirse en el pistón y la viscosidad se mide para observar el interior del desgaste del cilindro hidráulico.

Para resolver estas características se tienen en cuenta las siguientes ecuaciones:

Dónde:

β viscosidad
V velocidad
p presión
x desplazamiento
 μ constante de viscosidad

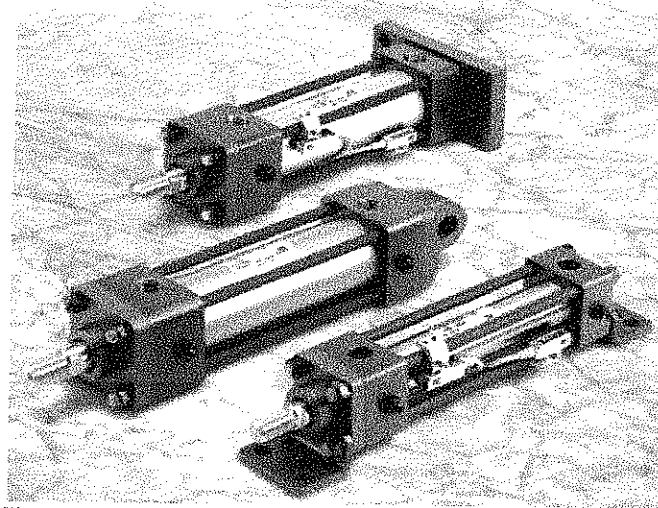


Fig. 2. Imagen cilindros hidráulico

<http://content.smcetech.com/pdf/CH2.pdf>

C. Motor Jaula De Ardilla

Un motor eléctrico es una máquina que convierte energía eléctrica en energía mecánica. La conversión de energía en un motor eléctrico se debe a la interacción entre una corriente eléctrica y un campo magnético. Este posee dos piezas importantes llamadas rotor y estator, el segundo es la parte estática del motor, que genera el campo magnético para dar giro al rotor.

El motor jaula de ardilla consta de un cilindro montado en un eje, internamente tiene barras conductoras longitudinales que conectan los dos aros que forman el cilindro, estas barras conducen una corriente eléctrica que produce un campo magnético giratorio alrededor del rotor; así las corrientes que fluyen longitudinalmente por los conductores reaccionan con el campo magnético del motor produciendo una fuerza que actúa de forma tangente al rotor, dando por resultado un esfuerzo de torsión para dar vuelta al eje.

D. Sensor Fotoeléctrico De Proximidad

El sensor funciona con el principio de triangulación; para realizar el sensado se tienen dos elementos, un emisor y un receptor. Para el caso el receptor es un LED que emite una luz infrarroja, cuando ésta encuentra un objeto se refleja y es detectado por una red de foto-diodos, así que en el objeto se forma un ángulo del haz del emisor y la recepción de los diodos. Por medio del ángulo formado se puede calcular la distancia que hay entre el emisor y el objeto que refleja el haz.

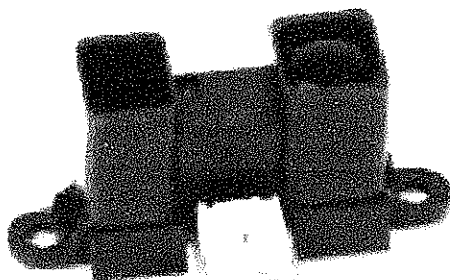


Fig. 3. Imagen sensor fotoeléctrico

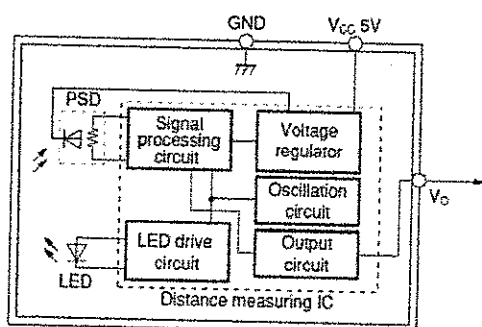


Fig. 4. Diagrama de bloques interno del dispositivo

http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/G/P/2/Y/G/P2Y0A02.shtml

TABLA I
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS.

SHARP		GP2Y0A02YK	
■ Electro-optical Characteristics			
Parameter	Symbol	Conditions	MIN. TYP. MAX. Unit
Distance measuring range	ΔL	" "	20 - 150 cm
Output terminal voltage	V_o	" " $L=150cm$	0.25 0.4 0.55 V
Difference of output voltage	ΔV_o	" " Output change at $L=150cm$ to $20cm$	1.8 2.05 2.3 V
Average dissipation current	I_{cc}	-	- 33 50 mA

a. Características del dispositivo

http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/G/P/2/Y/G/P2Y0A02.shtml

E. Celda De Carga o Sensor de Peso

Este tipo de sensor se utiliza para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una membrana llamada galga extensiométrica, ésta al deformarse produce una variación en su resistencia eléctrica. La membrana convierte la deformación en señales eléctricas para luego realizar el proceso deseado.

Una celda de carga por lo general se compone de cuatro membranas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. La señal eléctrica de salida es normalmente del

orden de los mili voltios (mV).

Capacidad en Kg:

3 - 5 - 8 - 10 - 15 - 20 - 30 - 50 - 75 - 100

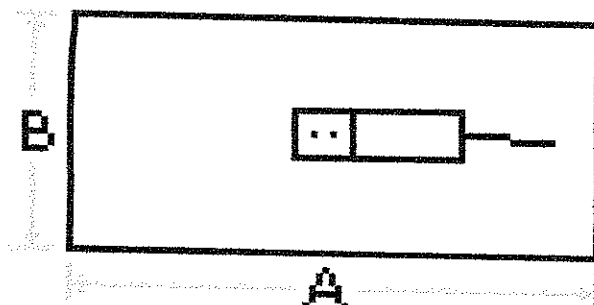


Fig. 5. Dimensiones

Dim. A x B mm
400 x 400

F. Especificaciones Técnicas

ESPECIFICACIONES:

- Célula de carga de flexión
- Soporte elástico de aluminio
- 3000 divisiones O.I.M.L. R60 clase C
- Protección IP 66 (EN 60529)
- Gran precisión con cargas descentradas

APLICACIONES:

- Plataformas mono célula hasta 400 x 400 mm
- Ensacadoras

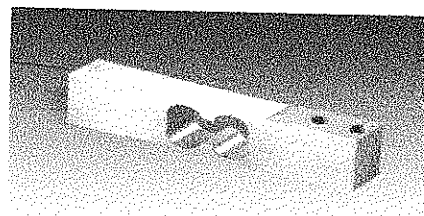


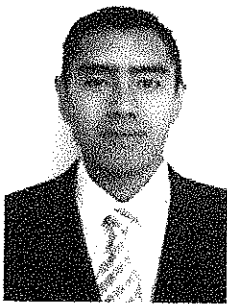
Fig. 6. Imagen celda de carga

http://www.utilcell.es/secciones/productos/ficha.aspx?seccio=productos&vista=0&categoria=0&tipus=0&model=modelo_140

V. REFERENCIAS

- [1] Antonio Creus "Instrumentación Industrial", 6ª Edición, México DF: Alfa Omega Grupo Editor S.A 1998.
- [2] W. Bolton, "Instrumentación y Control Industrial", Ed. Paraninfo, S.A, Madrid España.
- [3] Victoriano Ángel Martínez Sánchez, "Automatización Industrial Moderna", México DF: Alfa Omega Grupo Editor, S.A, 2001.
- [4] Victor L. Streeter, "Mecánica de Fluidos", 9ª Edición, Editorial McGraw-Hill, 2000.
- [5] Sotelo, "Hidráulica General", Vol 1, Fundamentos, México D.F, Editorial Limusa S.A 2000.
- [6] www.instrumatic.com.co.
- [7] www.uticell.com.es.
- [8] www.sharp.com.
- [9] www.sensomatic.com.
- [10] www.siemens.com.co.

VI. BIOGRAFÍAS



Camilo César Aldana Umbarila, nació en Ventaquemada (Boyacá), el 11 de diciembre de 1987. Creció como niño junto a sus padres Gilma Umbarila Susa y José del Carmen Aldana García. Finalizó la Educación Básica primaria en 1997, y el año siguiente comenzó a estudiar en el Colegio Nacionalizado de Ventaquemada (COLNAVEN), recibiendo el título como Bachiller Académico con Énfasis en Ciencias

Naturales. En el año 2004 inició sus estudios universitarios en la Universidad Antonio Nariño seccional Tunja aspirante al Título de Ingeniero Electrónico con Énfasis en Instrumentación y Automatización Electrónica y a la misma vez inicio Curso Técnico en la Corporación Técnica Laboral de Tunja (COTEL) como técnico en Mecatrónica, finalizando sus estudios técnicos en el mes de Diciembre en el año de 2005. A comienzos del año 2007 realizo transferencia académica hacia la Universidad Santo Tomas seccional Tunja donde hasta la actualidad está finalizando sus estudios profesionales. En sus tiempos libres ejerce un trabajo como locutor y operador de audio en la emisora Independencia Stereo 106.6MHz del municipio de Ventaquemada (Boyacá), y lo conjuga con el trabajo Independiente en el mantenimiento Técnico de dispositivos electrónicos. (tecnocamy79@hotmail.com)



Ángela María Estupiñán Orjuela, Ingeniería Electrónica (E) especialista en Redes de Telecomunicaciones (E), formada con principios éticos y valores, capaz de dar soluciones a todo tipo de problemas planteados en el manejo y manipulación de sistemas electrónicos. Puedo dar análisis, diseño y construcción de soluciones electrónicas que se ajusten a las necesidades y condiciones de cualquier organización ya sea pública o privada. Facilidad para el aprendizaje de nuevas herramientas y tecnologías de información. Capacidad de realizar trabajos de alta complejidad con rapidez. (anngelita_89@hotmail.com)



Mauricio González Ramos, nació en el municipio de Tasco (Boyacá), el 04 de abril de 1984. Creció como niño junto a sus padres sus primeras letras fueron en la escuela el Girón del municipio. Años después ingreso al colegio nacionalizado integrado de Tasco donde obtuvo el título de bachiller con especialidad en metalistería, con conocimientos en ebanistería, modistería, proyectos agropecuarios. Luego ingreso a la universidad santo tomas de Aquino seccional Tunja actualmente curso noveno semestre de ingeniería electrónica, con conocimientos en las áreas de instrumentación y control, médica, circuitos electrónicos y eléctricos, encargado en el proyecto del diseño y montaje de la mesa, y aspirante al título de especialista en redes de telecomunicaciones. (mago18_6@hotmail.com)



Fredy Alonso Hernández Castañeda, nació en Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia el 25 de julio de 1985. Recibió su grado de Técnico en la especialidad de electricidad y electrónica en el Instituto Técnico Industrial José Ignacio de Márquez de Ramiriquí en 2004. Participó en el encuentro de semilleros de investigación REDCOLSI como ponente con el proyecto "instrumentación de una mesa de doble tijera para fines industriales" en 2010. A la fecha se encuentra culminando estudios universitarios de ingeniería electrónica con énfasis en instrumentación industrial en la universidad santo tomas. Actualmente esta aspirando al título de ingeniero electrónico y especialista en redes de telecomunicaciones en la universidad santo tomas. (fredy_hc@hotmail.com)

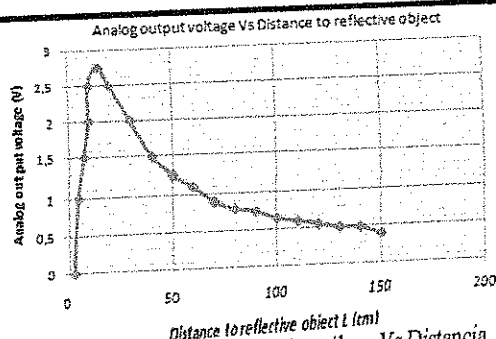


Fig. 10. Salida de voltaje analógico Vs Distancia

C. Programación del Microcontrolador MC908GP32CPE

Se está desarrollando un programa en assembler para el microcontrolador, capaz de adquirir y procesar las señales provenientes de los sensores de peso, del fotoeléctrico y del control de los actuadores presentes en la mesa. El programa del microcontrolador activará el sistema de electroválvulas y el motor, de acuerdo a las señales que los sensores estén registrando.

D. Diagrama de bloques eléctrico

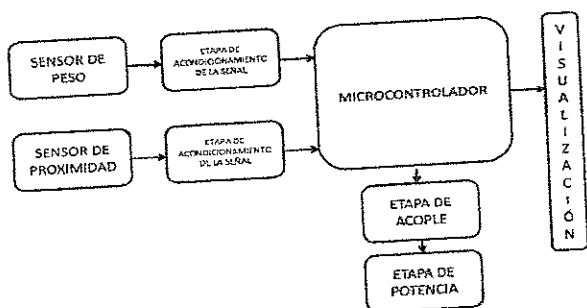


Fig11. Diagrama eléctrico del sistema de control y visualización

El microcontrolador es la CPU de todo el sistema, este se encarga de procesar las señales. El registro de las señales físicas se hace mediante los sensores, posteriormente estas señales ingresan a una etapa de acondicionamiento, para luego ser ingresadas al microcontrolador y convertirlas de señales análogas a digitales a través del conversor análogo/digital del microcontrolador, procesarla, visualizarla y en seguida tomar decisiones sobre los actuadores (electroválvulas, motor).

E. Diagrama de bloques del sistema hidráulico

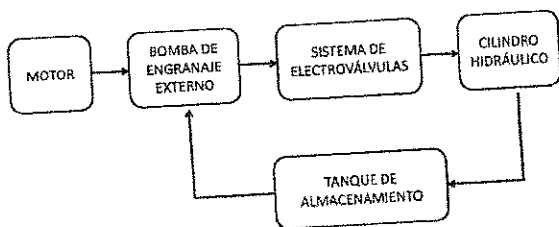


Fig12. Diagrama de bloques del circuito hidráulico

El motor es el encargado del movimiento giratorio de la bomba hidráulica la cual posee en su interior engranajes y es la responsable del flujo de aceite con movimiento a presión hacia la válvula eléctrica la cual es el sistema de control; este sistema puede permitir o no el paso de aceite hacia el pistón para generar la elongación del brazo hidráulico; cuando este vuelve a su posición inicial, el aceite se almacena en el tanque formando así un sistema de control de bucle cerrado.

Sistema de transmisión de potencia hidráulica:

Es un sistema que genera, transmite y controla la aplicación a través de la circulación de aceite hidráulico por un sistema de canalización. El sistema se divide en tres etapas:

Bomba de motor e hidráulica: este bloque corresponde a la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica en un sistema hidráulico

Tubo: La segunda etapa corresponde al aceite hidráulico del tubo de transmisión a un punto remoto, en este caso a las válvulas.

Válvulas de control y el cilindro hidráulico: En este último Bloquear movimiento aceite una conversión de energía mecánica a través de su acción en un cilindro hidráulico. Con las válvulas solenoide controla la dirección de movimiento, la velocidad y la potencia del cilindro hidráulico.

IV. CONCLUSIONES

Para el estudio y automatización del proceso se deben conocer la variables eléctricas de entrada y salida del proceso con el fin de garantizar que el peso y altura de la maquina sean entregados al usuario de forma correcta y poder tener control sobre el sistema.

El estudio y selección de los instrumentos de medida adecuados permiten tener precisión y un buen funcionamiento de la mesa elevadora.

Con el estudio de las señales eléctricas de los sensores y la toma de datos se reconoce que existen diferentes tipos de errores, que no se pueden corregir sino más bien disminuir, haciendo un apropiado procesamiento y acondicionamiento de las señales.

La electrónica instrumental permite el uso adecuado y eficiente de dispositivos tecnológicos en diversos procesos industriales, así mismo en la toma de decisiones en el análisis y control de magnitudes eléctricas para mejorar la calidad y confiabilidad en la industria.

Para garantizar que el producto en cualquier área de la industria sea factible en su implementación éste debe contar con los mínimos estándares técnicos de seguridad los cuales permiten el fácil manejo y la aplicación dentro de un proceso determinado.

Conexiones eléctricas:

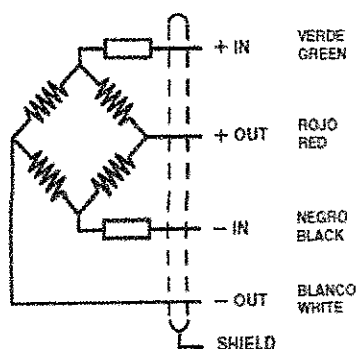


Fig. 7. Conexiones eléctricas

<http://instrumatic.com.co/portal/images/PDFS/peso/celdas%20de%20carga.pdf>

III. PROCEDIMIENTO

A. Selección del Microcontrolador

Antes de empezar a construir la mesa de doble tijera, se han estudiado todas las señales de entrada y salida en la mesa, es decir, las señales provenientes de los sensores, las señales para el accionamiento de los actuadores y dispositivos de control. Con base en este estudio, se seleccionó un microcontrolador que cumple con las características necesarias para el desarrollo de la aplicación.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, se optó por utilizar microcontrolador MC908GP32CPE de Free Scale, el cual posee un conversor analógico digital de 8 bits de resolución, ocho canales de entrada, que es el adecuado para la adquisición de los datos provenientes de los sensores presentes en la mesa (peso, distancia), además este microcontrolador cuenta con una salida PWM, y cuatro puertos de entradas y salidas digitales, que serán útiles para otros procedimientos.

Para dar apertura y cierre de las válvulas de paso de fluido hidráulico y control de la bomba hidráulica, se han diseñado circuitos capaces de accionar las válvulas y el motor de la unidad hidráulica. Los circuitos de accionamiento están compuestos por opto-acopladores MOC 3021, comandados por las señales provenientes del microcontrolador, que son los encargados de manejar la etapa de potencia del sistema.

B. Circuitos Para El Manejo de Sensores

Para la operación de los sensores de la mesa, se han diseñado los circuitos electrónicos adecuados para su funcionamiento, con el fin de permitir la interface entre los sensores y el microcontrolador MC908GP32CPE. Los circuitos electrónicos diseñados para el manejo de los sensores son específicos para el manejo de cada tipo de sensor.

El microcontrolador MC908GP32CPE fue seleccionado porque este tiene un bloque de conversión analógico digital de ocho canales de entrada con una resolución de 8 bits, un pin para transmitir y recibir una serie, con el que podemos

procesar las señales eléctricas tomadas de los sensores, a entregarlos en forma digital y tomar medidas para el control, y esto es fundamental para el proyecto. A diferencia de un microcontrolador PIC que tiene un conjunto más amplio de instrucciones causando la implementación de un algoritmo menos simple.

1) Sensor de peso o celda de carga

Estos sensores son utilizados a nivel industrial para la detección de la carga mínima y máxima que puede llegar a soportar la mesa elevadora de doble tijera y así de esta manera no correr el riesgo de sufrir daños por exceso de carga. Para este caso se ha utilizado una celda de carga MOD 140 de UTICELL, distribuida por INSTRUMATIC en Colombia, y cuya salida es conectada a un bloque de acondicionamiento de señal para su posterior procesamiento en el microcontrolador.

2) Sensor fotoeléctrico para medir distancia

Las aplicaciones de estos sensores se dan principalmente en sistemas de control en donde se requiere detectar objetos, o medir distancia. Se eligió un sensor infrarrojo GP2Y0A02YK, de SHARP para medir distancia usando el principio de triangulación, rango de medida 20 cm a 150 cm, salida analógica, el cual requiere una etapa de acondicionamiento de señal, antes de ingresarla al microcontrolador.

Principio de triangulación

Lugar óptico de los detectores (2 fotodiodos) se combinan cuando el objeto reflexivo está en el punto "A" y es emitido hacia el punto "B". La luz reflejada en el punto "A" viene del fotodiodo izquierdo y la luz reflejada en el punto "B" viene en del fotodiodo derecho y teniendo en cuenta la relación de cantidad de luz detectada entre estos dos fotodiodos se genera un procesamiento de señal y así de esta forma el sensor puede juzgar como detección en punto "B" y no-detección en el punto "A" o viceversa.

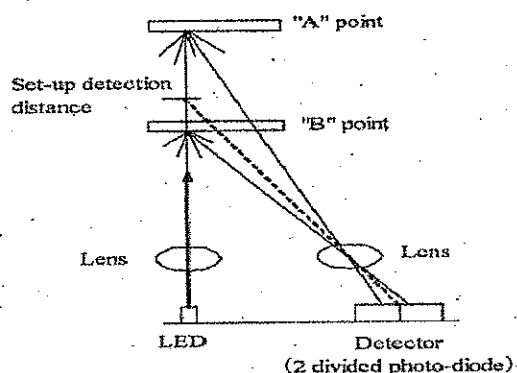
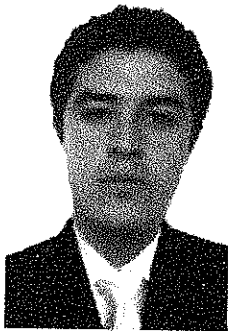


Fig8. Gráfico de respuestas contra un objeto

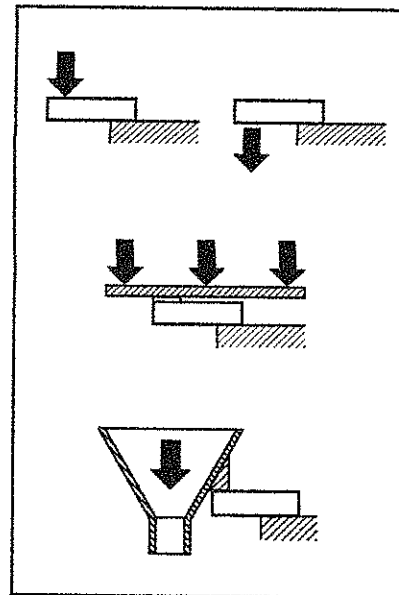
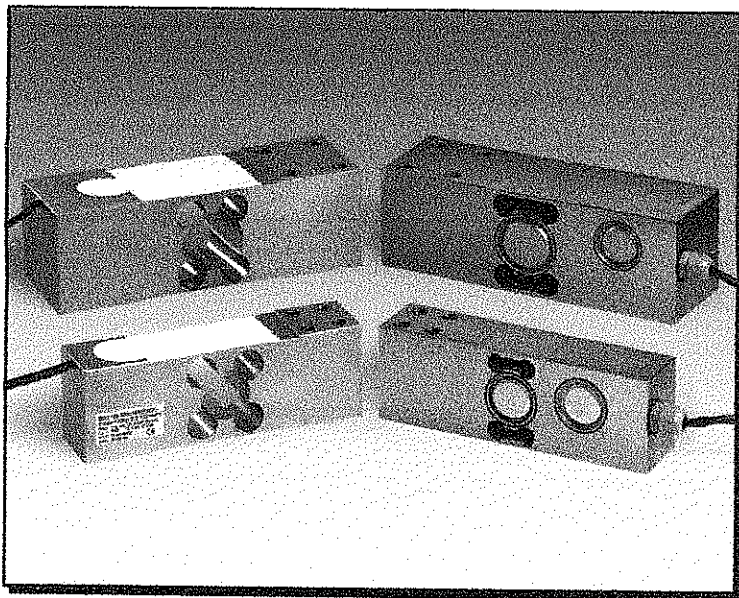
http://document.sharpsma.com/files/GP2Y0D810Z0F_APP_020107.pdf



Oscar Antonio Sánchez Chávez, nació en Sogamoso Boyacá (Colombia), el 13 de julio de 1985. Realizó sus estudios primarios en el Kinder San José en Sogamoso, su secundaria la hizo en el Colegio Evangélico Luterano de Colombia en Sogamoso del año 1996 al 2001, entonces comenzó sus estudios universitarios en Bogotá en La Escuela Colombiana de Ingeniería donde por casos ajenos no logró

terminar en dicha universidad. Posteriormente siguió sus estudios universitarios en Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomás en la ciudad de Tunja donde se encuentra residiendo. Se ha destacado por su facilidad en ciencias matemáticas tanto en el colegio como en la universidad y también ha participado como asistente en importantes congresos de ingeniería electrónica como ponente en concursos de proyectos del mismo campo. Actualmente está terminando sus estudios de pregrado y agilizando estudios de posgrado en Redes de Telecomunicaciones, lo que hace su perfil tenga buenas referencias. (dyoskar@hotmail.com).

