



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y

TELECOMUNICACIONES

TEMA:

AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE OPERACIÓN DE
EMERGENCIA DE LAS BOMBAS DE HORMIGON PUTZMEISTER
TK50

AUTOR:

EDWIN FABIAN LASLUIA TOAZA

TUTOR:

PHD. ALFONSO JOSÉ ZOZAYA SAHAD

QUITO, ECUADOR

2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Titulación requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M., agosto del 2018

.....

Edwin Fabián Lasluisa Toaza

C.I.:1714147186

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE OPERACION DE EMERGENCIA DE LAS BOMBAS DE HORMIGON”, presentado por el Sr. Edwin Fabián Lasluisa Toaza, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D. M. Agosto del 2018

TUTOR: PhD. Alfonso J. Zozaya S.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que fueron y son parte de mi vida, sin ellos este logro no habría sido posible. A mi familia y amigos que me dieron su apoyo incondicional en todas las circunstancias que la vida me ha deparado. A mi madre por el apoyo moral. Agradezco especialmente a mi Esposa, la cual fue mi mayor motor a la hora de superarme, al incentivarme y no dejarme desfallecer para completar otra etapa de mi vida, a ti por estar en las buenas y en las malas sin ti nada de esto habría sido posible y a mis hijos porque gracias a su sonrisa sacaba las fuerzas necesarias para cumplir otra meta de mi vida.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi esposa e hijos, parte fundamental de mi vida y los que siempre estuvieron ahí para darme el apoyo necesario para completar una meta más de mi vida. A mi abuelo quien desde niño supo guiarme y me enseñó a trabajar por lo que realmente quería. A mis tías y primos que siempre se preocuparon por mí y supieron darme el empujón necesario para culminar esta etapa de mi vida. A mi madre y hermano por darle el sustento anímico en los momentos duros de la vida y por último a mis suegros y cuñados que me abrieron las puertas de mi nueva familia y me empujaron a seguir adelante. Para todos ellos con cariño les dedico esta culminación de mi carrera.

TABLA DE CONTENIDO

AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
TABLA DE CONTENIDO.....	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes de la situación y problema de estudio.....	1
Planteamiento del problema.....	3
Formulación del problema	3
Justificación.....	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	4
CAPÍTULO I	6
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1. Hormigón.....	6
1.2. Bombas de hormigón.....	6
1.3. Introducción al funcionamiento de la bomba de hormigón TK 50.....	7
1.3.1. Sistema hidráulico.....	11
1.3.2. Enfriador de aceite hidráulico.....	11
1.3.3. Bomba hidráulica principal.....	12
1.3.4. Bomba hidráulica secundaria.....	12
1.3.5. Bloque principal de distribución.....	13
1.3.6. Acumulador	14

1.4.	Sistema eléctrico.....	15
1.4.1.	Alternador del motor de combustión interna	15
1.4.2.	Batería.....	16
1.4.3.	Tablero de control.....	16
1.4.4.	Control remoto por cable	18
1.4.5.	Paros de emergencia	18
1.4.6.	Interruptor de seguridad de parrilla.....	19
1.5.	Cableado de emergencia.....	20
1.5.1.	Funcionamiento del cableado de emergencia	20
CAPÍTULO 2		22
2.	MARCO METODOLÓGICO	22
2.1.	Metodología empírica.....	22
2.1.1.	Observación	22
2.1.2.	Medición	22
2.2.	Metodología teórica.....	23
2.2.1.	Dialéctico	23
2.2.2.	Histórico lógico.....	23
2.2.3.	Sistémico.....	23
CAPÍTULO 3		24
3.	PROPUESTA	24
3.1.	Unidad de procesamiento central CPU.....	28
3.1.1.	Regulador de voltaje	29
3.1.2.	Microcontrolador	29
3.1.3.	Opto acopladores	30
3.2.	Entradas de operación.....	31
3.2.1.	Presurización del sistema.....	31
3.2.2.	Bombeo, parada y reversa.....	31
3.3.	Entrada de control.....	31
3.4.	Salidas de potencia	31
3.4.1.	Ventajas de automatizar el arnés de emergencia de las bombas TK 50	35
3.4.1.1.	Ventajas para el operador:	35
3.4.1.2.	Ventajas para el equipo.....	36

CAPÍTULO 4	37
4. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN	37
4.1. Desarrollo	37
4.2. Implementación	40
4.3. Pruebas de funcionamiento.....	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS	51