ANEXO 2



- Célula de carga de flexión
- Versiones:
 - **190a:** construcción acero niquelado
sellado silicona, IP 66 (EN 60529)
4000 divisiones O.I.M.L. R60 clase C
 - **190i:** totalmente en acero inox.
sellado hermético, completamente
soldada, IP 68 (EN 60529)
3000 divisiones O.I.M.L. R60 clase C
- Gran precisión con cargas descentradas
- Disponible en versión **ATEX** (opcional)
Zona 0-1-2 (gas) y 20-21-22 (polvo)
- Aplicaciones:
 - plataformas monocélula hasta
600 x 600 mm ó 800 x 800 mm
 - ensacadoras

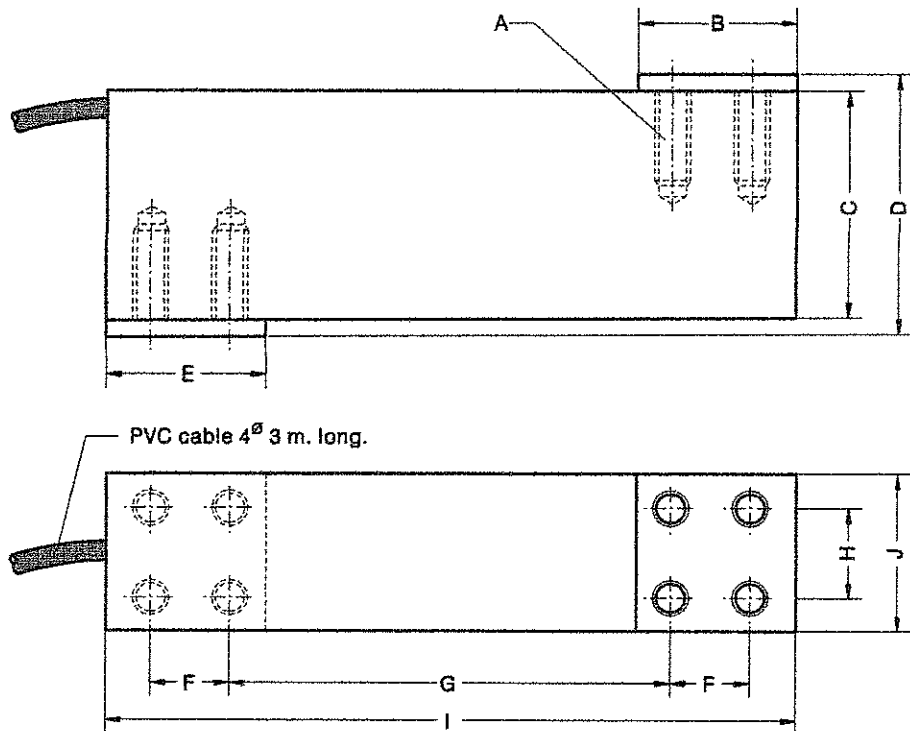
- Double bending beam load cell
- Versions:
 - **190a:** nickel-plated steel alloy
silicone sealing, IP 66 (EN 60529)
4000 divisions O.I.M.L. R60 class C
 - **190i:** fully stainless steel construction
hermetically sealed, fully welded,
IP 68 (EN 60529)
3000 divisions O.I.M.L. R60 class C
- High accuracy with off-center loads
- Available in **ATEX** version (optional)
Zone 0-1-2 (gas) and 20-21-22 (dust)
- Applications:
 - direct platform up to 600 x 600 mm or
800 x 800 mm
 - filling scales

Modelo Model	Carga nominal Nominal capacity Ln	Clase de precisión Accuracy class n. OIML	División mínima Minimum division vmin	Carga de servicio Service load 150 % Ln	Plataforma Platform A x B mm	Precisión Accuracy 1/3 Ln
		a / i				
190 50 kg	50 kg	4000 / 3000	5 g	75 kg	600 x 600	3000 v
190 75 kg	75 kg	4000 / 3000	7.5 g	112.5 kg	600 x 600	3000 v
190 120 kg	120 kg	4000 / 3000	12 g	180 kg	600 x 600	3000 v
190 200 kg	200 kg	4000 / 3000	20 g	300 kg	600 x 600	3000 v
190 350 kg	350 kg	4000 / 3000	35 g	525 kg	600 x 600	3000 v
190 250 kg	250 kg	4000 / 3000	25 g	375 kg	800 x 800	3000 v
190 400 kg	400 kg	4000 / 3000	40 g	600 kg	800 x 800	3000 v





MODELO 190



Carga nominal Nominal load	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Peso transporte Transport weight
50-75-120-200-350 kg	8 x M8 x 1.25 x 16	35	50	56	35	17	96	20	150	35	1.8 kg
250-400 kg	8 x M10 x 1.5 x 20	50	60	66	50	30	100	40	180	60	4.3 kg

Dimensiones en mm. Dimensions in mm.

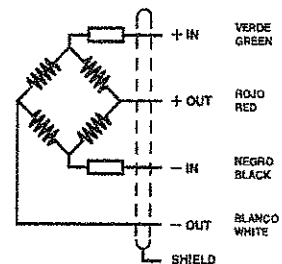
ESPECIFICACIONES			SPECIFICATIONS
Cargas nominales (Ln)	50-75-120-200 350-250-400	kg	Nominal capacities (Ln)
Clase de precisión a / i	4000/3000	n. OIML	Accuracy class a / i
Carga mínima	0	%Ln	Minimum dead load
Carga de servicio	150	%Ln (1)	Service load
Cargas límite	200	%Ln (1)	Safe load limit
Error combinado	< ±0.017	%Sn (2)	Total error
Error repetibilidad	< ±0.01	%Sn	Repeatability error
Efecto de la temperatura: en el cero	< ±0.01	%Sn/5°K	Temperature effect: on zero
en la sensibilidad	< ±0.006	%Sn/5°K	on sensitivity
Error de fluencia (30 minutos)	< ±0.016	%Sn	Creep error (30 minutes)
Compensación de temperatura	-10...+40	°C	Temperature compensation
Límites de temperatura	-20...+70	°C	Temperature limits
Sensibilidad nominal (Sn)	2 ±10%	mV/V (3)	Nominal sensitivity (Sn)
Tensión de alimentación nominal	10	V	Nominal input voltage
Tensión de alimentación máxima	15	V	Maximum input voltage
Resistencia de entrada	400 ±20	Ω	Input impedance
Resistencia de salida	350 ±3	Ω	Output impedance
Desequilibrio inicial	< ±2	%Sn	No load output
Resistencia de aislamiento	> 5000	MΩ	Insulation resistance
Deformación máxima (a Ln)	0.3-0.5	mm	Maximum deflection (at Ln)

(1) En carga centrada sobre la célula. No para cargas excéntricas
Only central loads on the load cell. Not for off-center loads

(2) Error combinado: No Linealidad e Histéresis / Total error: Non Linearity and Hysteresis

(3) 2 ±0.1% mV/V Opcional / Optional

CONEXION ELECTRICA ELECTRICAL CONNECTION:



ANEXO 3

GP2Y0A02YK

Long Distance Measuring Sensor

■ Features

1. Less influence on the colors of reflected objects and their reflectivity, due to optical triangle measuring method
2. Distance output type
(Detection range: 20 to 150cm)
3. An external control circuit is not necessary
Output can be connected directly to a microcomputer

■ Applications

1. For detection of human body and various types of objects in home appliances, OA equipment, etc

■ Absolute Maximum Ratings (T_a=25°C)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Supply voltage	V _{CC}	-0.3 to +7	V
*1 Output terminal voltage	V _O	-0.3 to V _{CC} +0.3	V
Operating temperature	T _{opr}	-10 to +60	°C
Storage temperature	T _{stg}	-40 to +70	°C

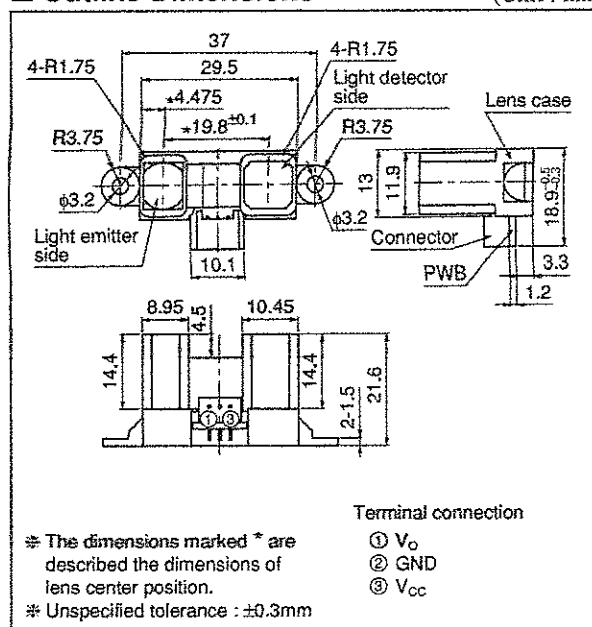
*1 Open collector output

■ Recommended Operating Conditions

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating Supply voltage	V _{CC}	4.5 to 5.5	V

■ Outline Dimensions

(Unit : mm)



Notice In the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that may occur in equipment using any SHARP devices shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest device specification sheets before using any SHARP device.

Internet Internet address for Electronic Components Group <http://sharp-world.com/ecg/>

Electro-optical Characteristics

($T_a=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}=5\text{V}$)

Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Distance measuring range	ΔL	*2 *3	20	—	150	cm
Output terminal voltage	V_O	*2 $L=150\text{cm}$	0.25	0.4	0.55	V
Difference of output voltage	ΔV_O	*2 Output change at $L=150\text{cm}$ to 20cm	1.8	2.05	2.3	V
Average dissipation current	I_{CC}	—	—	33	50	mA

Note) L: Distance to reflective object

*2 Using reflective object: White paper (Made by Kodak Co. Ltd. gray cards R-27 - white face, reflective ratio: 90%)

*3 Distance measuring range of the optical sensor system

Fig.1 Internal Block Diagram

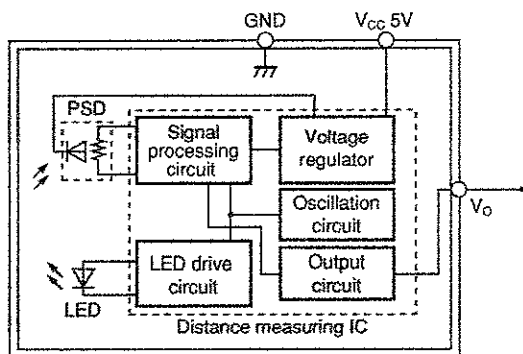


Fig.2 Timing Chart

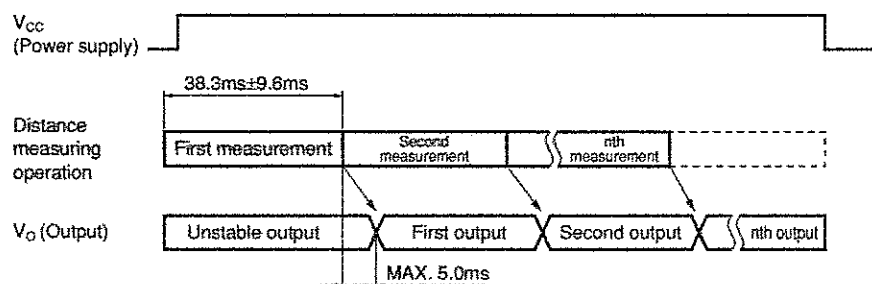
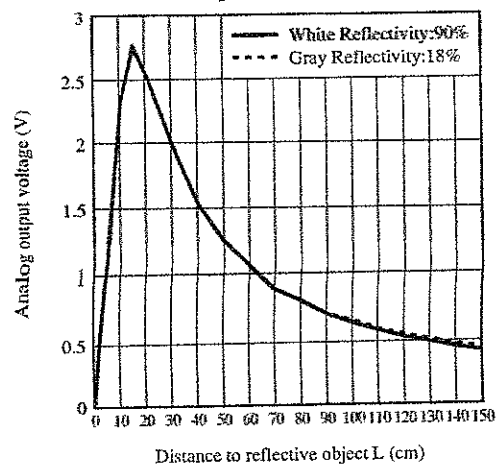


Fig.3 Analog Output Voltage vs. Distance to Reflective Object



NOTICE

- The circuit application examples in this publication are provided to explain representative applications of SHARP devices and are not intended to guarantee any circuit design or license any intellectual property rights. SHARP takes no responsibility for any problems related to any intellectual property right of a third party resulting from the use of SHARP's devices.
- Contact SHARP in order to obtain the latest device specification sheets before using any SHARP device. SHARP reserves the right to make changes in the specifications, characteristics, data, materials, structure, and other contents described herein at any time without notice in order to improve design or reliability. Manufacturing locations are also subject to change without notice.
- Observe the following points when using any devices in this publication. SHARP takes no responsibility for damage caused by improper use of the devices which does not meet the conditions and absolute maximum ratings to be used specified in the relevant specification sheet nor meet the following conditions:
 - (i) The devices in this publication are designed for use in general electronic equipment designs such as:
 - Personal computers
 - Office automation equipment
 - Telecommunication equipment [terminal]
 - Test and measurement equipment
 - Industrial control
 - Audio visual equipment
 - Consumer electronics
 - (ii) Measures such as fail-safe function and redundant design should be taken to ensure reliability and safety when SHARP devices are used for or in connection with equipment that requires higher reliability such as:
 - Transportation control and safety equipment (i.e., aircraft, trains, automobiles, etc.)
 - Traffic signals
 - Gas leakage sensor breakers
 - Alarm equipment
 - Various safety devices, etc.
 - (iii) SHARP devices shall not be used for or in connection with equipment that requires an extremely high level of reliability and safety such as:
 - Space applications
 - Telecommunication equipment [trunk lines]
 - Nuclear power control equipment
 - Medical and other life support equipment (e.g., scuba).
- Contact a SHARP representative in advance when intending to use SHARP devices for any "specific" applications other than those recommended by SHARP or when it is unclear which category mentioned above controls the intended use.
- If the SHARP devices listed in this publication fall within the scope of strategic products described in the Foreign Exchange and Foreign Trade Control Law of Japan, it is necessary to obtain approval to export such SHARP devices.
- This publication is the proprietary product of SHARP and is copyrighted, with all rights reserved. Under the copyright laws, no part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, for any purpose, in whole or in part, without the express written permission of SHARP. Express written permission is also required before any use of this publication may be made by a third party.
- Contact and consult with a SHARP representative if there are any questions about the contents of this publication.

ANEXO 4

MC68HC908GP32

Data Sheet

M68HC08
Microcontrollers

MC68HC908GP32
Rev. 10
1/2008

freescale.com



MC68HC908GP32

Data Sheet

To provide the most up-to-date information, the revision of our documents on the World Wide Web will be the most current. Your printed copy may be an earlier revision. To verify you have the latest information available, refer to:

<http://freescale.com>

The following revision history table summarizes changes contained in this document. For your convenience, the page number designators have been linked to the appropriate location.

Freescale™ and the Freescale logo are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc.
This product incorporates SuperFlash® technology licensed from SST.

© Freescale Semiconductor, Inc., 2001, 2006, 2008. All rights reserved.

Revision History

Date	Revision Level	Description	Page Number(s)
July, 2001	5	In Table 15-1, second cell in "Comment" column, corrected PTC to PTC1.	199
		In Figure 21-2, Timebase control register, bit 0 is a reserved bit.	337
		Updated crystal oscillator component values in 23.17.1 CGM Component Specifications.	387
		Added appendix A: MC68HC08GP32 — ROM part.	397
August, 2002	6	Section 22. Timer Interface Module (TIM) — Timer discrepancies corrected throughout this section.	341
		Section 24. Mechanical Specifications — Replaced incorrect 44-pin QFP drawing, case 824E to case 824A.	393
August, 2005	6.1	Updated to meet Freescale identity guidelines.	Throughout
March, 2006	7	3.5 Clock Generator Module (CGM) — Updated description to remove erroneous information.	46
		19.16.1 CGM Component Specifications — Updated to reflect correct values.	250
April, 2007	8	12.5.1 Port D Data Register — Corrected the description of the slave select ($\overline{SS}$) bit.	123
June, 2007	9	Never released. Typos.	N/A
January, 2008	10	Deleted the Resets and Interrupts Chapter because it was redundant	N/A
		Chapter 2 Memory — Removed DMA bit references	N/A
		Chapter 2 Memory — Integrated RAM and FLASH sections	N/A
		2.6 FLASH Memory — Updated FLASH erase, programming, and block protect information	38
		4.7.1 ADC Status and Control Register — Corrected COCO bit description	56
		9.4 Interrupts — Updated External Interrupt Module information	103
		Chapter 10 Keyboard Interrupt (KBI) Module — Updated KBI module information	105
		Chapter 12 Input/Output (I/O) Ports — Added unused pins note	115
		Chapter 13 Serial Communications Interface Module (SCI) — Removed DMA references	131
		Figure 13-1. SCI Module Block Diagram — Replaced SCI block diagram	133
		Figure 13-4. SCI Transmitter Block Diagram — Replaced SCI transmitter block diagram	135

Revision History

Date	Revision Level	Description	Page Number(s)
January, 2008	10	Figure 13-5. SCI Receiver Block Diagram — Replaced SCI receiver block diagram	138
		Chapter 14 System Integration Module (SIM) — Corrected Break interrupt and SBSW bit descriptions	157
		14.7.2 SIM Reset Status Register — Updated SIM reset status register information	172
		Chapter 15 Serial Peripheral Interface Module (SPI) — Deleted IIC reference	175
		Chapter 15 Serial Peripheral Interface Module (SPI) — Removed DMA references	175
		Figure 15-2. SPI Module Block Diagram — Replaced SPI module block diagram	177
		Table 17-3. Mode, Edge, and Level Selection — Added software output compare to mode table	212
		Chapter 18 Development Support — Integrated Break module and monitor mode chapters into Development Support Chapter	215

Revision History

List of Chapters

Chapter 1 General Description.....	21
Chapter 2 Memory.....	29
Chapter 3 Low-Power Modes.....	47
Chapter 4 Analog-to-Digital Converter (ADC).....	53
Chapter 5 Clock Generator Module (CGM).....	61
Chapter 6 Configuration Register (CONFIG).....	81
Chapter 7 Computer Operating Properly (COP).....	85
Chapter 8 Central Processor Unit (CPU).....	89
Chapter 9 External Interrupt (IRQ).....	101
Chapter 10 Keyboard Interrupt (KBI) Module.....	105
Chapter 11 Low-Voltage Inhibit (LVI).....	111
Chapter 12 Input/Output (I/O) Ports.....	115
Chapter 13 Serial Communications Interface Module (SCI).....	131
Chapter 14 System Integration Module (SIM).....	157
Chapter 15 Serial Peripheral Interface Module (SPI).....	175
Chapter 16 Timebase Module (TBM).....	195
Chapter 17 Timer Interface Module (TIM).....	199
Chapter 18 Development Support.....	215
Chapter 19 Electrical Specifications.....	233
Chapter 20 Mechanical Specifications.....	255
Chapter 21 Ordering Information.....	263



List of Chapters

Table of Contents

Chapter 1 General Description

1.1	Introduction	21
1.2	Features	21
1.2.1	Standard Features of the MC68HC908GP32	21
1.2.2	Features of the CPU08	22
1.3	MCU Block Diagram	23
1.4	Pin Assignments	24
1.5	Pin Functions	26
1.5.1	Power Supply Pins (V_{DD} and V_{SS})	26
1.5.2	Oscillator Pins (OSC1 and OSC2)	27
1.5.3	External Reset Pin ($\overline{RST}$)	27
1.5.4	External Interrupt Pin ($\overline{IRQ}$)	27
1.5.5	CGM Power Supply Pins (V_{DDA} and V_{SSA})	27
1.5.6	External Filter Capacitor Pin (CGMXFC)	27
1.5.7	ADC Power Supply/Reference Pins (V_{DDAD}/V_{REFH} and V_{SSAD}/V_{REFL})	27
1.5.8	Port A Input/Output (I/O) Pins (PTA7/KBD7–PTA0/KBD0)	28
1.5.9	Port B I/O Pins (PTB7/AD7–PTB0/AD0)	28
1.5.10	Port C I/O Pins (PTC6–PTC0)	28
1.5.11	Port D I/O Pins (PTD7/T2CH1–PTD0/SS)	28
1.5.12	Port E I/O Pins (PTE1/RxD–PTE0/TxD)	28

Chapter 2 Memory

2.1	Introduction	29
2.2	Unimplemented Memory Locations	29
2.3	Reserved Memory Locations	29
2.4	Input/Output (I/O) Section	29
2.5	Random-Access Memory (RAM)	38
2.6	FLASH Memory	38
2.6.1	Functional Description	38
2.6.2	FLASH Control Register	39
2.6.3	FLASH Page Erase Operation	39
2.6.4	FLASH Mass Erase Operation	40
2.6.5	FLASH Program Operation	40
2.6.6	FLASH Block Protection	42
2.6.6.1	FLASH Block Protect Register	44
2.6.7	Wait Mode	45
2.6.8	Stop Mode	45

Chapter 3

Low-Power Modes

3.1	Introduction	47
3.1.1	Wait Mode	47
3.1.2	Stop Mode	47
3.2	Analog-to-Digital Converter (ADC)	47
3.2.1	Wait Mode	47
3.2.2	Stop Mode	47
3.3	Break Module (BRK)	47
3.3.1	Wait Mode	47
3.3.2	Stop Mode	48
3.4	Central Processor Unit (CPU)	48
3.4.1	Wait Mode	48
3.4.2	Stop Mode	48
3.5	Clock Generator Module (CGM)	48
3.5.1	Wait Mode	48
3.5.2	Stop Mode	48
3.6	Computer Operating Properly Module (COP)	48
3.6.1	Wait Mode	48
3.6.2	Stop Mode	49
3.7	External Interrupt Module (IRQ)	49
3.7.1	Wait Mode	49
3.7.2	Stop Mode	49
3.8	Keyboard Interrupt Module (KBI)	49
3.8.1	Wait Mode	49
3.8.2	Stop Mode	49
3.9	Low-Voltage Inhibit Module (LVI)	49
3.9.1	Wait Mode	49
3.9.2	Stop Mode	49
3.10	Serial Communications Interface Module (SCI)	50
3.10.1	Wait Mode	50
3.10.2	Stop Mode	50
3.11	Serial Peripheral Interface Module (SPI)	50
3.11.1	Wait Mode	50
3.11.2	Stop Mode	50
3.12	Timer Interface Module (TIM1 and TIM2)	50
3.12.1	Wait Mode	50
3.12.2	Stop Mode	50
3.13	Timebase Module (TBM)	51
3.13.1	Wait Mode	51
3.13.2	Stop Mode	51
3.14	Exiting Wait Mode	51
3.15	Exiting Stop Mode	52

Chapter 4

Analog-to-Digital Converter (ADC)

4.1	Introduction	53
4.2	Features	53
4.3	Functional Description	53
4.3.1	ADC Port I/O Pins	53
4.3.2	Voltage Conversion	53
4.3.3	Conversion Time	54
4.3.4	Conversion	55
4.3.5	Accuracy and Precision	55
4.4	Interrupts	55
4.5	Low-Power Modes	55
4.5.1	Wait Mode	55
4.5.2	Stop Mode	55
4.6	I/O Signals	55
4.6.1	ADC Analog Power Pin (V_{DDAD})/ADC Voltage Reference High Pin (V_{REFH})	55
4.6.2	ADC Analog Ground Pin (V_{SSAD})/ADC Voltage Reference Low Pin (V_{REFL})	56
4.6.3	ADC Voltage In (V_{ADIN})	56
4.7	I/O Registers	56
4.7.1	ADC Status and Control Register	56
4.7.2	ADC Data Register	58
4.7.3	ADC Clock Register	58

Chapter 5

Clock Generator Module (CGM)

5.1	Introduction	61
5.2	Features	61
5.3	Functional Description	61
5.3.1	Crystal Oscillator Circuit	63
5.3.2	Phase-Locked Loop Circuit (PLL)	63
5.3.3	PLL Circuits	63
5.3.4	Acquisition and Tracking Modes	64
5.3.5	Manual and Automatic PLL Bandwidth Modes	64
5.3.6	Programming the PLL	65
5.3.7	Special Programming Exceptions	68
5.3.8	Base Clock Selector Circuit	68
5.3.9	CGM External Connections	68
5.4	I/O Signals	69
5.4.1	Crystal Amplifier Input Pin (OSC1)	69
5.4.2	Crystal Amplifier Output Pin (OSC2)	69
5.4.3	External Filter Capacitor Pin (CGMXFC)	69
5.4.4	PLL Analog Power Pin (V_{DDA})	70
5.4.5	PLL Analog Ground Pin (V_{SSA})	70
5.4.6	Oscillator Enable Signal (SIMOSCEN)	70
5.4.7	Oscillator Stop Mode Enable Bit (OSCSTOPENB)	70
5.4.8	Crystal Output Frequency Signal (CGMXCLK)	70
5.4.9	CGM Base Clock Output (CGMOUT)	70

Table of Contents

5.4.10	CGM CPU Interrupt (CGMINT)	70
5.5	CGM Registers	71
5.5.1	PLL Control Register	72
5.5.2	PLL Bandwidth Control Register	73
5.5.3	PLL Multiplier Select Register High	74
5.5.4	PLL Multiplier Select Register Low	75
5.5.5	PLL VCO Range Select Register	75
5.5.6	PLL Reference Divider Select Register	76
5.6	Interrupts	76
5.7	Special Modes	77
5.7.1	Wait Mode	77
5.7.2	Stop Mode	77
5.7.3	CGM During Break Interrupts	77
5.8	Acquisition/Lock Time Specifications	78
5.8.1	Acquisition/Lock Time Definitions	78
5.8.2	Parametric Influences on Reaction Time	78
5.8.3	Choosing a Filter	79

Chapter 6 Configuration Register (CONFIG)

6.1	Introduction	81
6.2	Functional Description	81

Chapter 7 Computer Operating Properly (COP)

7.1	Introduction	85
7.2	Functional Description	85
7.3	I/O Signals	86
7.3.1	CGMXCLK	86
7.3.2	STOP Instruction	86
7.3.3	COPCTL Write	86
7.3.4	Power-On Reset	86
7.3.5	Internal Reset	86
7.3.6	Reset Vector Fetch	86
7.3.7	COPD (COP Disable)	87
7.3.8	COPRS (COP Rate Select)	87
7.4	COP Control Register	87
7.5	Interrupts	87
7.6	Monitor Mode	87
7.7	Low-Power Modes	87
7.7.1	Wait Mode	87
7.7.2	Stop Mode	87
7.8	COP Module During Break Mode	88

Chapter 8

Central Processor Unit (CPU)

8.1	Introduction	89
8.2	Features	89
8.3	CPU Registers	89
8.3.1	Accumulator	90
8.3.2	Index Register	90
8.3.3	Stack Pointer	91
8.3.4	Program Counter	91
8.3.5	Condition Code Register	92
8.4	Arithmetic/Logic Unit (ALU)	93
8.5	Low-Power Modes	93
8.5.1	Wait Mode	93
8.5.2	Stop Mode	93
8.6	CPU During Break Interrupts	93
8.7	Instruction Set Summary	94
8.8	Opcode Map	99

Chapter 9

External Interrupt (IRQ)

9.1	Introduction	101
9.2	Features	101
9.3	Functional Description	101
9.3.1	MODE = 1	102
9.3.2	MODE = 0	102
9.4	Interrupts	103
9.5	Low-Power Modes	103
9.5.1	Wait Mode	103
9.5.2	Stop Mode	103
9.6	IRQ Module During Break Interrupts	103
9.7	I/O Signals	103
9.7.1	IRQ Input Pins (IRQ)	103
9.8	Registers	104

Chapter 10

Keyboard Interrupt (KBI) Module

10.1	Introduction	105
10.2	Features	105
10.3	Functional Description	105
10.4	Keyboard Operation	106
10.4.1	MODEK = 1	106
10.4.2	MODEK = 0	106
10.4.3	Keyboard Initialization	107
10.5	Interrupts	107
10.6	Low-Power Modes	107

Table of Contents

10.6.1	Wait Mode	107
10.6.2	Stop Mode	107
10.7	KBI During Break Interrupts	107
10.8	I/O Signals	108
10.8.1	KBI Input Pins (KBI7:KBI0)	108
10.9	Registers	108
10.9.1	Keyboard Status and Control Register (INTKBSCR)	108
10.9.2	Keyboard Interrupt Enable Register (INTKBIER)	109

Chapter 11 Low-Voltage Inhibit (LVI)

11.1	Introduction	111
11.2	Features	111
11.3	Functional Description	111
11.3.1	Polled LVI Operation	112
11.3.2	Forced Reset Operation	112
11.3.3	Voltage Hysteresis Protection	113
11.3.4	LVI Trip Selection	113
11.4	LVI Status Register	113
11.5	LVI Interrupts	113
11.6	Low-Power Modes	114
11.6.1	Wait Mode	114
11.6.2	Stop Mode	114

Chapter 12 Input/Output (I/O) Ports

12.1	Introduction	115
12.2	Port A	118
12.2.1	Port A Data Register	118
12.2.2	Data Direction Register A	118
12.2.3	Port A Input Pullup Enable Register	119
12.3	Port B	120
12.3.1	Port B Data Register	120
12.3.2	Data Direction Register B	120
12.4	Port C	122
12.4.1	Port C Data Register	122
12.4.2	Data Direction Register C	122
12.4.3	Port C Input Pullup Enable Register	124
12.5	Port D	124
12.5.1	Port D Data Register	124
12.5.2	Data Direction Register D	125
12.5.3	Port D Input Pullup Enable Register	127
12.6	Port E	127
12.6.1	Port E Data Register	127
12.6.2	Data Direction Register E	128

Chapter 13

Serial Communications Interface Module (SCI)

13.1	Introduction	131
13.2	Features	131
13.3	Pin Name Conventions	131
13.4	Functional Description	132
13.4.1	Data Format	134
13.4.2	Transmitter	135
13.4.2.1	Character Length	135
13.4.2.2	Character Transmission	136
13.4.2.3	Break Characters	136
13.4.2.4	Idle Characters	136
13.4.2.5	Inversion of Transmitted Output	137
13.4.2.6	Transmitter Interrupts	137
13.4.3	Receiver	137
13.4.3.1	Character Length	137
13.4.3.2	Character Reception	137
13.4.3.3	Data Sampling	139
13.4.3.4	Framing Errors	140
13.4.3.5	Baud Rate Tolerance	140
13.4.3.6	Receiver Wakeup	142
13.4.3.7	Receiver Interrupts	143
13.4.3.8	Error Interrupts	143
13.5	Low-Power Modes	144
13.5.1	Wait Mode	144
13.5.2	Stop Mode	144
13.6	SCI During Break Module Interrupts	144
13.7	I/O Signals	144
13.7.1	PTE0/TxD (Transmit Data)	144
13.7.2	PTE1/RxD (Receive Data)	145
13.8	I/O Registers	145
13.8.1	SCI Control Register 1	145
13.8.2	SCI Control Register 2	147
13.8.3	SCI Control Register 3	149
13.8.4	SCI Status Register 1	150
13.8.5	SCI Status Register 2	152
13.8.6	SCI Data Register	153
13.8.7	SCI Baud Rate Register	153

Chapter 14

System Integration Module (SIM)

14.1	Introduction	157
14.2	SIM Bus Clock Control and Generation	159
14.2.1	Bus Timing	160
14.2.2	Clock Startup from POR or LVI Reset	160
14.2.3	Clocks in Stop Mode and Wait Mode	160
14.3	Reset and System Initialization	160

Table of Contents

14.3.1	External Pin Reset	160
14.3.2	Active Resets from Internal Sources	161
14.3.2.1	Power-On Reset	161
14.3.2.2	Computer Operating Properly (COP) Reset	162
14.3.2.3	Illegal Opcode Reset	162
14.3.2.4	Illegal Address Reset	163
14.3.2.5	Low-Voltage Inhibit (LVI) Reset	163
14.3.2.6	Monitor Mode Entry Module Reset (MODRST)	163
14.4	SIM Counter	163
14.4.1	SIM Counter During Power-On Reset	163
14.4.2	SIM Counter During Stop Mode Recovery	163
14.4.3	SIM Counter and Reset States	164
14.5	Exception Control	164
14.5.1	Interrupts	166
14.5.1.1	Hardware Interrupts	166
14.5.1.2	SWI Instruction	167
14.5.1.3	Interrupt Status Registers	168
14.5.2	Reset	168
14.5.3	Break Interrupts	169
14.5.4	Status Flag Protection in Break Mode	169
14.6	Low-Power Modes	169
14.6.1	Wait Mode	170
14.6.2	Stop Mode	171
14.7	SIM Registers	172
14.7.1	SIM Break Status Register	172
14.7.2	SIM Reset Status Register	173
14.7.3	SIM Break Flag Control Register	173

Chapter 15 Serial Peripheral Interface Module (SPI)

15.1	Introduction	175
15.2	Features	175
15.3	Pin Name Conventions	175
15.4	Functional Description	176
15.4.1	Master Mode	176
15.4.2	Slave Mode	178
15.5	Transmission Formats	178
15.5.1	Clock Phase and Polarity Controls	178
15.5.2	Transmission Format When CPHA = 0	179
15.5.3	Transmission Format When CPHA = 1	180
15.5.4	Transmission Initiation Latency	180
15.6	Queuing Transmission Data	181
15.7	Error Conditions	182
15.7.1	Overflow Error	183
15.7.2	Mode Fault Error	184
15.8	Interrupts	185
15.9	Resetting the SPI	187

Table of Contents

17.8	I/O Signals	208
17.9	I/O Registers	208
17.9.1	TIM Status and Control Register	208
17.9.2	TIM Counter Registers	209
17.9.3	TIM Counter Modulo Registers	210
17.9.4	TIM Channel Status and Control Registers	211
17.9.5	TIM Channel Registers	213

Chapter 18 Development Support

18.1	Introduction	215
18.2	Break Module (BRK)	215
18.2.1	Functional Description	215
18.2.1.1	Flag Protection During Break Interrupts	217
18.2.1.2	TIM During Break Interrupts	217
18.2.1.3	COP During Break Interrupts	217
18.2.2	Break Module Registers	217
18.2.2.1	Break Status and Control Register	218
18.2.2.2	Break Address Registers	218
18.2.2.3	SIM Break Status Register	219
18.2.2.4	SIM Break Flag Control Register	219
18.2.3	Low-Power Modes	219
18.3	Monitor Module (MON)	220
18.3.1	Functional Description	220
18.3.1.1	Normal Monitor Mode	225
18.3.1.2	Forced Monitor Mode	226
18.3.1.3	Monitor Vectors	226
18.3.1.4	Data Format	227
18.3.1.5	Break Signal	227
18.3.1.6	Baud Rate	227
18.3.1.7	Commands	227
18.3.2	Security	231

Chapter 19 Electrical Specifications

19.1	Introduction	233
19.2	Absolute Maximum Ratings	233
19.3	Functional Operating Range	234
19.4	Thermal Characteristics	234
19.5	5.0-V DC Electrical Characteristics	235
19.6	3.0-V DC Electrical Characteristics	237
19.7	5.0-V Control Timing	239
19.8	3.0-V Control Timing	240
19.9	Output High-Voltage Characteristics	241
19.10	Output Low-Voltage Characteristics	243
19.11	Typical Supply Currents	245

19.12	ADC Characteristics	246
19.13	5.0-V SPI Characteristics	247
19.14	3.0-V SPI Characteristics	248
19.15	Timer Interface Module Characteristics	251
19.16	Clock Generation Module Characteristics	252
19.16.1	CGM Component Specifications	252
19.16.2	CGM Electrical Specifications	253
19.17	Memory Characteristics	253

Chapter 20 Mechanical Specifications

20.1	Introduction	255
------	--------------	-----

Chapter 21 Ordering Information

21.1	Introduction	263
21.2	MC Order Numbers	263

Table of Contents

Chapter 1

General Description

1.1 Introduction

The MC68HC908GP32 is a member of the low-cost, high-performance M68HC08 Family of 8-bit microcontroller units (MCUs). All MCUs in the family use the enhanced M68HC08 central processor unit (CPU08) and are available with a variety of modules, memory sizes and types, and package types.

1.2 Features

For convenience, features have been organized to reflect:

- Standard features of the MC68HC908GP32
- Features of the CPU08

1.2.1 Standard Features of the MC68HC908GP32

- High-performance M68HC08 architecture optimized for C-compilers
- Fully upward-compatible object code with M6805, M146805, and M68HC05 Families
- 8-MHz internal bus frequency
- FLASH program memory security⁽¹⁾
- On-chip programming firmware for use with host personal computer which does not require high voltage for entry
- In-system programming
- System protection features:
 - Optional computer operating properly (COP) reset
 - Low-voltage detection with optional reset and selectable trip points for 3.0-V and 5.0-V operation
 - Illegal opcode detection with reset
 - Illegal address detection with reset
- Low-power design; fully static with stop and wait modes
- Standard low-power modes of operation:
 - Wait mode
 - Stop mode
- Master reset pin and power-on reset (POR)
- 32 Kbytes of on-chip FLASH memory with in-circuit programming capabilities of FLASH program memory
- 512 bytes of on-chip random-access memory (RAM)
- Serial peripheral interface module (SPI)
- Serial communications interface module (SCI)

1. No security feature is absolutely secure. However, Freescale's strategy is to make reading or copying the FLASH difficult for unauthorized users.

General Description

- Two 16-bit, 2-channel timer interface modules (TIM1 and TIM2) with selectable input capture, output compare, and PWM capability on each channel
- 8-channel, 8-bit successive approximation analog-to-digital converter (ADC)
- BREAK module (BRK) to allow single breakpoint setting during in-circuit debugging
- Internal pullups on $\overline{\text{IRQ}}$ and $\overline{\text{RST}}$ to reduce customer system cost
- Clock generator module with on-chip 32-kHz crystal compatible PLL (phase-lock loop)
- Up to 33 general-purpose input/output (I/O) pins, including:
 - 26 shared-function I/O pins
 - Five or seven dedicated I/O pins, depending on package choice
- Selectable pullups on inputs only on ports A, C, and D. Selection is on an individual port bit basis. During output mode, pullups are disengaged.
- High current 10-mA sink/10-mA source capability on all port pins
- Higher current 15-mA sink/source capability on PTC0–PTC4
- Timebase module with clock prescaler circuitry for eight user selectable periodic real-time interrupts with optional active clock source during stop mode for periodic wakeup from stop using an external 32-kHz crystal
- Oscillator stop mode enable bit (OSCSTOPENB) in the CONFIG register to allow user selection of having the oscillator enabled or disabled during stop mode
- 8-bit keyboard wakeup port
- 40-pin plastic dual-in-line package (PDIP), 42-pin shrink dual-in-line package (SDIP), or 44-pin quad flat pack (QFP)
- Specific features of the MC68HC908GP32 in 40-pin PDIP are:
 - Port C is only 5 bits: PTC0–PTC4
 - Port D is only 6 bits: PTD0–PTD5; single 2-channel TIM module
- Specific features of the MC68HC908GP32 in 42-pin SDIP are:
 - Port C is only 5 bits: PTC0–PTC4
 - Port D is 8 bits: PTD0–PTD7; dual 2-channel TIM modules
- Specific features of the MC68HC908GP32 in 44-pin QFP are:
 - Port C is 7 bits: PTC0–PTC6
 - Port D is 8 bits: PTD0–PTD7; dual 2-channel TIM modules

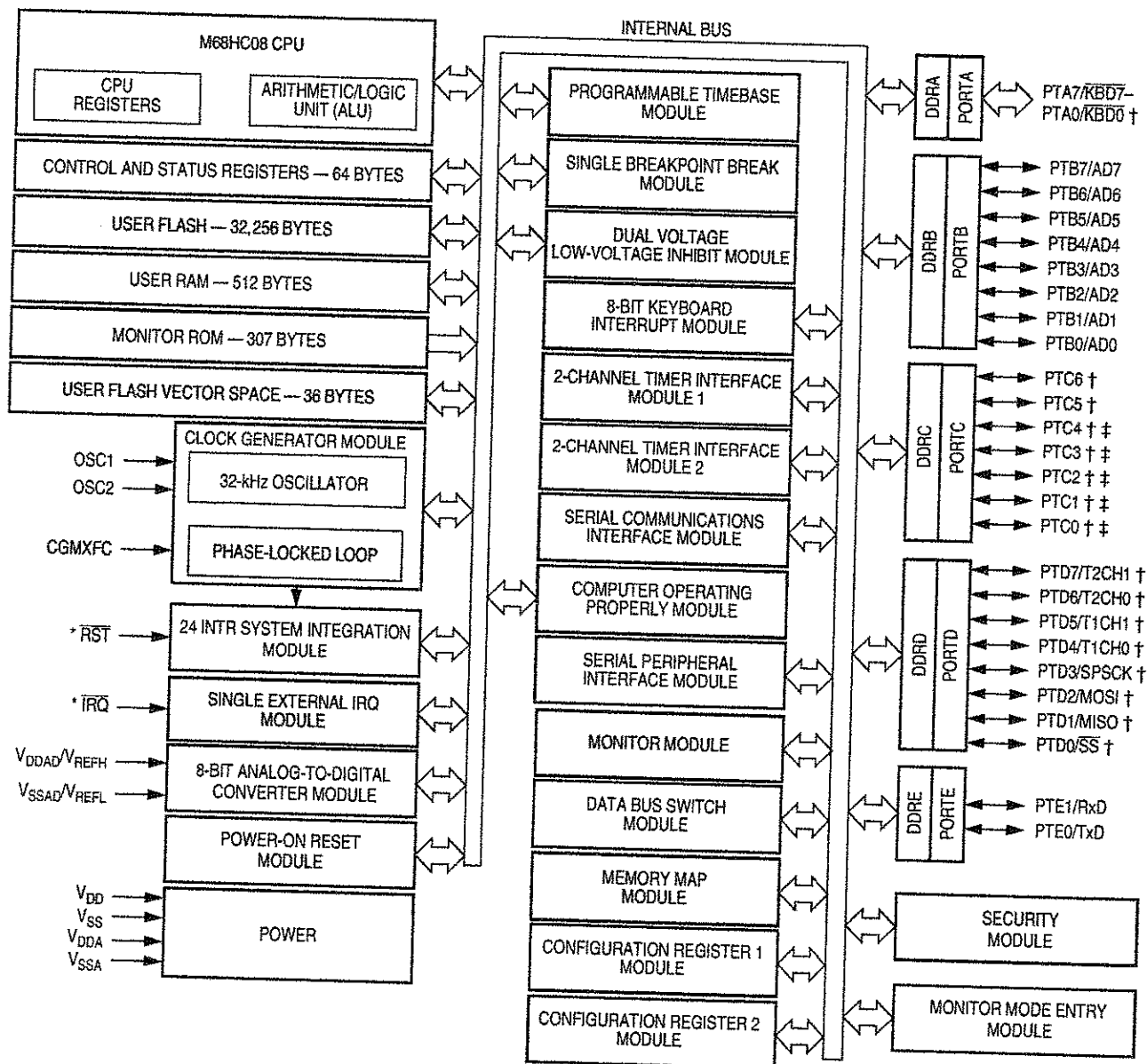
1.2.2 Features of the CPU08

Features of the CPU08 include:

- Enhanced HC05 programming model
- Extensive loop control functions
- 16 addressing modes (eight more than the HC05)
- 16-bit index register and stack pointer
- Memory-to-memory data transfers
- Fast 8×8 multiply instruction
- Fast 16/8 divide instruction
- Binary-coded decimal (BCD) instructions
- Optimization for controller applications
- Efficient C language support

1.3 MCU Block Diagram

Figure 1-1 shows the structure of the MC68HC908GP32. Text in parentheses within a module block indicates the module name. Text in parentheses next to a signal indicates the module which uses the signal.



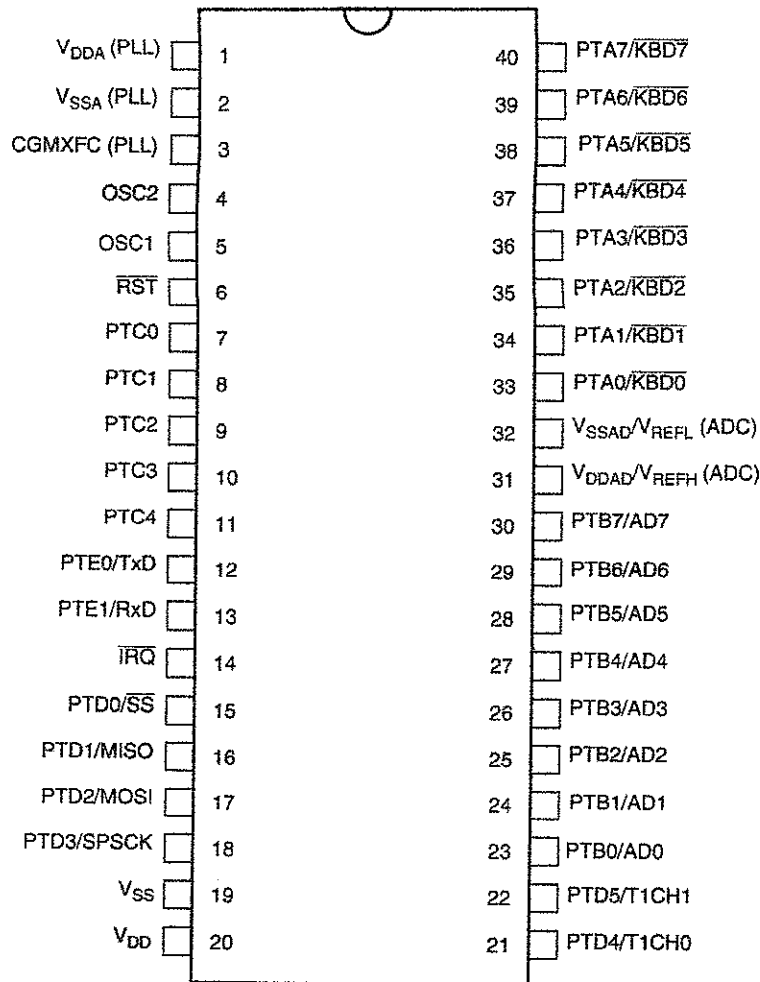
† Ports are software configurable with pullup device if input port.