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1 Arnés de emergencia de la bomba de hormigón.....	2
Figura. 2 Bomba de hormigón Putzmeister TK 50	7
Figura. 3 Ciclo A.....	9
Figura. 4 Ciclo B	10
Figura. 5 Vista frontal cilindros cambio de tubo S	10
Figura. 6 Enfriador de aceite.....	11
Figura. 7 Bomba hidráulica principal.....	12
Figura. 8 Bomba hidráulica Secundaria de una etapa y de dos etapas.....	13
Figura. 9 Bloque principal de distribución.....	13
Figura. 10 Acumulador	14
Figura. 11 Alternador instalado en el motor de combustión interna.....	15
Figura. 12 Batería instalada en bomba de hormigón	16
Figura. 13 Tablero de control.....	17
Figura. 14 Tablero de control automatizado.	17
Figura. 15 Control remoto por cable	18
Figura. 16 Botón de emergencia	19
Figura. 17 Interruptor de parrilla.....	19
Figura. 18 Cableado de emergencia.....	20
Figura. 19 Diagrama de bloques del sistema de operación normal de las bombas de hormigón Putzmeister TK 50.....	24
Figura. 20 Diagrama de bloques del sistema de operación modo de emergencia original de las bombas de hormigón Putzmeister TK 50.....	26
Figura. 21 Diagrama de bloques del sistema de operación modo de emergencia automatizado propuesto para las bombas de hormigón Putzmeister TK 50	27
Figura. 22 Circuito conexión Mosfet	32
Figura. 23 Circuitos de mallas	33
Figura. 24 Simulación corrientes y voltajes Mosfet.....	34
Figura. 25 Circuito PCB implementado en Proteus.....	37
Figura. 26 Circuito implementado en Proteus.....	38
Figura. 27 Placa electrónica imagen frontal terminada.....	39
Figura. 28 Placa electrónica imagen posterior terminada	39
Figura. 29 Desarrollo de programa de control en Bascom AVR.....	40
Figura. 30 Automatización del arnés de operación de emergencia.....	41
Figura. 31 Conexión del arnés automatizado a la fuente de energía de la bomba de hormigón	42

Figura. 32 Conexión de electroválvulas de presurización del sistema hidráulico	42
Figura. 33 Conexión de electroválvulas sobre el bloque hidráulico principal	43
Figura. 34 Conexión del sensor de presión en el bloque de control de presión	43
Figura. 35 Placa electrónica energizada.....	44
Figura. 36 Pulsador activa el sistema de presurización de la bomba de hormigón....	45
Figura. 37 Arnés de emergencia activado la función de bombeo	45
Figura. 38 Arnés de emergencia activado la función de bombeo en reversa	46

RESUMEN

En el siguiente proyecto de titulación se procedió a desarrollar la automatización del sistema de operación en modo de emergencia de la bomba de hormigón, con esta implementación se pretende permitir un funcionamiento normal de la mismas ya que no sería necesaria la interacción del operario en caso de avería del control de mando. Por otro lado, el sistema de operación de emergencia favorece a la seguridad del operario y la bomba de hormigón cuando se trabaje con el arnés de emergencia. Además, se adiciona el bombeo de reversa que permite un alivio de las presiones con las que trabaja la bomba de hormigón cuando se presentan taponamientos en la tubería o cuando se necesita mover el hormigón para evitar el secado de este, parada de la bomba de manera automática y cambio de ciclo de bombeo a presiones normales de trabajo.

Para la elaboración del proyecto se utilizó un microcontrolador, para recibir, procesar y enviar las señales controladas que interactúan con el sistema hidráulico de las bombas de hormigón, un sensor de presión envía una señal de cambio de ciclo, las ordenes de operación son enviadas por pulsadores e interruptores que son controlados por el operario de la bomba de hormigón.

PALABRAS CLAVES: Bomba de hormigón, emergencia, arnés de emergencia, automatización.

ABSTRACT

In the following project of qualification we proceeded to develop the automation of the operation system in emergency mode of the concrete pump, with this implementation it is intended to allow a normal operation of the same since it would not be necessary the Operator interaction in the event of a control malfunction. On the other hand, the emergency operation system favors the safety of the operator and the concrete pump when working with the emergency harness. In addition, the reverse pumping is added that allows a relief of the pressures with which the concrete pump works when there are blockages in the pipe or when you need to move the concrete to avoid drying this, stop the pump automatically and change of pumping cycle to normal working pressures.

For the elaboration of the project a microcontroller was use, which receives, processes and sends controlled signals that interact with the hydraulic system of the concrete pumps, a pressure sensor sends a cycle change signal, the operating orders are sent by pushbuttons and switches that are controlled by the concrete pump operator.