‡ Higher current drive port pins

* Pin contains integrated pullup device

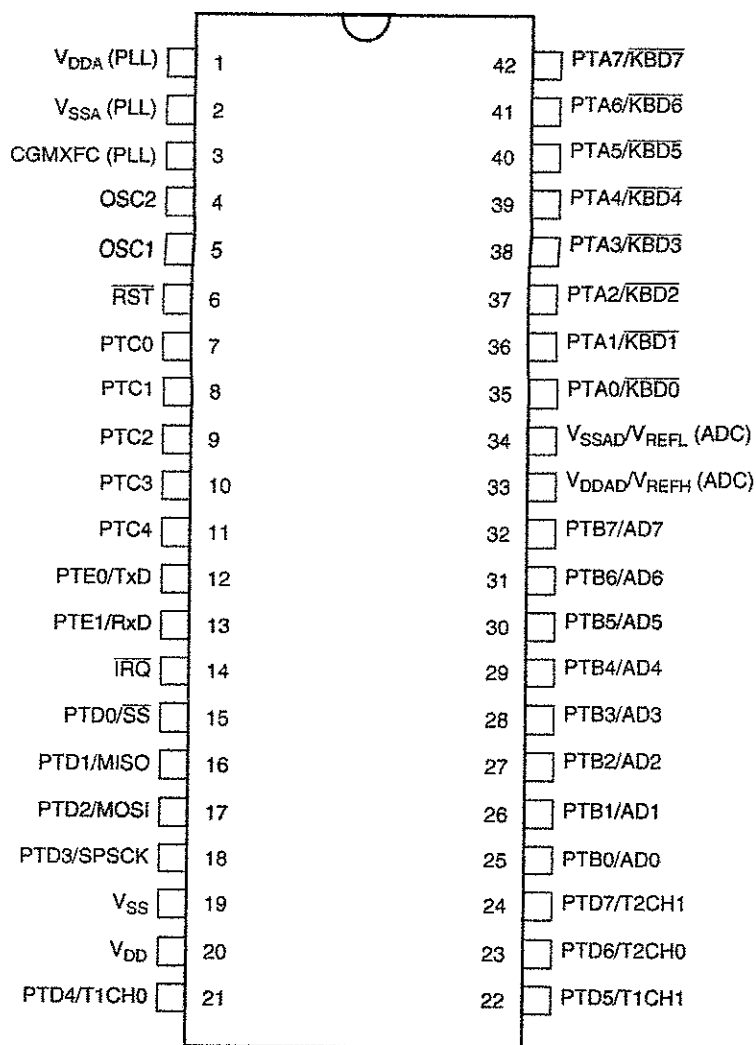
Figure 1-1. MCU Block Diagram

1.4 Pin Assignments



Pins Not Available on 40-Pin Package	Internal Connection
PTC5	Connected to ground
PTC6	Connected to ground
PTD6/T2CH0	Unconnected
PTD7/T2CH1	Unconnected

Figure 1-2. 40-Pin PDIP Pin Assignments



Pins Not Available on 42-Pin Package	Internal Connection
PTC5	Connected to ground
PTC6	Connected to ground

Figure 1-3. 42-Pin SDIP Pin Assignments

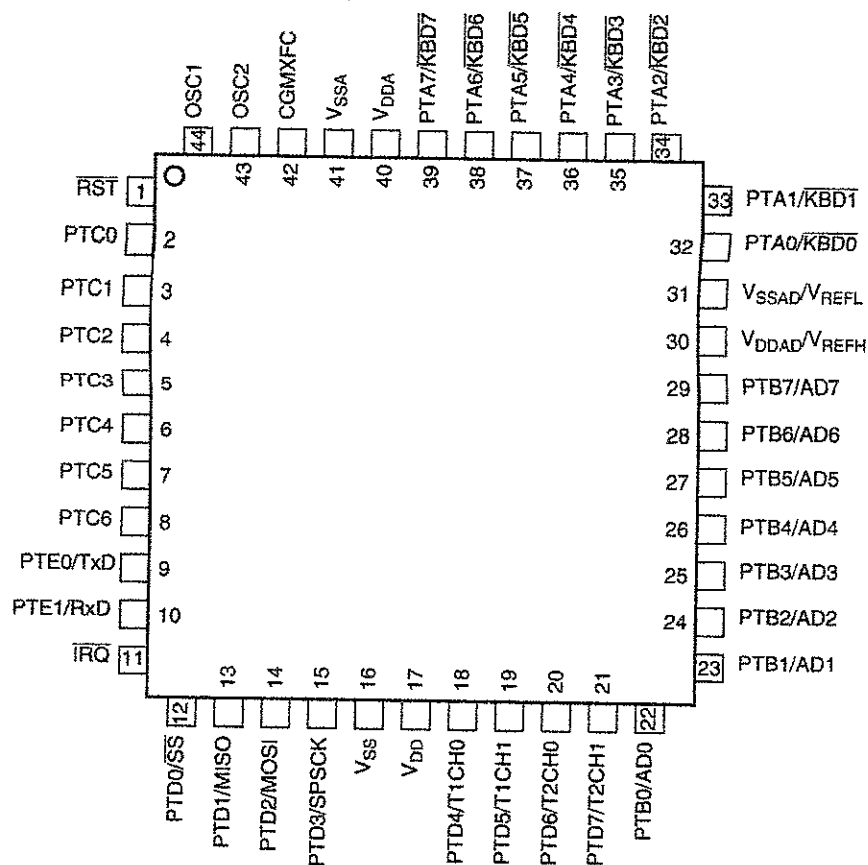


Figure 1-4. 44-Pin QFP Pin Assignments

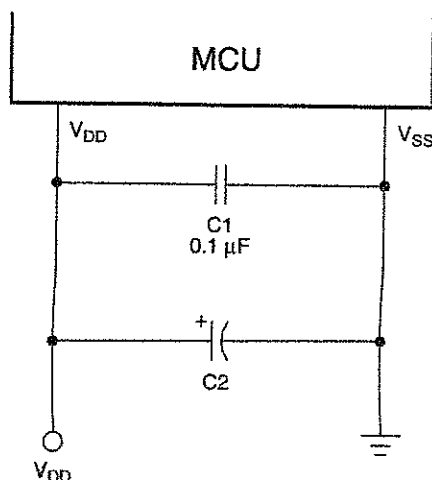
1.5 Pin Functions

Descriptions of the pin functions are provided here.

1.5.1 Power Supply Pins (V_{DD} and V_{SS})

V_{DD} and V_{SS} are the power supply and ground pins. The MCU operates from a single power supply.

Fast signal transitions on MCU pins place high, short-duration current demands on the power supply. To prevent noise problems, take special care to provide power supply bypassing at the MCU as Figure 1-5 shows. Place the C1 bypass capacitor as close to the MCU as possible. Use a high-frequency-response ceramic capacitor for C1. C2 is an optional bulk current bypass capacitor for use in applications that require the port pins to source high current levels.



NOTE: Component values shown represent typical applications.

Figure 1-5. Power Supply Bypassing

1.5.2 Oscillator Pins (OSC1 and OSC2)

The OSC1 and OSC2 pins are the connections for the on-chip oscillator circuit. See Chapter 5 Clock Generator Module (CGM).

1.5.3 External Reset Pin ($\overline{\text{RST}}$)

A low on the $\overline{\text{RST}}$ pin forces the MCU to a known startup state. $\overline{\text{RST}}$ is bidirectional, allowing a reset of the entire system. It is driven low when any internal reset source is asserted. This pin contains an internal pullup resistor. See Chapter 14 System Integration Module (SIM).

1.5.4 External Interrupt Pin ($\overline{\text{IRQ}}$)

$\overline{\text{IRQ}}$ is an asynchronous external interrupt pin. This pin contains an internal pullup resistor. See Chapter 9 External Interrupt (IRQ).

1.5.5 CGM Power Supply Pins (V_{DDA} and V_{SSA})

V_{DDA} and V_{SSA} are the power supply pins for the analog portion of the clock generator module (CGM). Connect the V_{DDA} pin to the same voltage potential as V_{DD} , and the V_{SSA} pin to the same voltage potential as V_{SS} . Decoupling of these pins should be as per the digital supply. See Chapter 5 Clock Generator Module (CGM).

1.5.6 External Filter Capacitor Pin (CGMXFC)

CGMXFC is an external filter capacitor connection for the CGM. See Chapter 5 Clock Generator Module (CGM).

1.5.7 ADC Power Supply/Reference Pins ($V_{\text{DDAD}}/V_{\text{REFH}}$ and $V_{\text{SSAD}}/V_{\text{REFL}}$)

V_{DDAD} and V_{SSAD} are the power supply pins for the analog-to-digital converter (ADC). Connect the V_{DDAD} pin to the same voltage potential as V_{DD} , and the V_{SSAD} pin to the same voltage potential as V_{SS} .

General Description

Decoupling of these pins should be as per the digital supply. See Chapter 4 Analog-to-Digital Converter (ADC).

V_{REFH} is the high reference supply for the ADC, and is internally connected to V_{DDAD} . V_{REFL} is the low reference supply for the ADC, and is internally connected to V_{SSAD} .

1.5.8 Port A Input/Output (I/O) Pins (PTA7/ $\overline{KBD7}$ –PTA0/ $\overline{KBD0}$)

PTA7–PTA0 are general-purpose, bidirectional I/O port pins. Any or all of the port A pins can be programmed to serve as keyboard interrupt pins. See Chapter 12 Input/Output (I/O) Ports and Chapter 10 Keyboard Interrupt (KBI) Module.

These port pins also have selectable pullups when configured for input mode. The pullups are disengaged when configured for output mode. The pullups are selectable on an individual port bit basis.

1.5.9 Port B I/O Pins (PTB7/AD7–PTB0/AD0)

PTB7–PTB0 are general-purpose, bidirectional I/O port pins that can also be used for analog-to-digital converter (ADC) inputs. See Chapter 12 Input/Output (I/O) Ports and Chapter 4 Analog-to-Digital Converter (ADC).

1.5.10 Port C I/O Pins (PTC6–PTC0)

PTC6–PTC0 are general-purpose, bidirectional I/O port pins. See Chapter 12 Input/Output (I/O) Ports. PTC5 and PTC6 are only available on 44-pin QFP package.

These port pins also have selectable pullups when configured for input mode. The pullups are disengaged when configured for output mode. The pullups are selectable on an individual port bit basis.

1.5.11 Port D I/O Pins (PTD7/T2CH1–PTD0/ $\overline{SS}$)

PTD7–PTD0 are special-function, bidirectional I/O port pins. PTD0–PTD3 can be programmed to be serial peripheral interface (SPI) pins, while PTD4–PTD7 can be individually programmed to be timer interface module (TIM1 and TIM2) pins. See Chapter 17 Timer Interface Module (TIM), Chapter 15 Serial Peripheral Interface Module (SPI), and Chapter 12 Input/Output (I/O) Ports. PTD6 and PTD7 are only available on 42-SDIP and 44-pin QFP packages.

These port pins also have selectable pullups when configured for input mode. The pullups are disengaged when configured for output mode. The pullups are selectable on an individual port bit basis.

1.5.12 Port E I/O Pins (PTE1/RxD–PTE0/TxD)

PTE0–PTE1 are general-purpose, bidirectional I/O port pins. These pins can also be programmed to be serial communications interface (SCI) pins. See Chapter 13 Serial Communications Interface Module (SCI) and Chapter 12 Input/Output (I/O) Ports.

Chapter 2 Memory

2.1 Introduction

The CPU08 can address 64 Kbytes of memory space. The memory map, shown in Figure 2-1, includes:

- 32,256 bytes of user FLASH memory
- 512 bytes of random-access memory (RAM)
- 36 bytes of user-defined vectors
- 307 bytes of monitor ROM

2.2 Unimplemented Memory Locations

Accessing an unimplemented location can cause an illegal address reset. In the memory map (Figure 2-1) and in register figures in this document, unimplemented locations are shaded.

2.3 Reserved Memory Locations

Accessing a reserved location can have unpredictable effects on MCU operation. In the Figure 2-1 and in register figures in this document, reserved locations are marked with the word Reserved or with the letter R.

2.4 Input/Output (I/O) Section

Most of the control, status, and data registers are in the zero page area of \$0000–\$003F. Additional I/O registers have these addresses:

- \$FE00; SIM break status register, SBSR
- \$FE01; SIM reset status register, SRSR
- \$FE02; reserved, SUBAR
- \$FE03; SIM break flag control register, SBFCR
- \$FE04; interrupt status register 1, INT1
- \$FE05; interrupt status register 2, INT2
- \$FE06; interrupt status register 3, INT3
- \$FE07; reserved
- \$FE08; FLASH control register, FLCR
- \$FE09; break address register high, BRKH
- \$FE0A; break address register low, BRKL
- \$FE0B; break status and control register, BRKSCR
- \$FE0C; LVI status register, LVISR
- \$FF7E; FLASH block protect register, FLBPR
- \$FFFF; COP control register, COPCTL

Data registers are shown in Figure 2-2. Table 2-1 is a list of vector locations.

Memory

\$0000 ↓ \$003F \$0040 ↓ \$023F \$0240 ↓ \$7FFF \$8000 ↓ \$FDFF	I/O Registers 64 Bytes
\$FE00 \$FE01 \$FE02 \$FE03 \$FE04 \$FE05 \$FE06 \$FE07 \$FE08 \$FE09 \$FE0A \$FE0B \$FE0C \$FE0D ↓ \$FE0F \$FE10 ↓ \$FE1F \$FE20 ↓ \$FF52 \$FF53 ↓ \$FF7D \$FF7E \$FF7F ↓ \$FFDB \$FFDC ↓ \$FFFF	RAM 512 Bytes
	Unimplemented 32,192 Bytes
	FLASH Memory 32,256 Bytes
	SIM Break Status Register (SBSR)
	SIM Reset Status Register (SRSR)
	Reserved (SUBAR)
	SIM Break Flag Control Register (SBFCR)
	Interrupt Status Register 1 (INT1)
	Interrupt Status Register 2 (INT2)
	Interrupt Status Register 3 (INT3)
	Reserved
	FLASH Control Register (FLCR)
	Break Address Register High (BRKH)
	Break Address Register Low (BRKL)
	Break Status and Control Register (BRKSCR)
	LVI Status Register (LVISR)
	Unimplemented 3 Bytes
	Unimplemented 16 Bytes Reserved for Compatibility with Monitor Code for A-Family Parts
	Monitor ROM 307 Bytes
	Unimplemented 43 Bytes
	FLASH Block Protect Register (FLBPR)
	Unimplemented 93 Bytes
	FLASH Vectors 36 Bytes

Note: \$FFF6–\$FFFD reserved for 8 security bytes

Figure 2-1. Memory Map

ANEXO 5

Triacs

BT134 series

GENERAL DESCRIPTION

Glass passivated triacs in a plastic envelope, intended for use in applications requiring high bidirectional transient and blocking voltage capability and high thermal cycling performance. Typical applications include motor control, industrial and domestic lighting, heating and static switching.

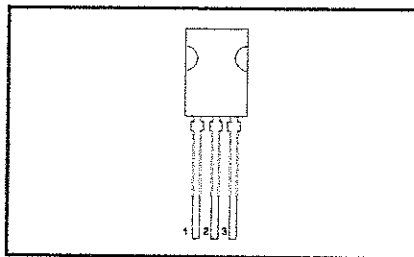
QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	MAX.	UNIT
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	500 500F 500G	600 600F 600G	800 800F 800G	V
$I_{\text{T(RMS)}}$	RMS on-state current	4	4	4	A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	25	25	25	A

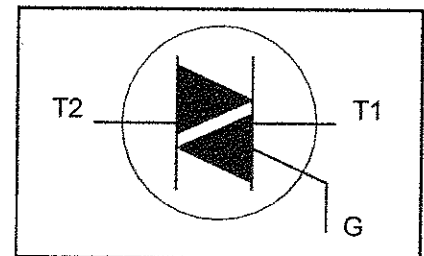
PINNING - SOT82

PIN	DESCRIPTION
1	main terminal 1
2	main terminal 2
3	gate
tab	main terminal 2

PIN CONFIGURATION



SYMBOL



LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.			UNIT
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages		-	-500 500 ¹	-600 600 ¹	-800 800	V
$I_{\text{T(RMS)}}$	RMS on-state current	full sine wave; $T_{\text{mb}} \leq 107^\circ\text{C}$	-	4			A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	full sine wave; $T_{\text{j}} = 25^\circ\text{C}$ prior to surge	-	25			A
I^2t	I^2t for fusing	$t = 20\text{ ms}$	-	27			A ² s
di_{T}/dt	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	$t = 16.7\text{ ms}$	-	3.1			A/μs
		$t = 10\text{ ms}$	-	50			A/μs
I_{GM}	Peak gate current	$I_{\text{TM}} = 6\text{ A}$; $I_{\text{G}} = 0.2\text{ A}$; $di_{\text{G}}/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$	-	10			A/μs
V_{GM}	Peak gate voltage		-	2			V
P_{GM}	Peak gate power		-	5			W
$P_{\text{G(AV)}}$	Average gate power		-	0.5			W
T_{stg}	Storage temperature		-40	150			°C
T_{j}	Operating junction temperature		-	125			°C

¹ Although not recommended, off-state voltages up to 800V may be applied without damage, but the triac may switch to the on-state. The rate of rise of current should not exceed 3 A/μs.

Triacs

BT134 series

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th\ j-mb}$	Thermal resistance junction to mounting base	full cycle	-	-	3.0	K/W
$R_{th\ j-a}$	Thermal resistance junction to ambient	half cycle	-	-	3.7	K/W
		in free air	-	100	-	K/W

STATIC CHARACTERISTICS

 $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.			UNIT
I_{GT}	Gate trigger current	BT134- $V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	-	...	...F	...G	
		T2+ G+	-	5	35	25	50	mA
		T2+ G-	-	8	35	25	50	mA
		T2- G-	-	11	35	25	50	mA
		T2- G+	-	30	70	70	100	mA
I_L	Latching current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	-	-	-	-	
		T2+ G+	-	7	20	20	30	mA
		T2+ G-	-	16	30	30	45	mA
		T2- G-	-	5	20	20	30	mA
		T2- G+	-	7	30	30	45	mA
I_H	Holding current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	5	15	15	30	mA
V_T	On-state voltage	$I_T = 5\text{ A}$	-	1.4	1.70			V
V_{GT}	Gate trigger voltage	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	0.7	1.5			V
		$V_D = 400\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A};$ $T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	0.25	0.4	-			V
I_D	Off-state leakage current	$V_D = V_{DRM(max)};$ $T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	0.1	0.5			mA

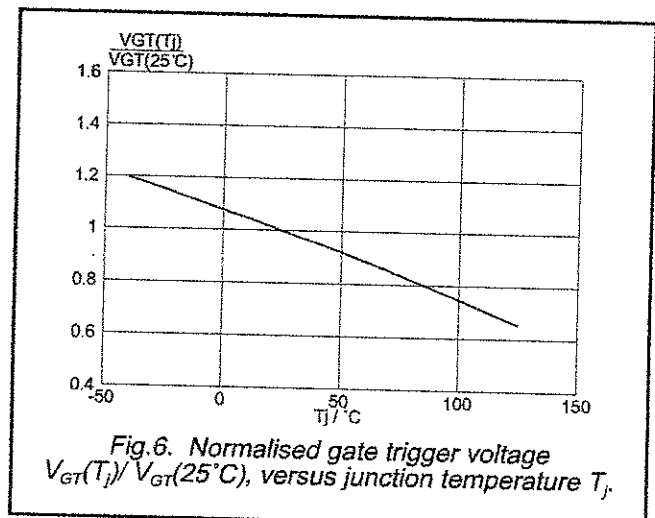
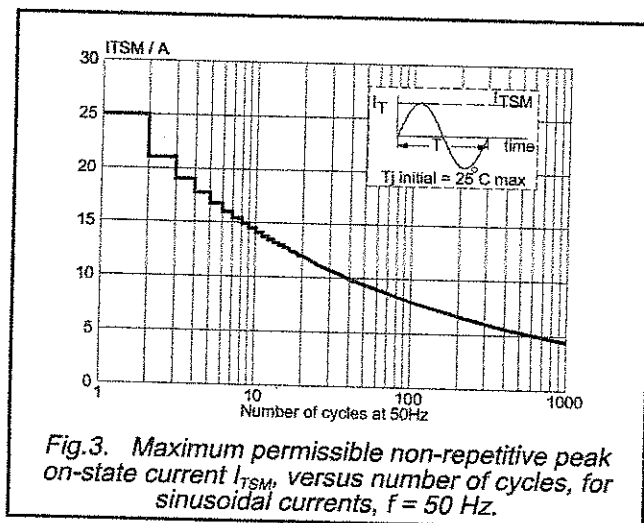
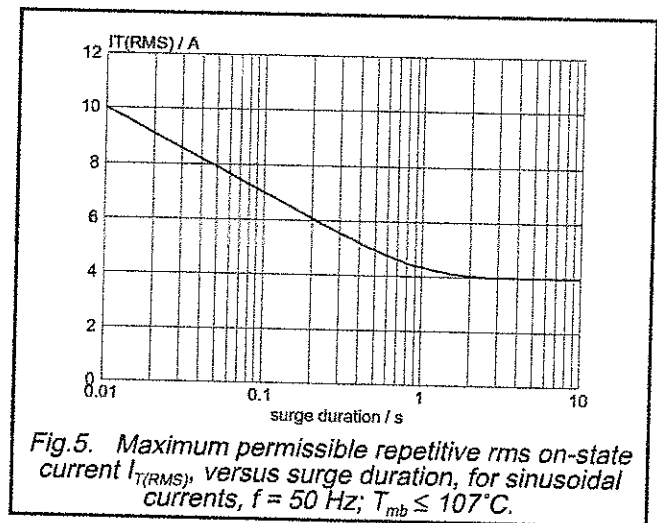
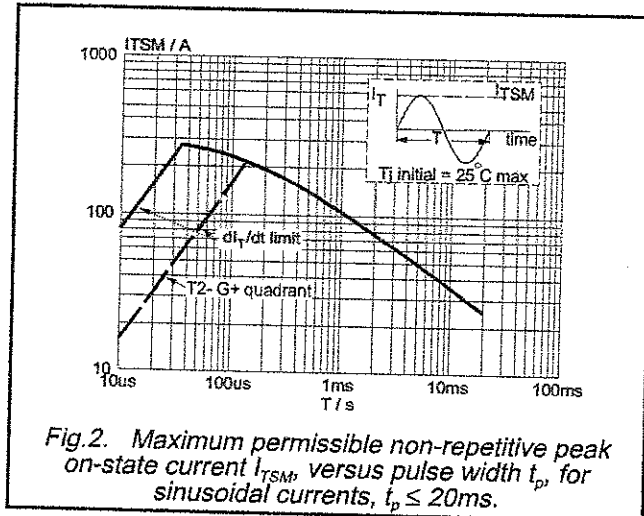
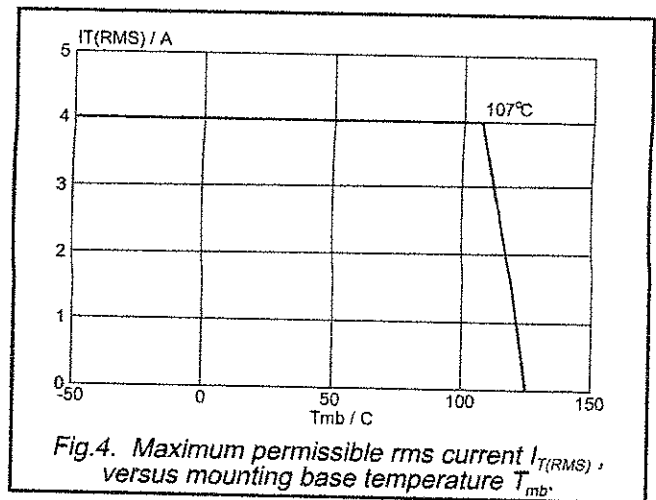
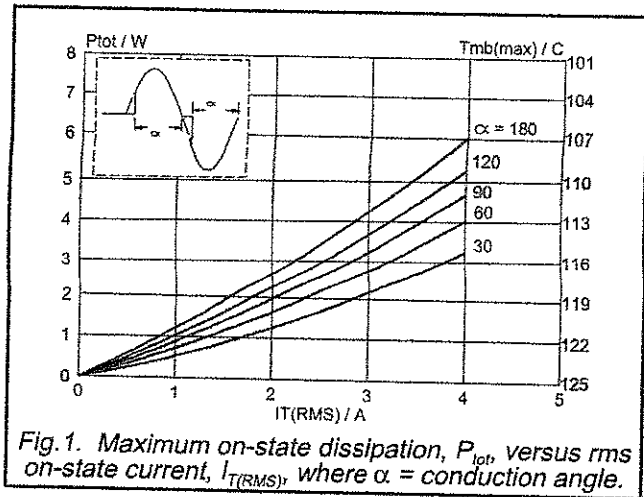
DYNAMIC CHARACTERISTICS

 $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.			TYP.	MAX.	UNIT
dV_D/dt	Critical rate of rise of off-state voltage	BT134- $V_{DM} = 67\% V_{DRM(max)};$ $T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C};$ exponential waveform; gate open circuit	...	...	...	250	-	V/ μs
dV_{com}/dt	Critical rate of change of commutating voltage	$V_{DM} = 400\text{ V}; T_j = 95\text{ }^{\circ}\text{C};$ $I_{T(RMS)} = 4\text{ A};$ $di_{com}/dt = 1.8\text{ A/ms};$ gate open circuit	-	-	10	50	-	V/ μs
t_{gt}	Gate controlled turn-on time	$I_{TM} = 6\text{ A}; V_D = V_{DRM(max)};$ $I_G = 0.1\text{ A};$ $di_G/dt = 5\text{ A}/\mu\text{s};$	-	-	-	2	-	μs

Triacs

BT134 series



Triacs

BT134 series

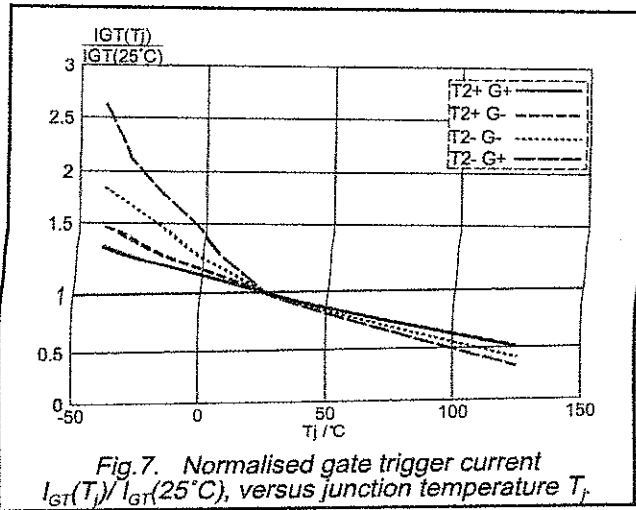


Fig. 7. Normalised gate trigger current $I_{GT}(T_J)/I_{GT}(25^\circ\text{C})$, versus junction temperature T_J .