KEY WORDS: Concrete pump, emergency, emergency harness, automation,

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN Y PROBLEMA DE ESTUDIO

Las bombas de hormigón están conformadas por un motor de combustión interna, el cual suministra el movimiento a las bombas hidráulicas. Las mismas se encuentran conectadas a los sistemas: hidráulico, electrónico y electromecánico de la bomba de hormigón y realizan el trabajo de bombear el hormigón.

Los sistemas electrónicos y electromecánicos son susceptibles a fallas, dejando inhabilitadas las funciones de bombeo cuando se producen fallas. Los daños habituales son de relés, temporizadores o sensores de movimiento.

Las bombas de hormigón cuentan con un arnés de emergencia, el cual se muestra en la Figura.

1, (Putzmaister 2017).

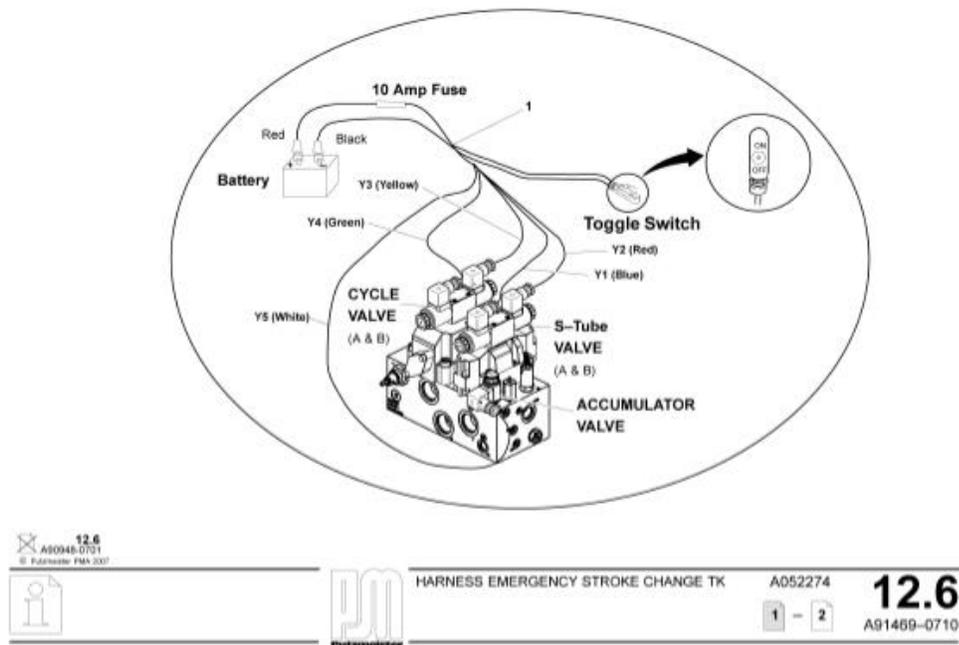


Figura. 1 Arnés de emergencia de la bomba de hormigón
Fuente: Putzmeister, manual de partes y piezas de la bomba de hormigón

El arnés de emergencia de las bombas de hormigón TK50 consta de cables de conexión directa con la batería del motor de combustión interna, conectores para las electroválvulas y un interruptor de tres posiciones. El funcionamiento se controla a través del interruptor de tres posiciones el cual controla cada movimiento de los pistones de empuje de hormigón, teniendo como resultado sobrepresiones del sistema hidráulico lo que conlleva a forzar las bombas hidráulicas y el motor de combustión interna.

Al trabajar las bombas con el arnés de emergencia se deja sin operación el tablero de control del equipo haciendo que este trabaje en forma manual con presiones de hasta 4000 PSI. Siendo el operador quien controla cada movimiento de los pistones de empuje, al utilizar el arnés en emergencia el funcionamiento de la bomba de hormigón reduce su rendimiento al 40%. Para proteger al equipo de daños en las bombas hidráulicas y en el motor de combustión interna, en estas condiciones se recomienda trabajar por un periodo no mayor a 15 minutos, pero al trabajar con materiales de perecimiento fácil los operadores suelen utilizarlo por tiempos mayores.

Al realizar la automatización de este sistema de emergencia, se tratará de emular el funcionamiento real o normal del equipo sin tener sobrepresiones y controlar por medio de tiempos el cambio de pistones de empuje, minimizando la sobrepresión y forzamiento de bombas y motores.