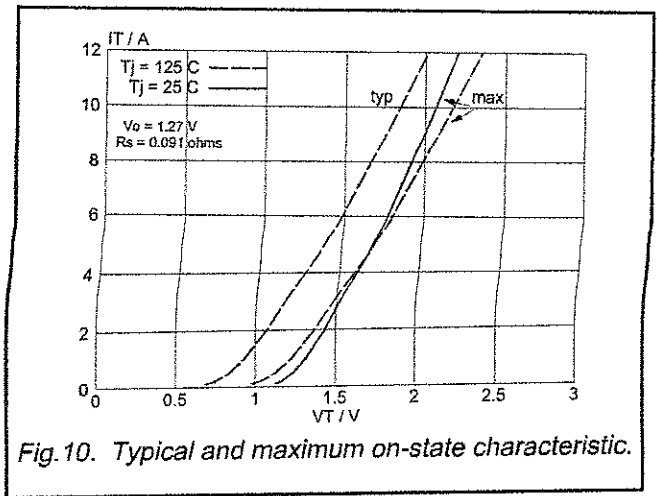


Fig. 10. Typical and maximum on-state characteristic.

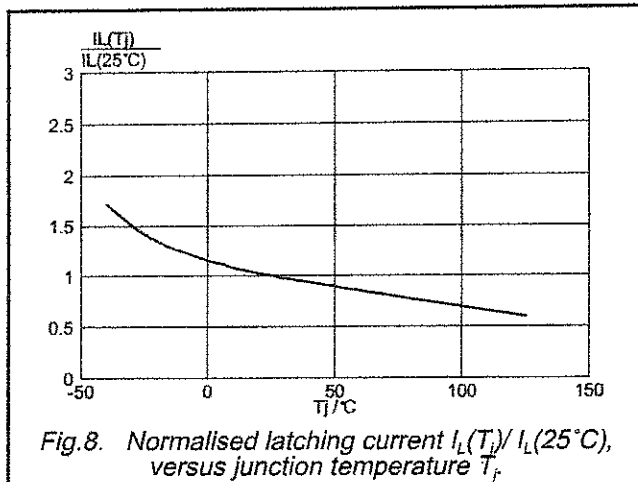


Fig. 8. Normalised latching current $I_L(T_J)/I_L(25^\circ\text{C})$, versus junction temperature T_J .

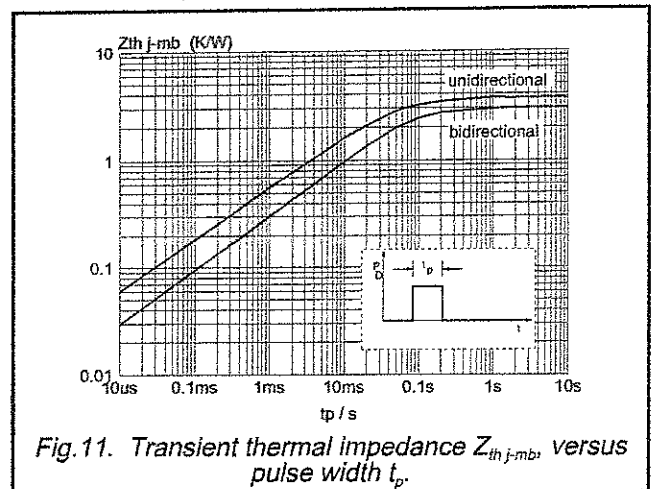


Fig. 11. Transient thermal impedance $Z_{th j-mb}$, versus pulse width t_p .

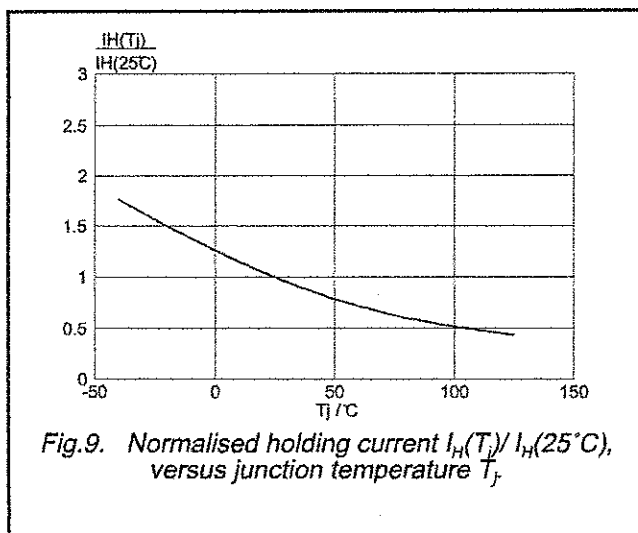


Fig. 9. Normalised holding current $I_H(T_J)/I_H(25^\circ\text{C})$, versus junction temperature T_J .

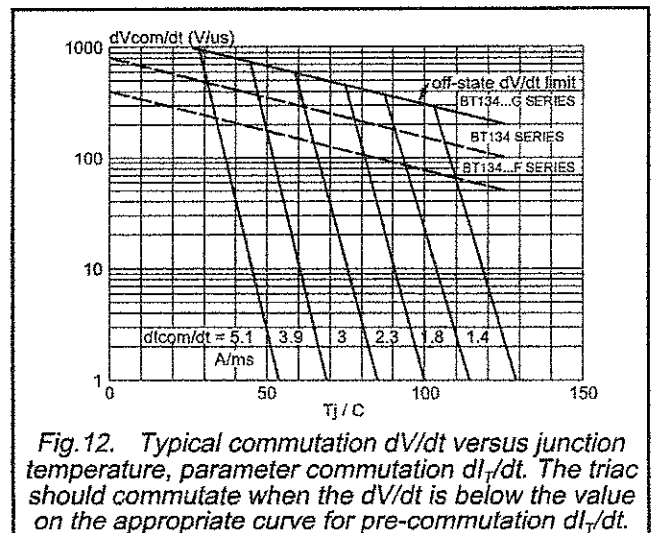


Fig. 12. Typical commutation dV/dt versus junction temperature, parameter commutation dI_T/dt . The triac should commute when the dV/dt is below the value on the appropriate curve for pre-commutation dI_T/dt .

Triacs

BT134 series

MECHANICAL DATA

Dimensions in mm

Net Mass: 0.8 g

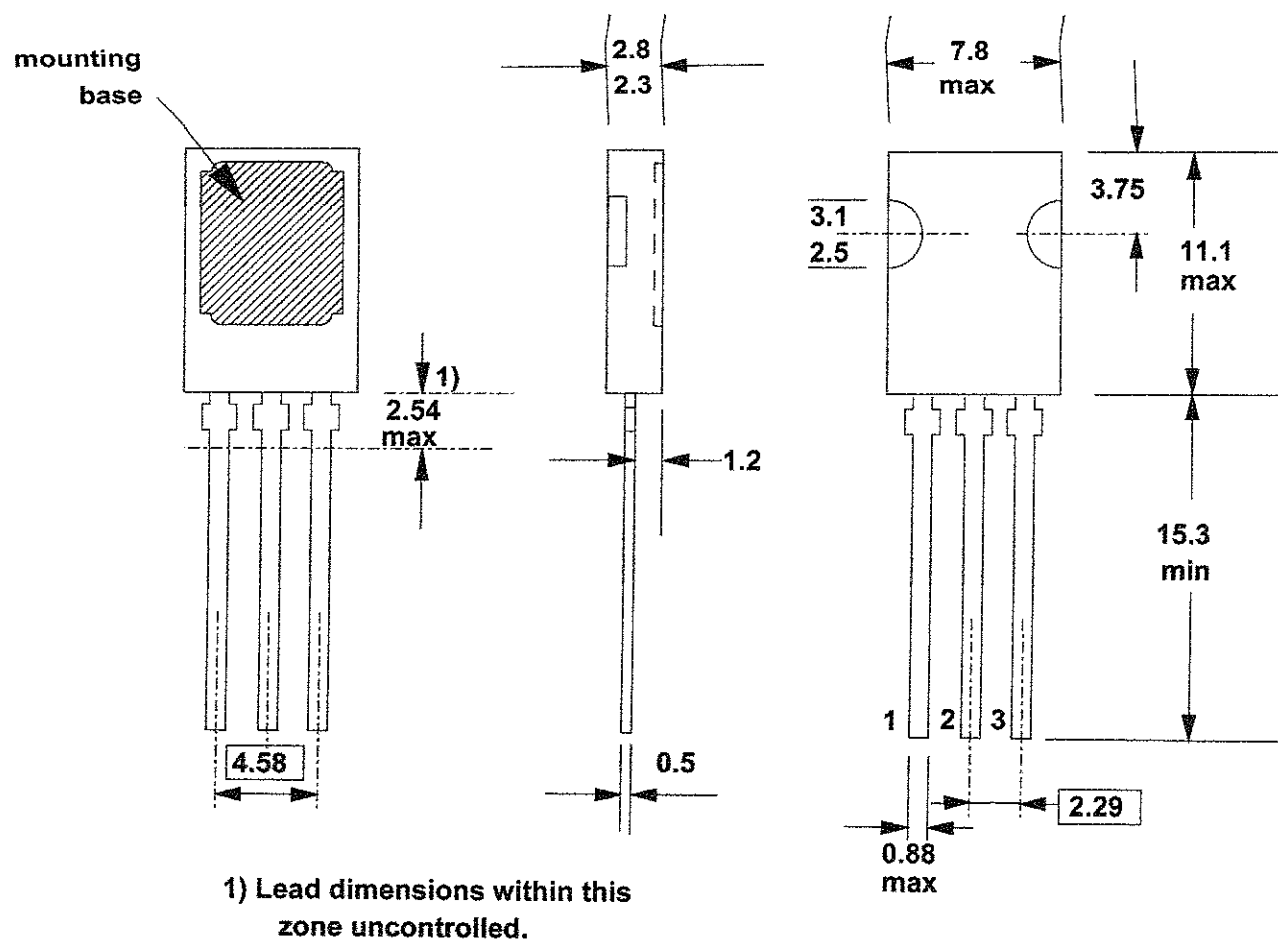


Fig.13. SOT82; pin 2 connected to mounting base.

Notes

1. Refer to mounting instructions for SOT82 envelopes.
2. Epoxy meets UL94 V0 at 1/8".

Triacs

BT134 series

DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values are given in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of this specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	
© Philips Electronics N.V. 1997	
All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.	
The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, it is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent or other industrial or intellectual property rights.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices or systems where malfunction of these products can be reasonably expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

ANEXO 6

GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLERS

4N25
4N37

4N26
H11A1

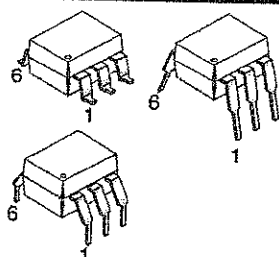
4N27
H11A2

4N28
H11A3

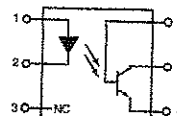
4N35
H11A4

4N36
H11A5

WHITE PACKAGE (-M SUFFIX)

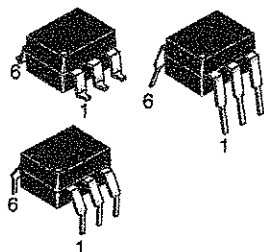


SCHEMATIC



PIN 1, ANODE
2, CATHODE
3, NO CONNECTION
4, EMITTER
5, COLLECTOR
6, BASE

BLACK PACKAGE (NO -M SUFFIX)



DESCRIPTION

The general purpose optocouplers consist of a gallium arsenide infrared emitting diode driving a silicon phototransistor in a 6-pin dual in-line package.

FEATURES

- Also available in white package by specifying -M suffix, eg. 4N25-M
- UL recognized (File # E90700)
- VDE recognized (File # 94766)
 - Add option V for white package (e.g., 4N25V-M)
 - Add option 300 for black package (e.g., 4N25.300)

APPLICATIONS

- Power supply regulators
- Digital logic inputs
- Microprocessor inputs

**4N25
4N37**

**4N26
H11A1**

**4N27
H11A2**

**4N28
H11A3**

**4N35
H11A4**

**4N36
H11A5**

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Value	Units
TOTAL DEVICE			
Storage Temperature	T_{STG}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_{OPR}	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Wave solder temperature (see page 14 for reflow solder profiles)	T_{SOL}	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250 3.3 (non-M), 2.94 (-M)	mW
EMITTER			
DC/Average Forward Input Current	I_F	100 (non-M), 60 (-M)	mA
Reverse Input Voltage	V_R	6	V
Forward Current - Peak (300 μs , 2% Duty Cycle)	$I_F(pk)$	3	A
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	150 (non-M), 120 (-M) 2.0 (non-M), 1.41 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$
DETECTOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	V
Emitter-Collector Voltage	V_{ECO}	7	V
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	150 2.0 (non-M), 1.76 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$

**4N25
 4N37**
**4N26
 H11A1**
**4N27
 H11A2**
**4N28
 H11A3**
**4N35
 H11A4**
**4N36
 H11A5**
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Unit
EMITTER						
Input Forward Voltage	($I_F = 10\text{ mA}$)	V_F		1.18	1.50	V
Reverse Leakage Current	($V_R = 6.0\text{ V}$)	I_R		0.001	10	μA
DETECTOR						
Collector-Emitter Breakdown Voltage	($I_C = 1.0\text{ mA}$, $I_F = 0$)	BV_{CEO}	30	100		V
Collector-Base Breakdown Voltage	($I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$, $I_F = 0$)	BV_{CBO}	70	120		V
Emitter-Collector Breakdown Voltage	($I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$, $I_F = 0$)	BV_{ECO}	7	10		V
Collector-Emitter Dark Current	($V_{CE} = 10\text{ V}$, $I_F = 0$)	I_{CEO}		1	50	nA
Collector-Base Dark Current	($V_{CB} = 10\text{ V}$)	I_{CBO}			20	nA
Capacitance	($V_{CE} = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$)	C_{CE}		8		pF

ISOLATION CHARACTERISTICS

Characteristic	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Units
Input-Output Isolation Voltage	(Non '-M', Black Package) ($f = 60\text{ Hz}$, $t = 1\text{ min}$)	V_{ISO}	5300			Vac(rms)
	('M', White Package) ($f = 60\text{ Hz}$, $t = 1\text{ sec}$)		7500			Vac(pk)
Isolation Resistance	($V_{I-O} = 500\text{ VDC}$)	R_{ISO}	10^{11}			Ω
Isolation Capacitance	($V_{I-O} = \&$, $f = 1\text{ MHz}$)	C_{ISO}		0.5		pF
	('M' White Package)			0.2	2	pF

Note

 * Typical values at $T_A = 25^\circ\text{C}$

**4N25
 4N37**
**4N26
 H11A1**
**4N27
 H11A2**
**4N28
 H11A3**
**4N35
 H11A4**
**4N36
 H11A5**
TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)

DC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Current Transfer Ratio, Collector to Emitter	(I _F = 10 mA, V _{CE} = 10 V)	CTR	4N35 4N36 4N37	100			%
			H11A1	50			
			H11A5	30			
			4N25 4N26 H11A2 H11A3	20			
			4N27 4N28 H11A4	10			
			4N35 4N36 4N37	40			
	(I _F = 10 mA, V _{CE} = 10 V, T _A = -55°C)		4N35 4N36 4N37	40			
	(I _F = 10 mA, V _{CE} = 10 V, T _A = +100°C)		4N35 4N36 4N37	40			
	Collector-Emitter Saturation Voltage		(I _C = 2 mA, I _F = 50 mA)	V _{CE (SAT)}	4N25 4N26 4N27 4N28		
(I _C = 0.5 mA, I _F = 10 mA)		4N35 4N36 4N37				0.3	
		H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5				0.4	
AC Characteristic							
Non-Saturated Turn-on Time	(I _F = 10 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100Ω) (Fig.20)	T _{ON}	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		μs
Non Saturated Turn-on Time	(I _C = 2 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100Ω) (Fig.20)	T _{ON}	4N35 4N36 4N37		2	10	μs

**4N25
4N37**

**4N26
H11A1**

**4N27
H11A2**

**4N28
H11A3**

**4N35
H11A4**

**4N36
H11A5**

TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.) (Continued)

AC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Turn-off Time	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)	T_{OFF}	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		μs
	$(I_C = 2 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)		4N35 4N36 4N37		2	10	

* Typical values at $T_A = 25^\circ\text{C}$

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

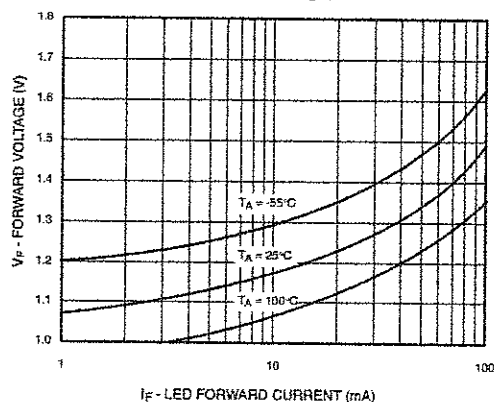
4N28
H11A3

4N35
H11A4

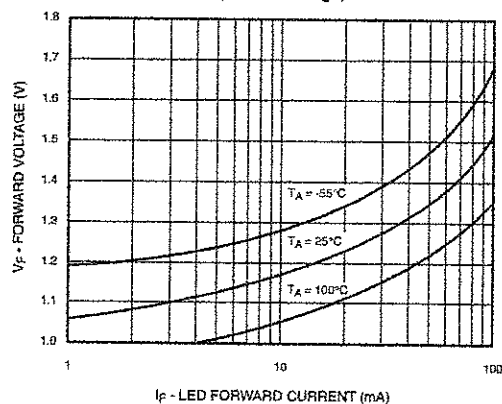
4N36
H11A5

TYPICAL PERFORMANCE CURVES

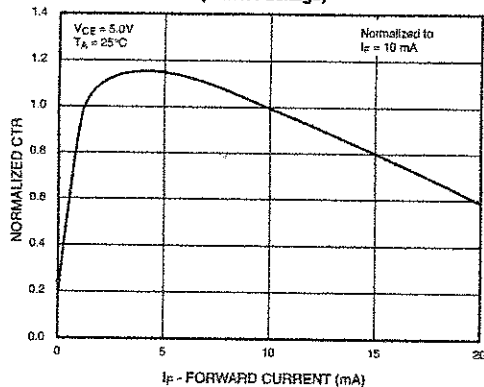
**Fig. 1 LED Forward Voltage vs. Forward Current
(Black Package)**



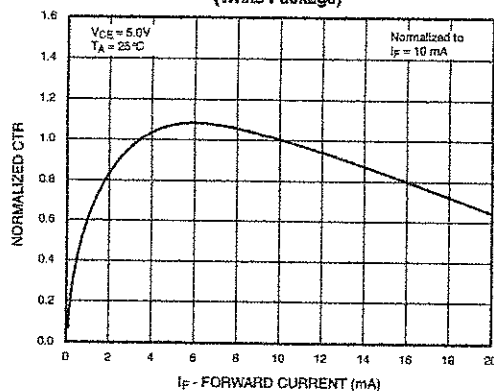
**Fig. 2 LED Forward Voltage vs. Forward Current
(White Package)**



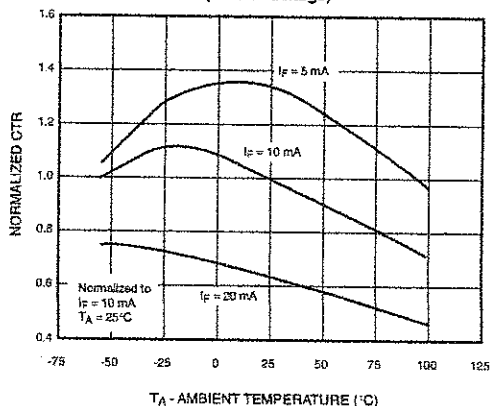
**Fig.3 Normalized CTR vs. Forward Current
(Black Package)**



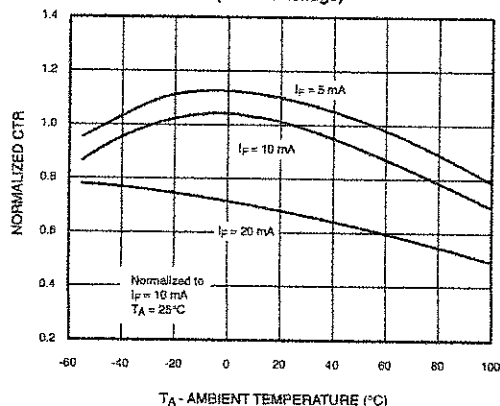
**Fig.4 Normalized CTR vs. Forward Current
(White Package)**



**Fig. 5 Normalized CTR vs. Ambient Temperature
(Black Package)**



**Fig. 6 Normalized CTR vs. Ambient Temperature
(White Package)**



4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

Fig. 7 CTR vs. R_{BE} (Unsaturated)
(Black Package)

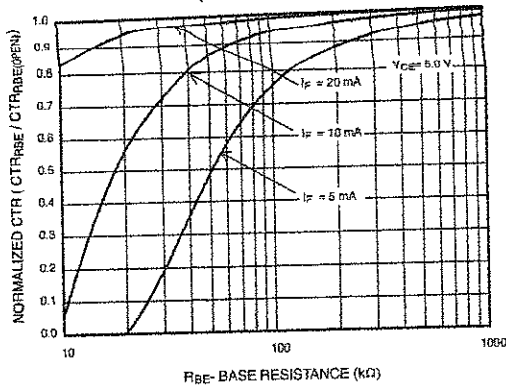


Fig. 8 CTR vs. R_{BE} (Unsaturated)
(White Package)

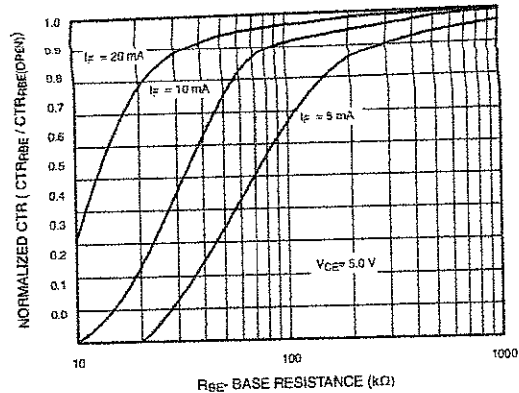


Fig. 9 CTR vs. R_{BE} (Saturated)
(Black Package)

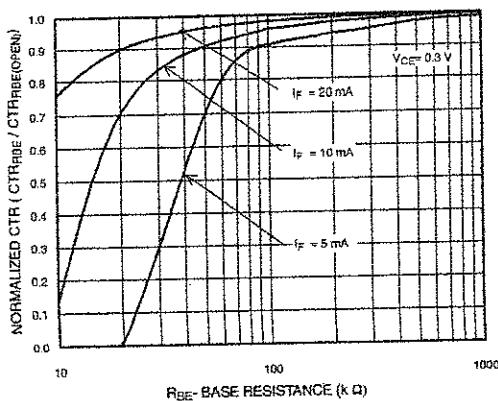


Fig. 10 CTR vs. R_{BE} (Saturated)
(White Package)

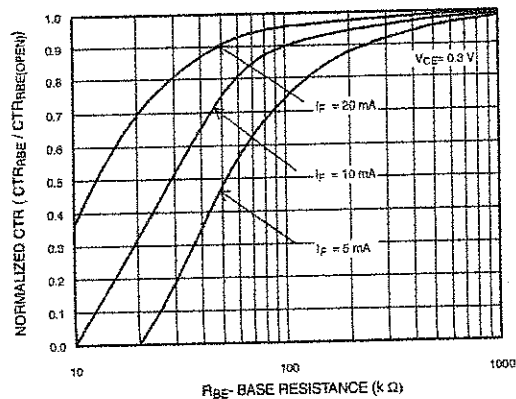


Fig. 11 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current
(Black Package)

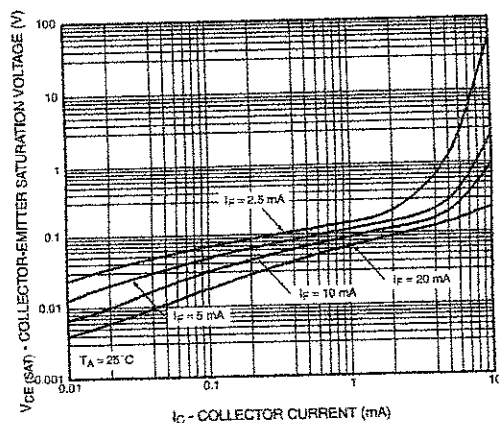
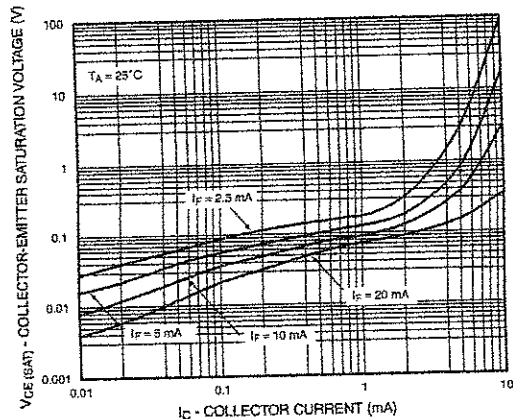


Fig. 12 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current
(White Package)



4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

Fig. 13 Switching Speed vs. Load Resistor
(Black Package)

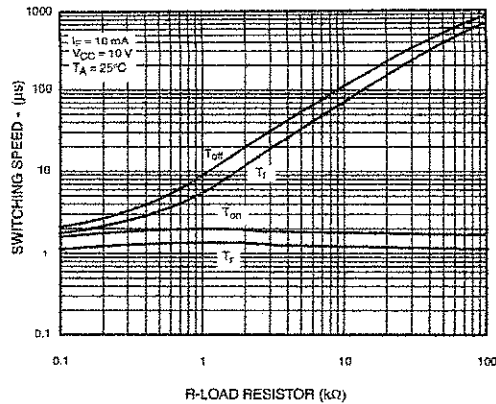


Fig. 14 Switching Speed vs. Load Resistor
(White Package)

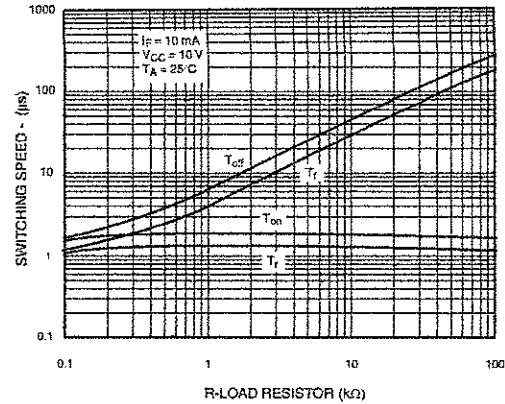


Fig. 15 Normalized t_{on} vs. R_{BE}
(Black Package)

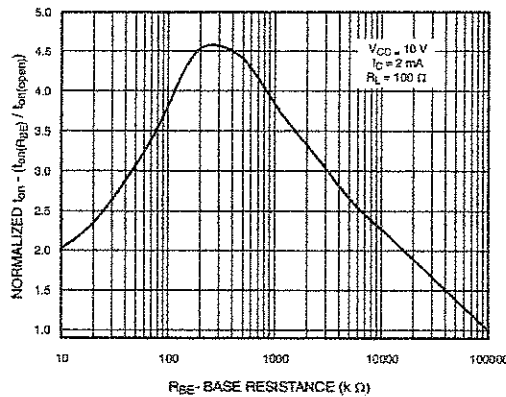


Fig. 16 Normalized t_{on} vs. R_{BE}
(White Package)

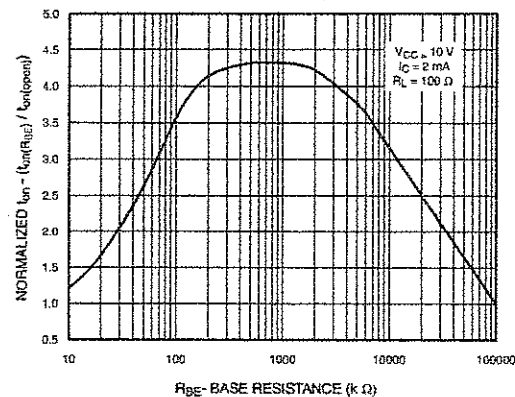


Fig. 17 Normalized t_{off} vs. R_{BE}
(Black Package)

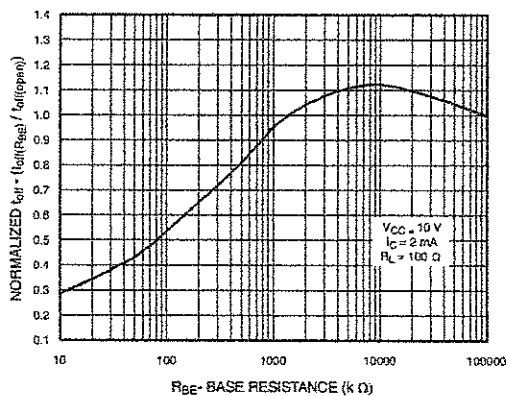
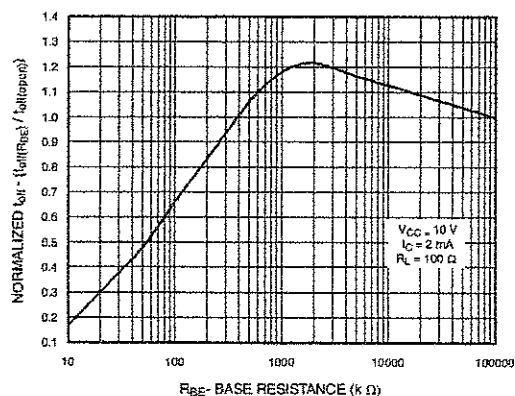


Fig. 18 Normalized t_{off} vs. R_{BE}
(White Package)



GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

Fig. 19 Dark Current vs. Ambient Temperature

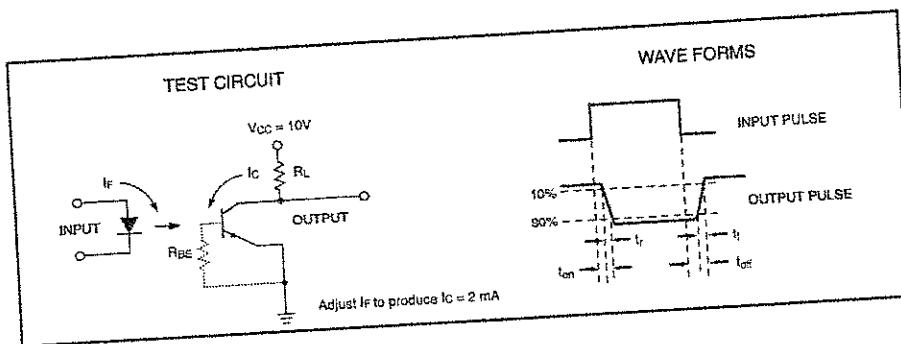
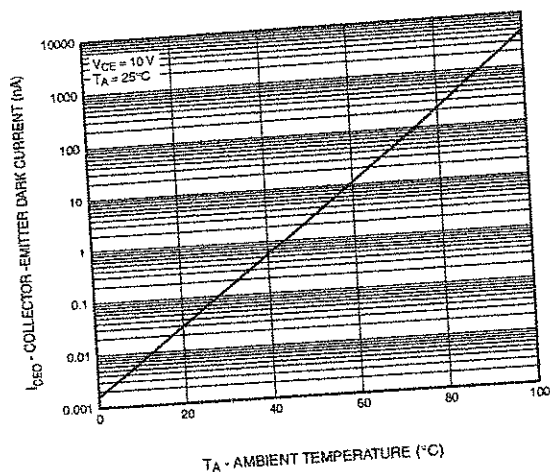


Figure 20. Switching Time Test Circuit and Waveforms

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

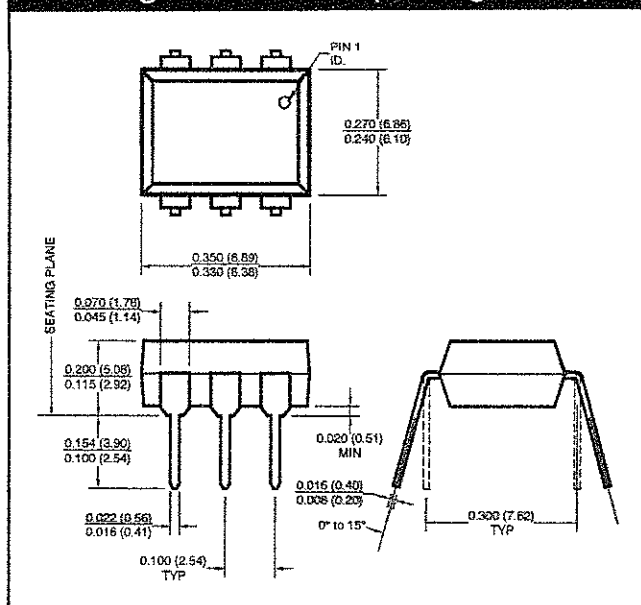
4N28
H11A3

4N35
H11A4

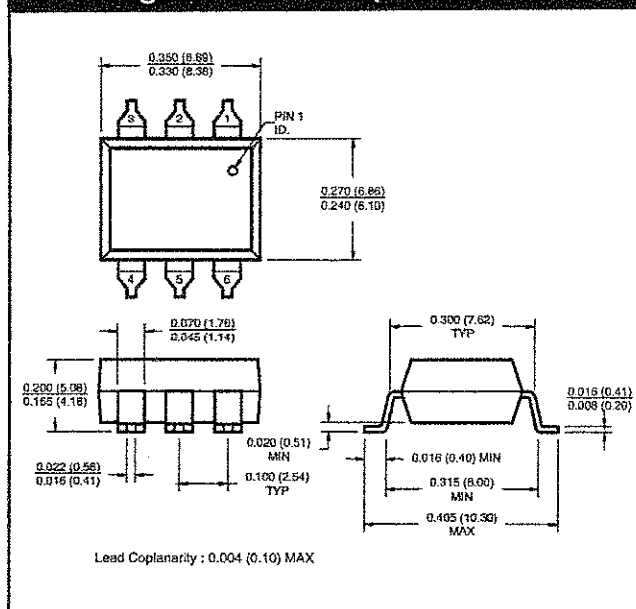
4N36
H11A5

Black Package (No -M Suffix)

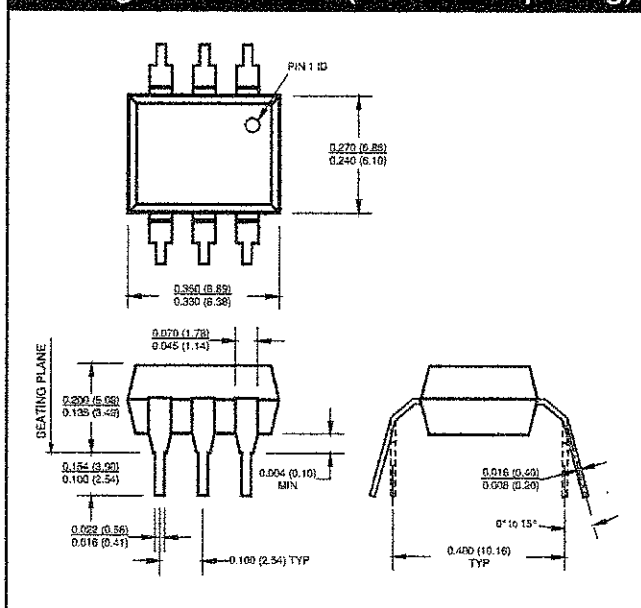
Package Dimensions (Through Hole)



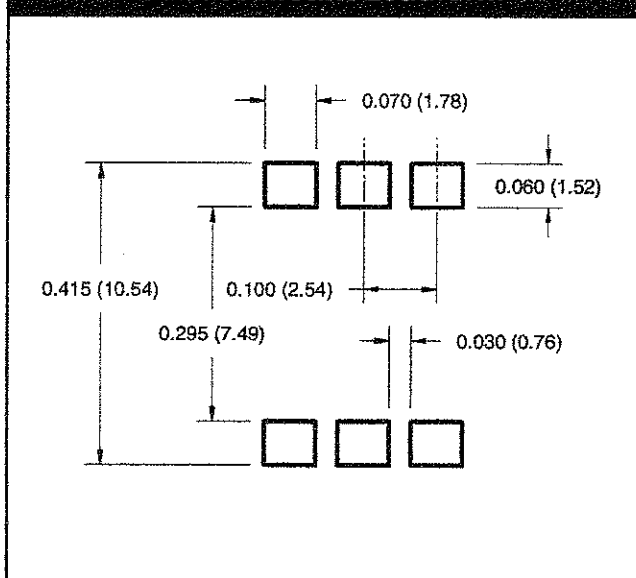
Package Dimensions (Surface Mount)



Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)



Recommended Pad Layout for Surface Mount Leadform



NOTE

All dimensions are in inches (millimeters)

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

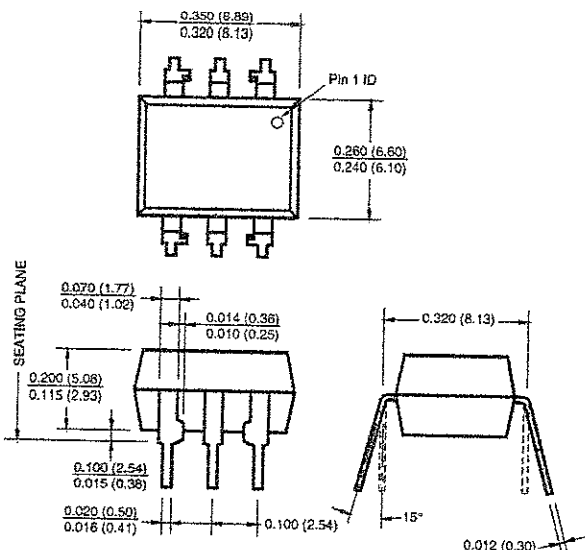
4N28
H11A3

4N35
H11A4

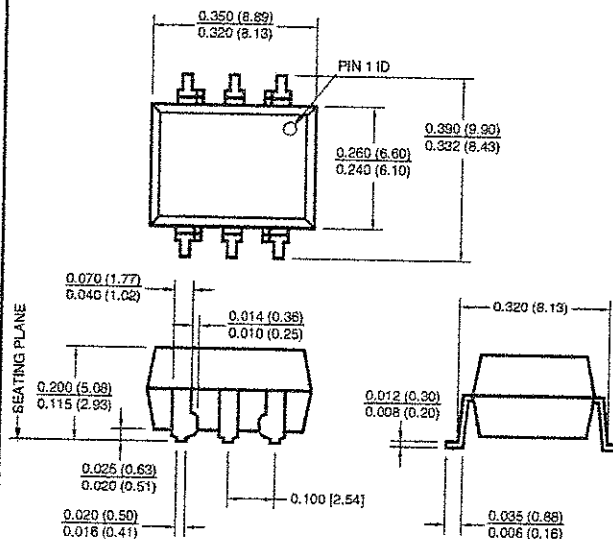
4N36
H11A5

White Package (-M Suffix)

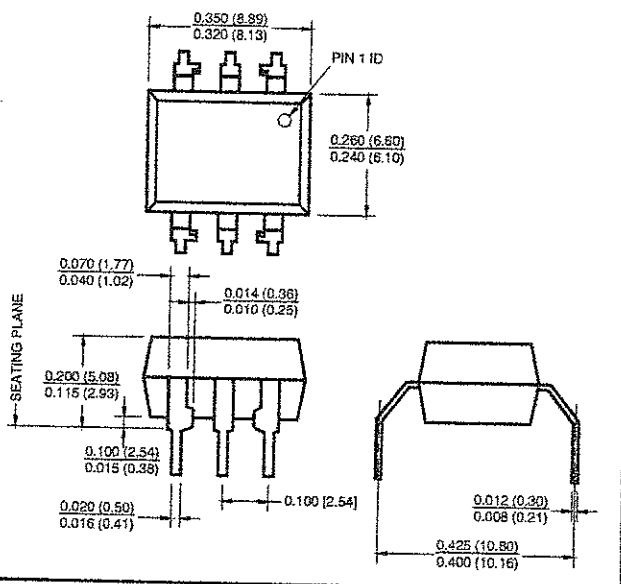
Package Dimensions (Through Hole)



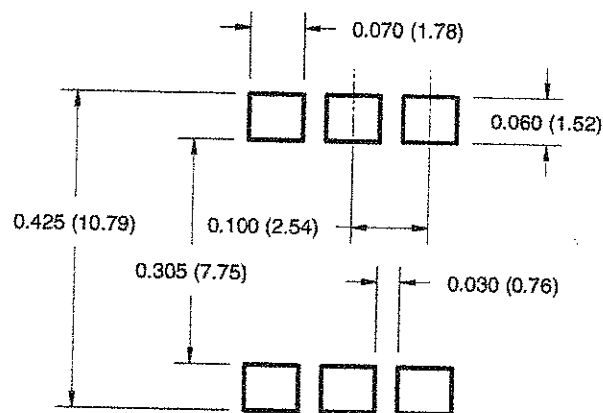
Package Dimensions (Surface Mount)



Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)



Recommended Pad Layout for Surface Mount Leadform



NOTE

All dimensions are in inches (millimeters)

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

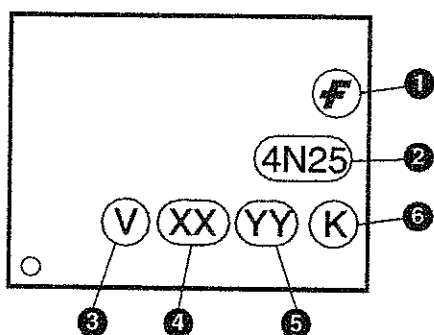
4N35
H11A4

4N36
H11A5

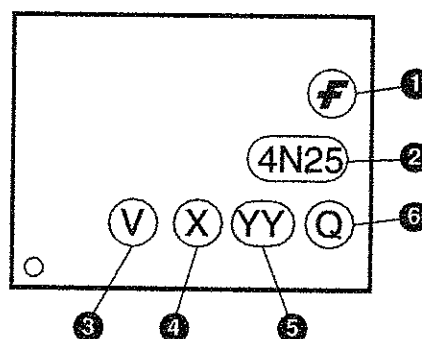
ORDERING INFORMATION

Order Entry Identifier		
Black Package (No Suffix)	White Package (-M Suffix)	Option
.S	S	Surface Mount Lead Bend
.SD	SR2	Surface Mount; Tape and reel
.W	T	0.4" Lead Spacing
.300	V	VDE 0884
.300W	TV	VDE 0884, 0.4" Lead Spacing
.3S	SV	VDE 0884, Surface Mount
.3SD	SR2V	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

MARKING INFORMATION



Black Package, No Suffix



White Package, -M Suffix

Definitions	
1	Fairchild logo
2	Device number
3	VDE mark (Note: Only appears on parts ordered with VDE option – See order entry table)
4	One or two digit year code • Two digits for black package parts, e.g., '03' • One digit for white package parts, e.g., '3'
5	Two digit work week ranging from '01' to '53'
6	Assembly package code

*Note – Parts built in the white package (M suffix) that do not have the 'V' option (see definition 3 above) that are marked with date code '325' or earlier are marked in the portrait format.

4N25
4N37

4N26
H11A1

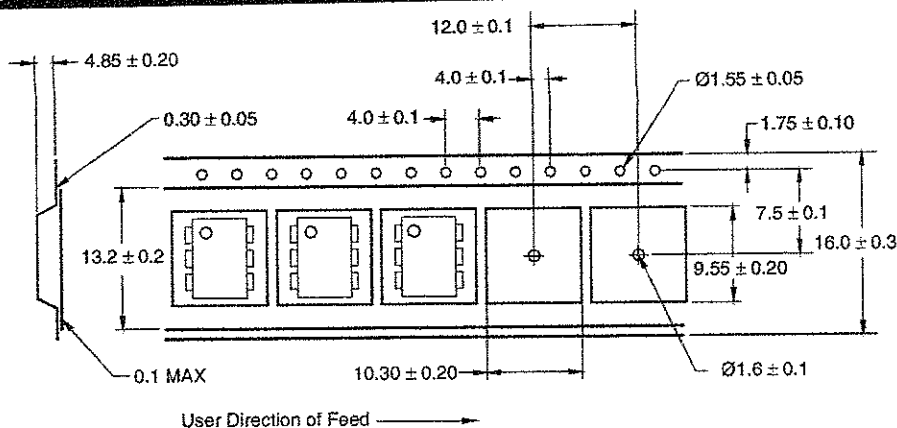
4N27
H11A2

4N28
H11A3

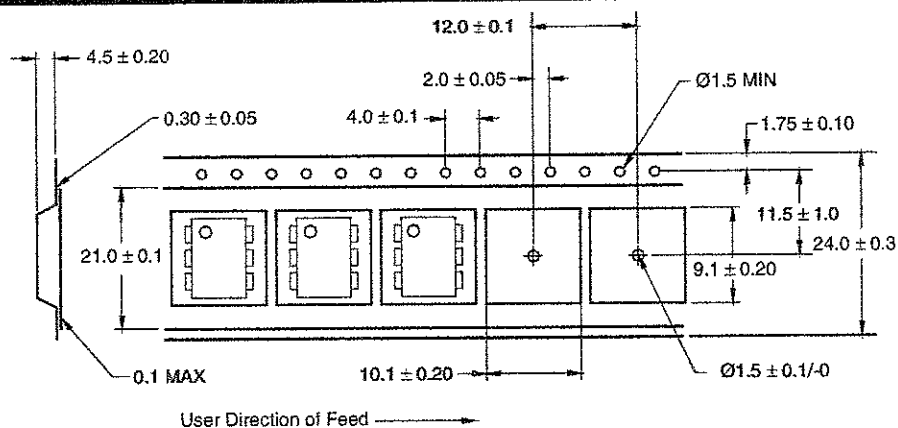
4N35
H11A4

4N36
H11A5

QT Carrier Tape Specifications (Black Package, No Suffix)



QT Carrier Tape Specifications (White Package, -M Suffix)



**4N25
4N37**

**4N26
H11A1**

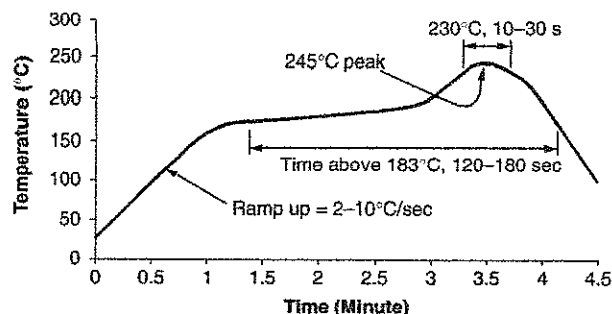
**4N27
H11A2**

**4N28
H11A3**

**4N35
H11A4**

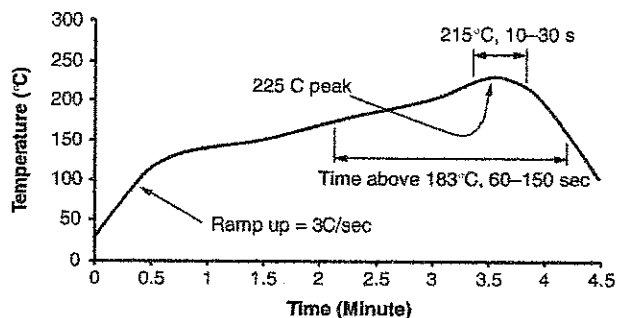
**4N36
H11A5**

Reflow Profile (White Package, -M Suffix)



- Peak reflow temperature: 245°C (package surface temperature)
- Time of temperature higher than 183°C for 120-180 seconds
- One time soldering reflow is recommended

Reflow Profile (Black Package, No Suffix)



- Peak reflow temperature: 225°C (package surface temperature)
- Time of temperature higher than 183°C for 60-150 seconds
- One time soldering reflow is recommended

**4N25
4N37**

**4N26
H11A1**

**4N27
H11A2**

**4N28
H11A3**

**4N35
H11A4**

**4N36
H11A5**

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. 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.

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 THE PRESIDENT 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 of 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.

ANEXO 7

TL071, TL071A, TL071B, TL072
TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS
SLOS080C – SEPTEMBER 1978 – REVISED AUGUST 1994

**15 DEVICES COVER COMMERCIAL, INDUSTRIAL,
AND MILITARY TEMPERATURE RANGES**

- Low Power Consumption
- Wide Common-Mode and Differential Voltage Ranges
- Low Input Bias and Offset Currents
- Output Short-Circuit Protection
- Low Total Harmonic Distortion
0.003% Typ
- Low Noise
 $V_n = 18 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ Typ at $f = 1 \text{ kHz}$
- High Input Impedance . . . JFET Input Stage
- Internal Frequency Compensation
- Latch-Up-Free Operation
- High Slew Rate . . . $13 \text{ V}/\mu\text{s}$ Typ
- Common-Mode Input Voltage Range
Includes V_{CC+}

description

The JFET-input operational amplifiers in the TL07_ series are designed as low-noise versions of the TL08_ series amplifiers with low input bias and offset currents and fast slew rate. The low harmonic distortion and low noise make the TL07_ series ideally suited for high-fidelity and audio preamplifier applications. Each amplifier features JFET inputs (for high input impedance) coupled with bipolar output stages integrated on a single monolithic chip.

The C-suffix devices are characterized for operation from 0°C to 70°C. The I-suffix devices are characterized for operation from -40°C to 85°C. The M-suffix devices are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C.

AVAILABLE OPTIONS

TA	V _{IO} max AT 25°C	PACKAGE							
		SMALL OUTLINE (D)†	CHIP CARRIER (FK)	CERAMIC DIP (J)	CERAMIC DIP (JG)	PLASTIC DIP (N)	PLASTIC DIP (P)	TSSOP PACKAGE (PW)	FLAT PACKAGE (W)
0°C to 70°C	10 mV	TL071CD					TL071CP	TL071CPWLE	
	6 mV	TL071ACD	—	—	—	—	TL071ACP	—	—
	3 mV	TL071BCD					TL071BCP	—	
	10 mV	TL072CD					TL072CP	TL072CPWLE	
	6 mV	TL072ACD	—	—	—	—	TL072ACP	—	—
	3 mV	TL072BCD					TL072BCP	—	
-40°C to 85°C	10 mV	TL074CD				TL074CN		TL074CPWLE	
	6 mV	TL074ACD	—	—	—	TL074ACN	—	—	—
	3 mV	TL074BCD				TL074BCN		—	
-55°C to 125°C	6 mV	TL071ID				—	TL071IP		
		TL072ID	—	—	—	—	TL072IP	—	—
		TL074ID				TL074IN	—		
	6 mV		TL071MFK	—	TL071MJG				—
	8 mV		TL072MFK	—	TL072MJG				—
	9 mV		TL074MFK	TL074MJ	—				TL074MW

† The D package is available taped and reeled. Add the suffix R to the device type (e.g., TL071CDR). The PW package is only available left-ended taped and reeled (e.g., TL072CPWLE).

PRODUCTION DATA: Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

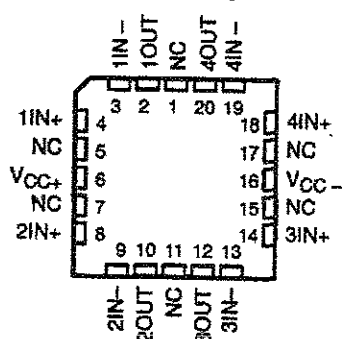
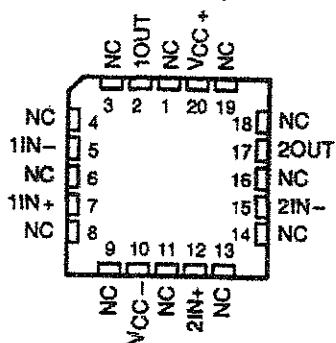
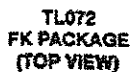
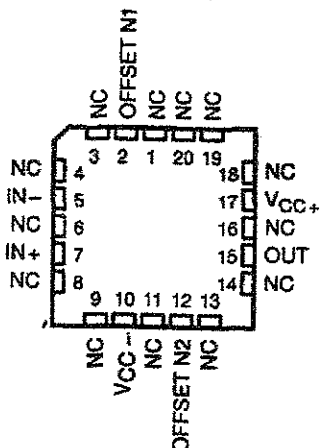
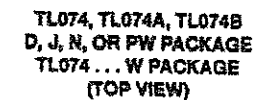
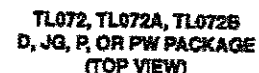


**TEXAS
INSTRUMENTS**

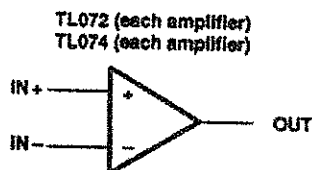
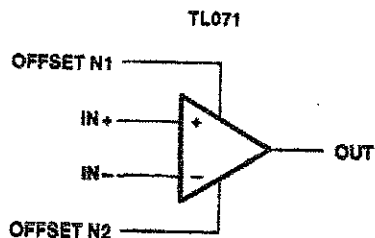
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1994, Texas Instruments Incorporated

SLOS080C - SEPTEMBER 1978 - REVISED AUGUST 1984

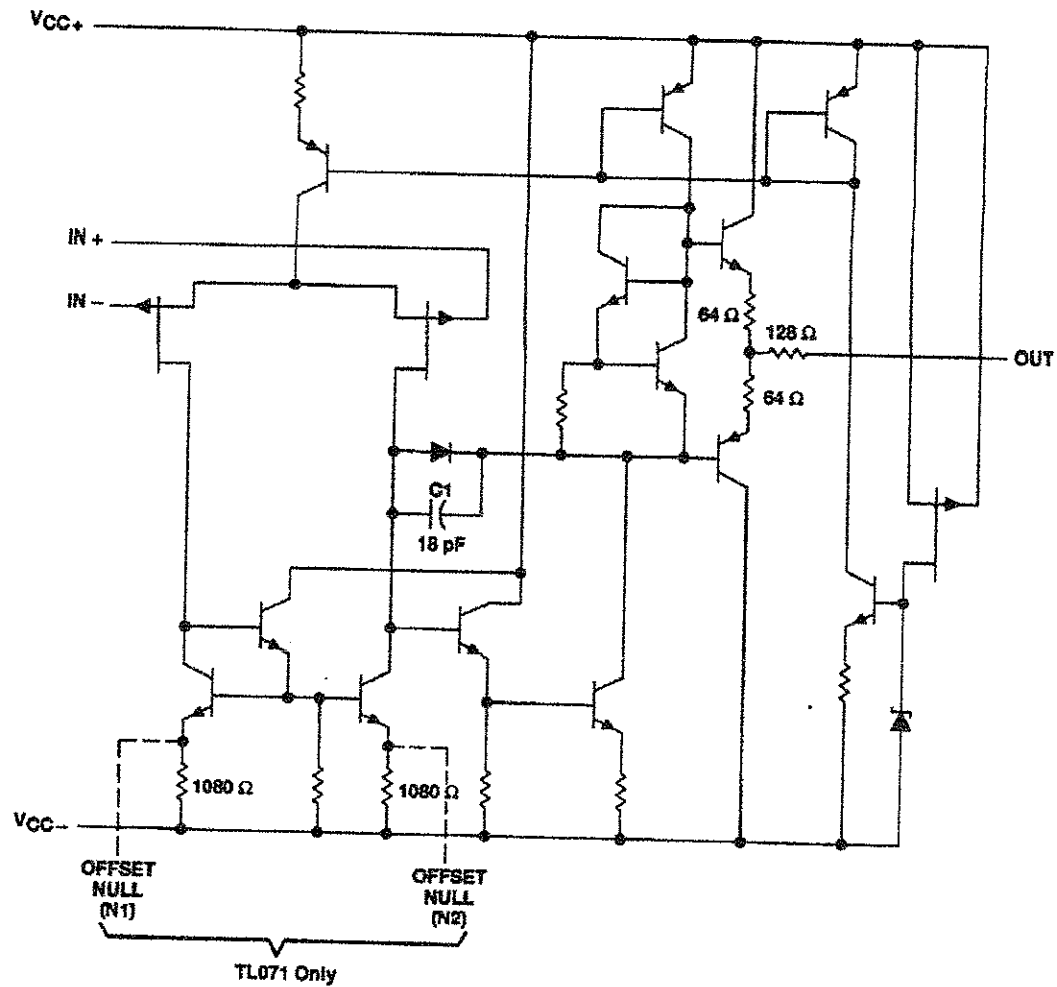


symbols



TL071, TL071A, TL071B, TL072
 TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
 LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS
 SLOS060C - SEPTEMBER 1975 - REVISED AUGUST 1984

schematic (each amplifier)



All component values shown are nominal.

COMPONENT COUNT†			
COMPONENT TYPE	TL071	TL072	TL074
Resistors	11	22	44
Transistors	14	28	56
JFET	2	4	8
Diodes	1	2	4
Capacitors	1	2	4
epi-FET	1	2	4

† Includes bias and trim circuitry

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75205

TL071, TL071A, TL071B, TL072
TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS
 SLOS080C - SEPTEMBER 1978 - REVISED AUGUST 1984

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage, V_{CC+} (see Note 1)	18 V
Supply voltage, V_{CC-} (see Note 1)	-18 V
Differential input voltage, V_{ID} (see Note 2)	± 30 V
Input voltage, V_I (see Notes 1 and 3)	± 15 V
Duration of output short-circuit (see Note 4)	unlimited
Continuous total dissipation	See Dissipation Rating Table
Operating free-air temperature range, T_A : C suffix	0°C to 70°C
I suffix	-40°C to 85°C
M suffix	-55°C to 125°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C
Case temperature for 60 seconds: FK package	260°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: J, JG, or W package	300°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: D, N, P, or PW package	260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. All voltage values, except differential voltages, are with respect to the midpoint between V_{CC+} and V_{CC-} .
 2. Differential voltages are at $IN+$ with respect to $IN-$.
 3. The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 V, whichever is less.
 4. The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

DISSIPATION RATING TABLE

PACKAGE	$T_A \leq 25^\circ\text{C}$ POWER RATING	DERATING FACTOR	DERATE ABOVE T_A	$T_A = 70^\circ\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 85^\circ\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 125^\circ\text{C}$ POWER RATING
D (8 pin)	680 mW	5.8 mW/°C	33°C	464 mW	377 mW	N/A
D (14 pin)	680 mW	7.6 mW/°C	60°C	508 mW	494 mW	N/A
FK	680 mW	11.0 mW/°C	88°C	680 mW	680 mW	275 mW
J	680 mW	11.0 mW/°C	88°C	680 mW	680 mW	275 mW
JG	680 mW	8.4 mW/°C	69°C	672 mW	546 mW	210 mW
N	680 mW	9.2 mW/°C	76°C	680 mW	598 mW	N/A
P	680 mW	8.0 mW/°C	65°C	640 mW	520 mW	N/A
PW (8 pin)	525 mW	4.2 mW/°C	70°C	525 mW	N/A	N/A
PW (14 pin)	700 mW	5.6 mW/°C	70°C	700 mW	N/A	N/A
W	680 mW	8.0 mW/°C	65°C	640 mW	520 mW	200 mW

TL071, TL071A, TL071B, TL072
TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS080C - SEPTEMBER 1978 - REVISED AUGUST 1994

electrical characteristics, $V_{CC} = \pm 15\text{ V}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITION†	T _A ‡	TL071C TL072C TL074C			TL071AC TL072AC TL074AC			TL071BC TL072BC TL074BC			TL071I TL072I TL074I			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V _{IO} Input offset voltage	V _O = 0, R _S = 50 Ω	25°C	3	10	6	3	3	6	2	3	3	3	3	6	mV
		Full range			13			7.5			5			8	
α _{VIO} Temperature coefficient of input offset voltage	V _O = 0, R _S = 50 Ω	Full range													μV/°C
I _{IO} Input offset current	V _O = 0	25°C	5	100	18	5	100	18	5	100	18	5	100	18	μV/°C
		Full range			10			2			2			5	pA
I _{IB} Input bias currents	V _O = 0	25°C	65	200	200	65	200	200	65	200	200	65	200	200	nA
		Full range			7			7			7			20	pA
V _{ICR} Common-mode input voltage range		25°C	-12	to	15	-12	to	15	-12	to	15	-12	to	15	V
		Full range	±11	±13.5	±13.5	±11	±13.5	±13.5	±11	±13.5	±13.5	±11	±13.5	±13.5	
V _{OM} Maximum peak output voltage swing	R _L = 10 kΩ	25°C	±12	±13.5	±13.5	±12	±13.5	±13.5	±12	±13.5	±13.5	±12	±13.5	±13.5	V
	R _L ≥ 10 kΩ	Full range	±12	±13.5	±13.5	±12	±13.5	±13.5	±12	±13.5	±13.5	±12	±13.5	±13.5	
	R _L ≥ 2 kΩ		±10	±10	±10	±10	±10	±10	±10	±10	±10	±10	±10	±10	
A _{VD} Large-signal differential voltage amplification	V _O = ±10 V, R _L ≥ 2 kΩ	25°C	25	200	200	25	200	200	25	200	200	25	200	200	V/mV
		Full range	15	15	15	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
B ₁ Unity-gain bandwidth		25°C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	MHz
r _i Input resistance		25°C	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	Ω
CMRR Common-mode rejection ratio	V _{IC} = V _{ICRmin} , V _O = 0, R _S = 50 Ω	25°C	70	100	100	75	100	100	75	100	100	75	100	100	dB
KSVR Supply-voltage rejection ratio (ΔV _{CC} /ΔV _{IO})	V _{CC} = ±9 V to ±15 V, V _O = 0, R _S = 50 Ω	25°C	70	100	100	80	100	100	80	100	100	80	100	100	dB
I _{OC} Supply current (each amplifier)	V _O = 0, No load	25°C	1.4	2.5	2.5	1.4	2.5	2.5	1.4	2.5	2.5	1.4	2.5	2.5	mA
V _{O1} /V _{O2} Crosstalk attenuation	A _{VD} = 100	25°C	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	dB

† All characteristics are measured under open-loop conditions with zero common-mode voltage unless otherwise specified.

‡ Full range is T_A = 0°C to 70°C for TL071, TL072, TL074, TL074A, TL074B and is T_A = -40°C to 85°C for TL071.

§ Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive as shown in Figure 4. Pulse techniques must be used that will maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TL071, TL071A, TL071B, TL072
TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS
 SLOS080C - SEPTEMBER 1978 - REVISED AUGUST 1994

electrical characteristics, $V_{CC} = \pm 15$ V (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	T_A ‡	TL071M TL072M			TL074M			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_{IO} Input offset voltage	$V_O = 0, R_S = 50 \Omega$	25°C		3	8		3	9	mV
		Full range			9			15	
αV_{IO} Temperature coefficient of input offset voltage	$V_O = 0, R_S = 50 \Omega$	Full range		18			18		$\mu V/^\circ C$
I_{IO} Input offset current	$V_O = 0$	25°C		5	100		5	100	pA
		Full range			20			20	nA
I_{IB} Input bias current‡	$V_O = 0$	25°C		65	200		65	200	pA
					50			50	nA
V_{ICR} Common-mode input voltage range		25°C	± 11	-12 to 15		± 11	-12 to 15		V
V_{OM} Maximum peak output voltage swing	$R_L = 10 k\Omega$	25°C	± 12	± 13.5		± 12	± 13.5		V
	$R_L \geq 10 k\Omega$	Full range	± 12			± 12			
	$R_L \geq 2 k\Omega$		± 10			± 10			
A_{VD} Large-signal differential voltage amplification	$V_O = \pm 10$ V, $R_L \geq 2 k\Omega$	25°C	35	200		35	200		V/mV
			15			15			
B_1 Unity-gain bandwidth	$T_A = 25^\circ C$			3			3		MHz
r_i Input resistance	$T_A = 25^\circ C$			10^{12}			10^{12}		Ω
CMRR Common-mode rejection ratio	$V_{IC} = V_{ICRmin},$ $V_O = 0, R_S = 50 \Omega$	25°C	80	86		80	86		dB
K_{SVR} Supply-voltage rejection ratio ($\Delta V_{CC}/\Delta V_{IO}$)	$V_{CC} = \pm 9$ V to ± 15 V, $V_O = 0, R_S = 50 \Omega$	25°C	80	86		80	86		dB
I_{CC} Supply current (each amplifier)	$V_O = 0, \text{ No load}$	25°C		1.4	2.5		1.4	2.5	mA
V_{O1}/V_{O2} Crosstalk attenuation	$A_{VD} = 100$	25°C		120			120		dB

† Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive as shown in Figure 4. Pulse techniques must be used that will maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible.

‡ All characteristics are measured under open-loop conditions with zero common-mode voltage unless otherwise specified. Full range is $T_A = -55^\circ C$ to $125^\circ C$.

TL071, TL071A, TL071B, TL072
TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS080C - SEPTEMBER 1978 - REVISED AUGUST 1994

operating characteristics, $V_{CC} \pm \pm 15 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TL07xM			ALL OTHERS			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
SR	Slow rate at unity gain $V_I = 10 \text{ V}$, $C_L = 100 \text{ pF}$, $R_L = 2 \text{ k}\Omega$, See Figure 1	5	13		8	13		$\text{V}/\mu\text{s}$
t_r	Rise time overshoot factor $V_I = 20 \text{ mV}$, $C_L = 100 \text{ pF}$, $R_L = 2 \text{ k}\Omega$, See Figure 1		0.1			0.1		μs
V_n	Equivalent input noise voltage $R_S = 20 \Omega$	$f = 1 \text{ kHz}$			$f = 1 \text{ kHz}$			$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 10 \text{ Hz to } 10 \text{ kHz}$			$f = 10 \text{ Hz to } 10 \text{ kHz}$			μV
I_n	Equivalent input noise current $R_S = 20 \Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$	0.01			0.01			$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
THD	Total harmonic distortion $V_O(\text{RMS}) = 10 \text{ V}$, $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$	0.003%			0.003%			

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

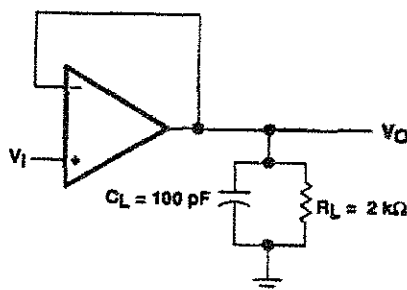


Figure 1. Unity-Gain Amplifier

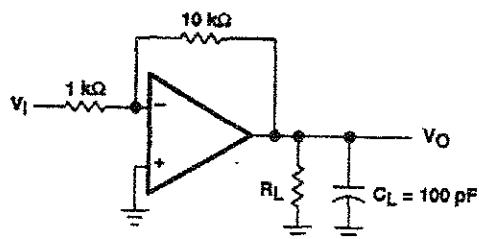


Figure 2. Gain-of-10 Inverting Amplifier

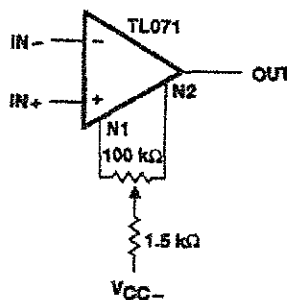


Figure 3. Input Offset Voltage Null Circuit

TL071, TL071A, TL071B, TL072
 TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
 LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS
 SLOS080C - SEPTEMBER 1978 - REVISED AUGUST 1994

TYPICAL CHARACTERISTICS

Table of Graphs

			FIGURE
I _B	Input bias current	vs Free-air temperature	4
V _{OM}	Maximum output voltage	vs Frequency	5, 6, 7
		vs Free-air temperature	8
		vs Load resistance	9
		vs Supply voltage	10
A _{VD}	Large-signal differential voltage amplification	vs Free-air temperature	11
		vs Frequency	12
	Phase shift	vs Frequency	12
	Normalized unity-gain bandwidth	vs Free-air temperature	13
	Normalized phase shift	vs Free-air temperature	13
CMRR	Common-mode rejection ratio	vs Free-air temperature	14
I _{CC}	Supply current	vs Supply voltage	15
		vs Free-air temperature	16
P _D	Total power dissipation	vs Free-air temperature	17
	Normalized slew rate	vs Free-air temperature	18
V _n	Equivalent input noise voltage	vs Frequency	19
THD	Total harmonic distortion	vs Frequency	20
	Large-signal pulse response	vs Time	21
V _O	Output voltage	vs Time	22

TYPICAL CHARACTERISTICS†

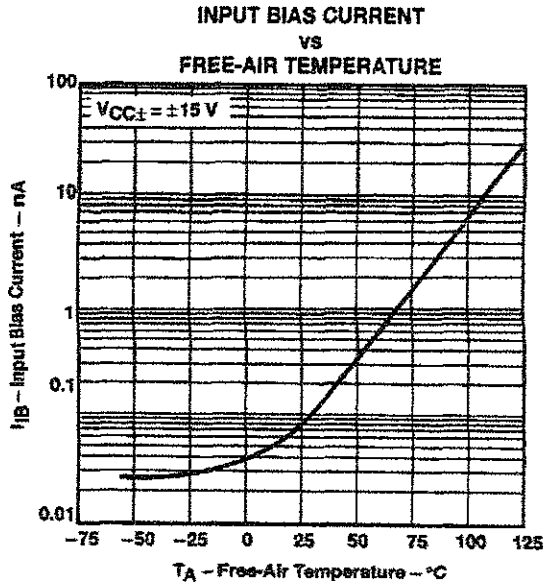


Figure 4

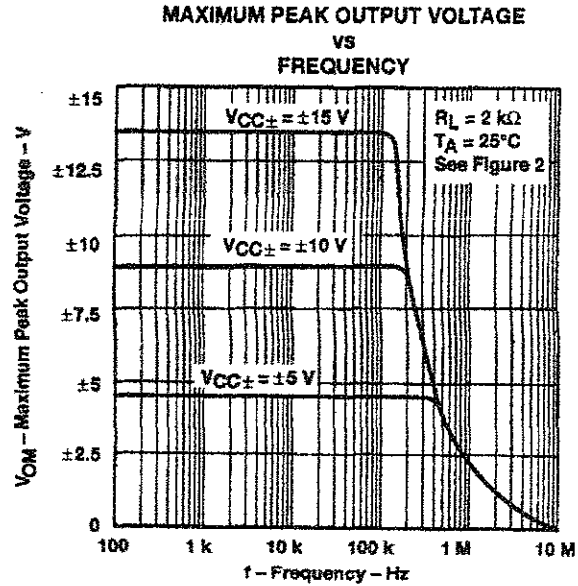


Figure 5

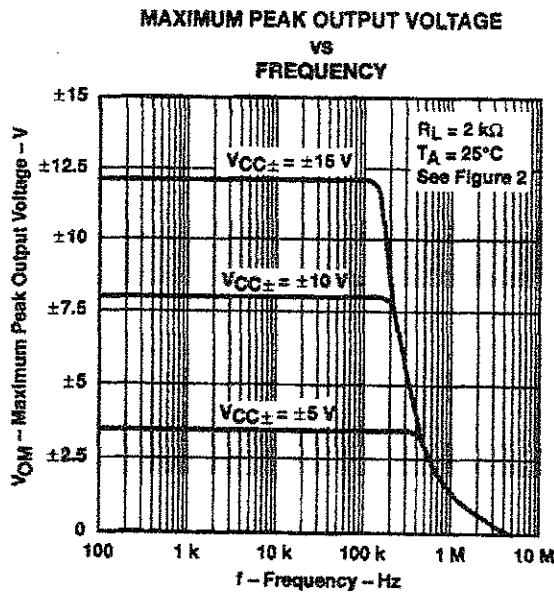


Figure 6

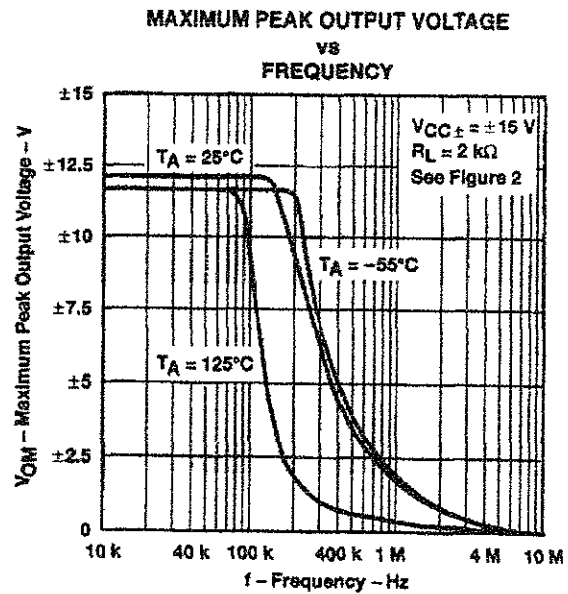


Figure 7

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TYPICAL CHARACTERISTICS†

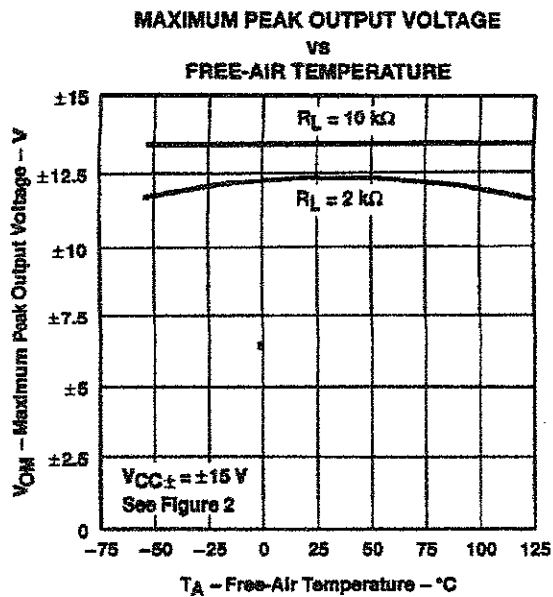


Figure 8

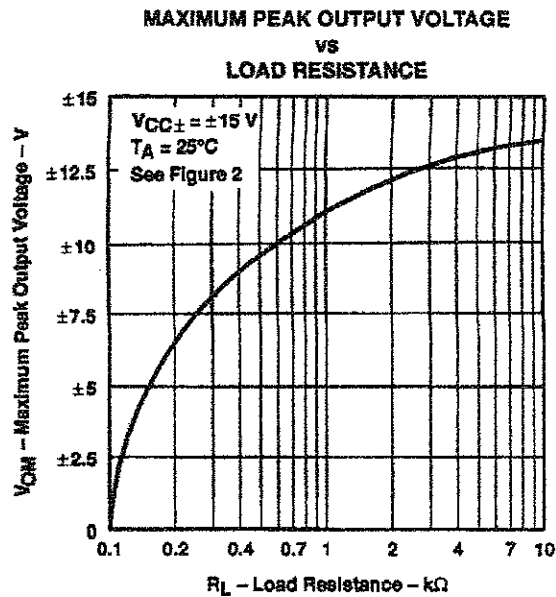


Figure 9

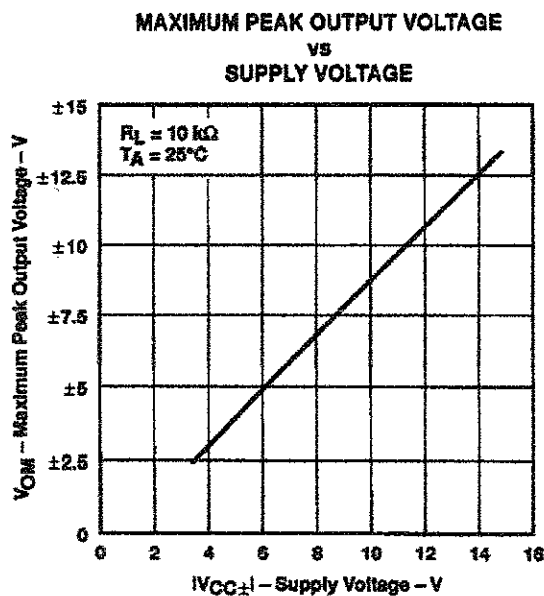


Figure 10

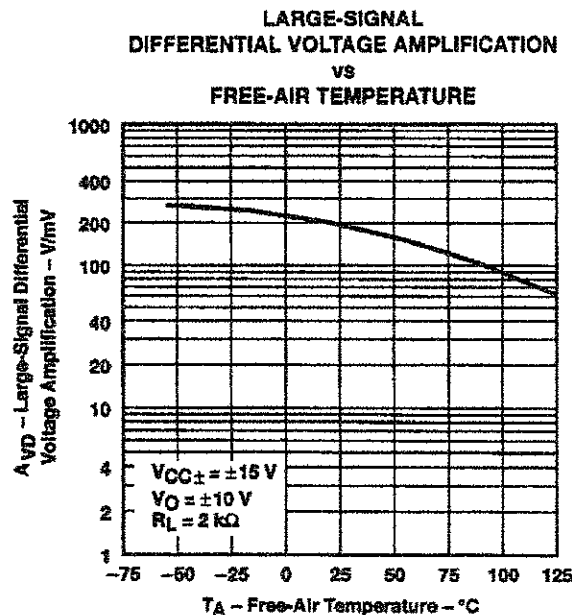


Figure 11

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TYPICAL CHARACTERISTICS†

LARGE-SIGNAL
DIFFERENTIAL VOLTAGE AMPLIFICATION
AND PHASE SHIFT
VS
FREQUENCY

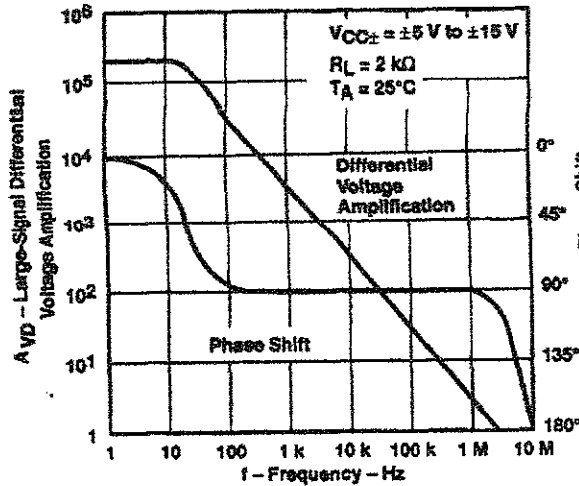


Figure 12

NORMALIZED UNITY-GAIN BANDWIDTH
AND PHASE SHIFT
VS
FREE-AIR TEMPERATURE

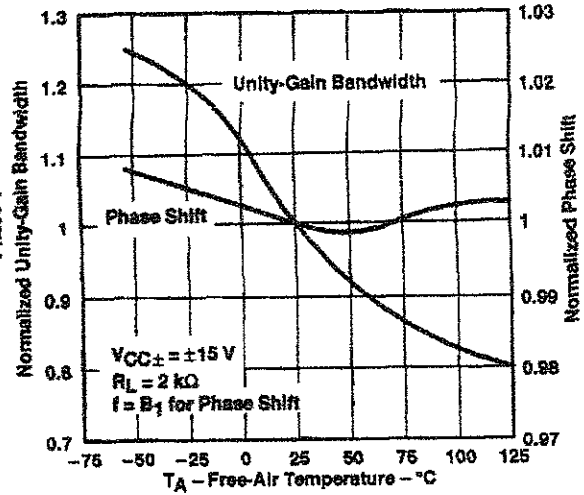


Figure 13

COMMON-MODE REJECTION RATIO
VS
FREE-AIR TEMPERATURE

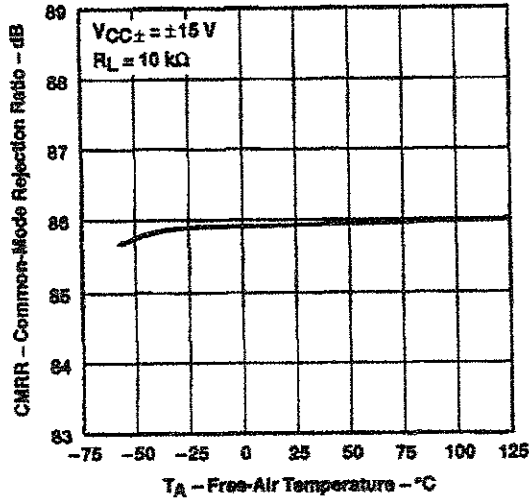


Figure 14

SUPPLY CURRENT PER AMPLIFIER
VS
SUPPLY VOLTAGE

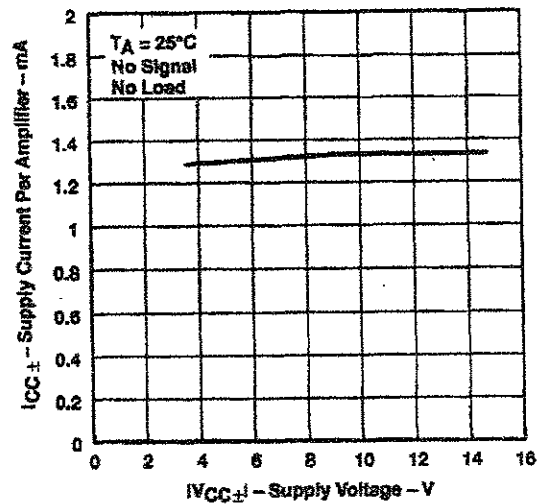


Figure 15

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.

TL071, TL071A, TL071B, TL072
 TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
 LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS
 SLOS080C - SEPTEMBER 1978 - REVISED AUGUST 1984

TYPICAL CHARACTERISTICS†

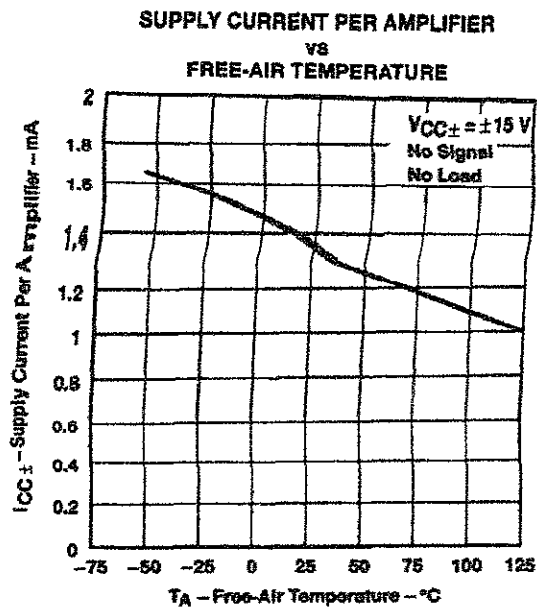


Figure 16

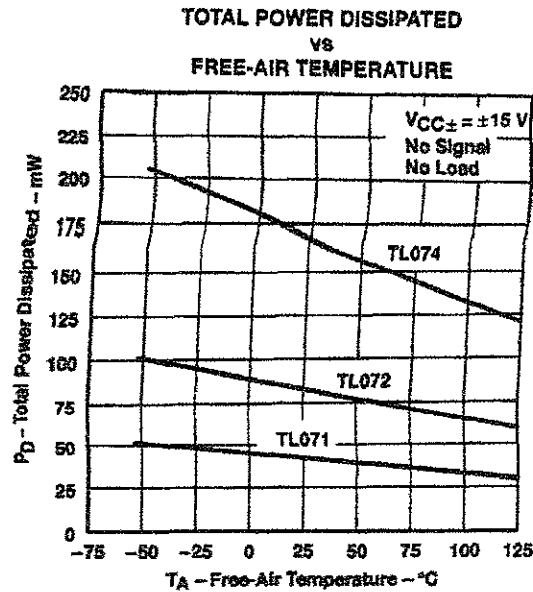


Figure 17

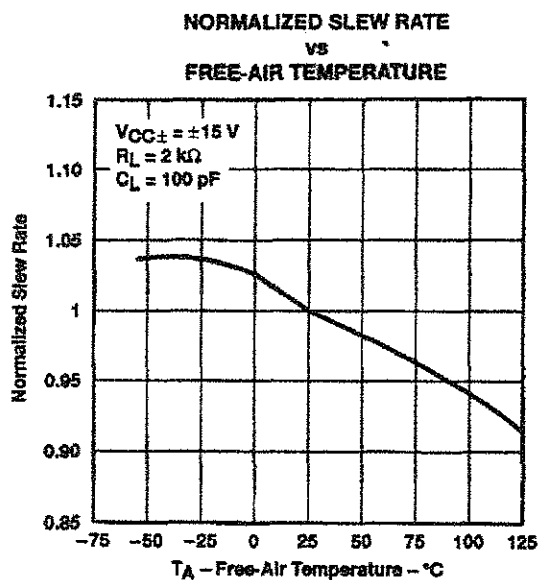


Figure 18

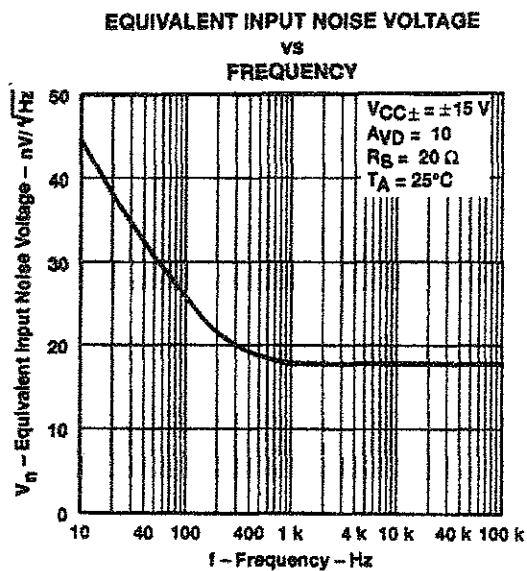


Figure 19

† Data at high and low temperatures are applicable only within the rated operating free-air temperature ranges of the various devices.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TYPICAL CHARACTERISTICS

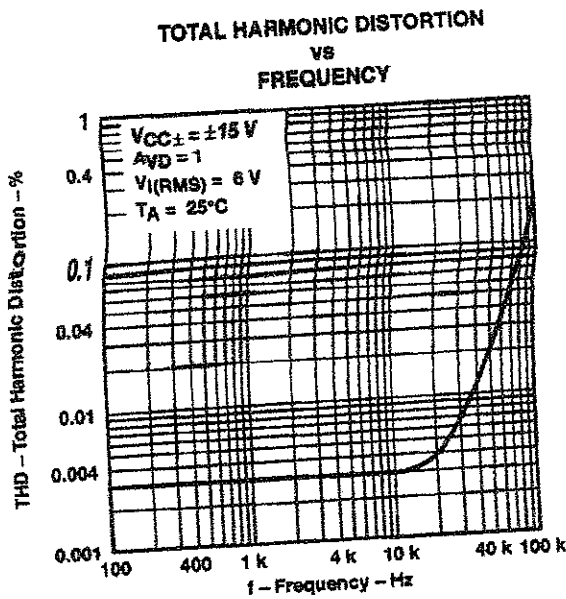


Figure 20

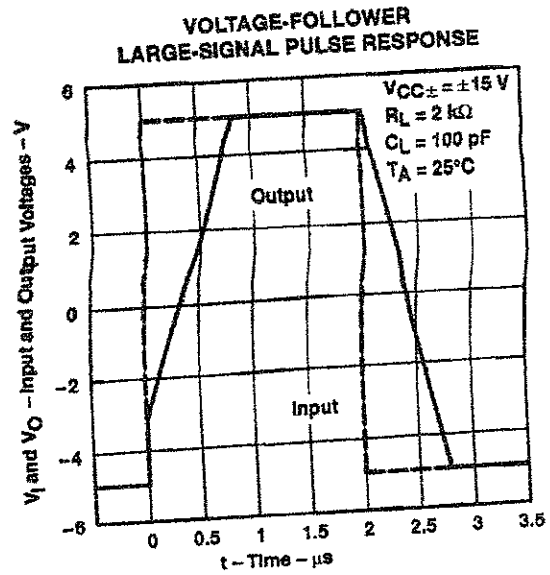


Figure 21

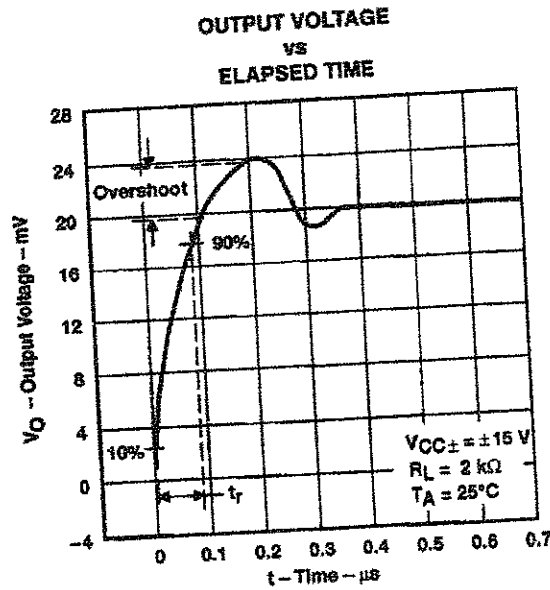


Figure 22



TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TL071, TL071A, TL071B, TL072
 TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
 LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS
 SLO6020C - SEPTEMBER 1976 - REVISED AUGUST 1994

APPLICATION INFORMATION

Table of Application Diagrams

APPLICATION DIAGRAM	PART NUMBER	FIGURE
0.5-Hz square-wave oscillator	TL071	23
High-Q notch filter	TL071	24
Audio-distribution amplifier	TL074	25
100-kHz quadrature oscillator	TL072	26
AC amplifier	TL071	27

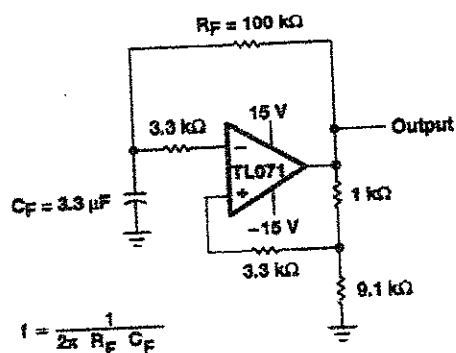


Figure 23. 0.5-Hz Square-Wave Oscillator

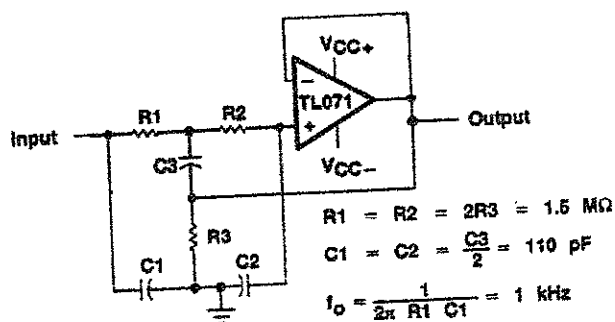


Figure 24. High-Q Notch Filter

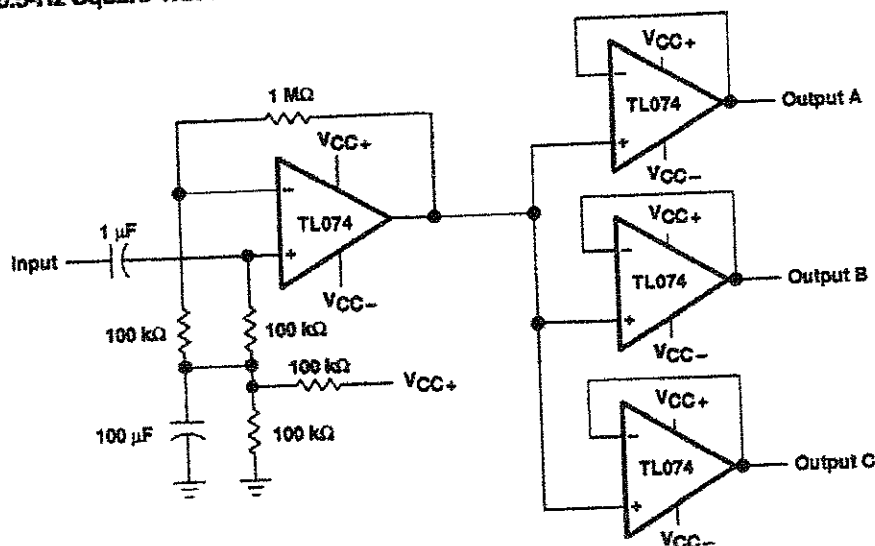
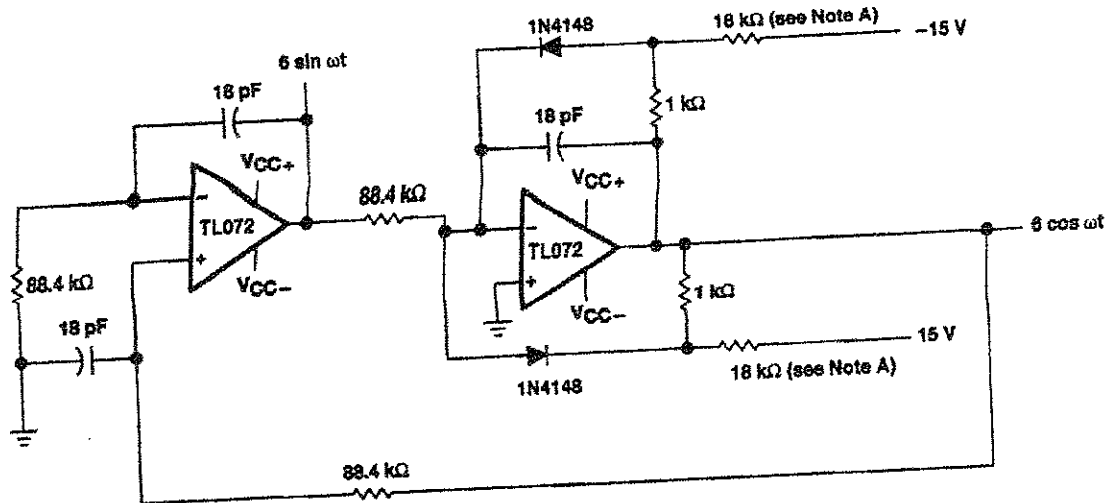


Figure 25. Audio-Distribution Amplifier

TEXAS
 INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

APPLICATION INFORMATION



NOTE A: These resistor values may be adjusted for a symmetrical output.

Figure 26. 100-kHz Quadrature Oscillator

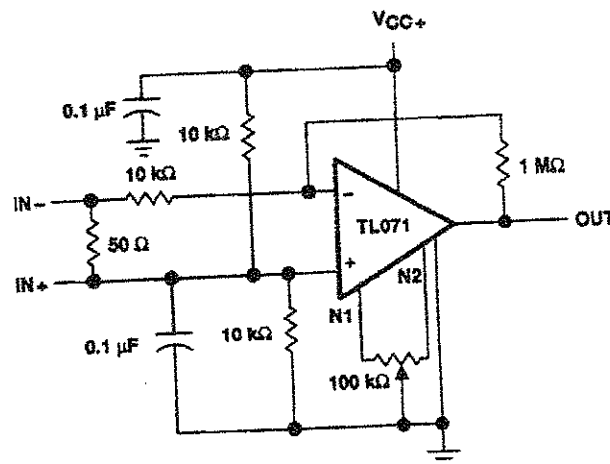


Figure 27. AC Amplifier



TEXAS
 INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265