Como resultado de esta automatización se podrá alargar el tiempo de funcionamiento de la bomba en modo de emergencia y evitar mermas importantes en la productividad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al fallar el sistema de control de las bombas de hormigón, sea por daño en cualquier componente eléctrico o electrónico estas dejan de bombear, el hormigón se queda atascado en su interior produciendo su fraguado e inhabilitando la bomba.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El arnés del sistema de emergencia se suele instalar directamente sobre el grupo de electroválvulas mediante una conexión directa con la batería del motor de combustión interna, de esta manera se fuerza al equipo a trabajar a presiones máximas de hasta 4000 PSI controladas únicamente por el operador quien acciona el interruptor de cambio de ciclo

JUSTIFICACIÓN

La automatización del sistema de operación de emergencia de las bombas de hormigón Putzmeister TK 50, se conectará de forma directa y similar al cable de emergencia normal y emulará el funcionamiento real del sistema de control de la bomba a través de elementos eléctricos y electrónicos incluidos en una placa diseñada para este fin, de esta forma se evitará la operación manual de la bomba y se dotará de mayor seguridad.

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un sistema automatizado de operación de emergencia de la bomba de hormigón PUTZMEISTER TK 50

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los parámetros de funcionamiento, para desarrollar un sistema automatizado de operación de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50
- Establecer los elementos constitutivos del sistema automatizado de operación de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50
- Diseñar la placa electrónica de la bomba en modo de emergencia
- Programar el sistema de control de tiempo para cambio de pistones para modo de operación de emergencia
- Implementar el sistema automatizado de operación de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50
- Realizar pruebas de funcionamiento y validación

Tabla 1 Detalle de actividades a realizarse en los objetivos específicos

OBJETIVOS	ACTIVIDAD
Identificar los parámetros de funcionamiento, para desarrollar un sistema automatizado de operación de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50	Revisar tiempos de cambio de ciclo de los cilindros hidráulicos principales
	Revisar los valores de presión en el sistema hidráulico en funcionamiento normal
	Revisar los valores de presión en el sistema hidráulico en funcionamiento de emergencia
Establecer los elementos constitutivos del sistema automatizado de operación de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50	Luego de cumplir el objetivo anterior se establecerá los elementos a adquirir los cuales constituirán el sistema automatizado de operación de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50
Diseñar la placa electrónica de la bomba en modo de emergencia	Luego de cumplir los dos objetivos anteriores y con la información lista se procede a diseñar la placa electrónica de la bomba en modo de emergencia
Programar el sistema de control de tiempo para cambio de pistones para modo de operación de emergencia	Se procede a realizar el programa que controlara el sistema de control de emergencia
	Se simulará el sistema de control de emergencia
	Se procede a quemar el programa en el PIC

Implementar el sistema automatizado de operación de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50	Se instalará el sistema de emergencia en una bomba de hormigón Putzmeister, conforme al cumplimiento de los objetivos anteriores
Realizar pruebas de funcionamiento y validación	Se realizará pruebas y se validará todo el sistema automatizado de emergencia
	Se realizará las correcciones del sistema

Fuente: Autor

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. HORMIGÓN

El hormigón es el material más utilizado en la actualidad para edificar construcciones, está formado por una mezcla de cemento, agua, arena, grava (piedra), y aditivos.

La fabricación de hormigón ha evolucionado de la mano de la tecnología, teniendo en la actualidad diferentes tipos de formulaciones, las cuales serán utilizadas a criterio de los constructores.

Una herramienta que ayuda en la transportación del hormigón son las bombas de hormigón, las cuales ayudan a transportar a grandes distancias, sean estas en longitudes horizontales como en verticales.

1.2. BOMBAS DE HORMIGÓN

Existe gran variedad de marcas que se dedican a la fabricación de las bombas de hormigón, la diferencia entre estas marcas es la tecnología que incluyen en los equipos, el presente proyecto se enfoca en la marca Alemana Putzmeister, específicamente el modelo TK 50. En la figura 2, se muestra la bomba de hormigón TK 50.



Figura. 2 Bomba de hormigón Putzmeister TK 50
Fuente: www.putzmeister.de/web/americas

1.3. INTRODUCCIÓN AL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE HORMIGÓN TK 50

El equipo TK 50 es una bomba de hormigón con funcionamiento hidráulico y eléctrico, diseñada para bombear hormigón líquido a través de un sistema de entrega de tubos y mangueras. Su estructura es sólida y su diseño resistente, lo que permite a la unidad bombear hasta las mezclas más difíciles, dentro de las capacidades y especificaciones indicadas por el fabricante.

El funcionamiento normal se supervisa en el panel de control, ubicado de manera conveniente en la unidad. Un control remoto con cable versátil de tres funciones para arranque, parada y reversa que permite el control de la unidad a una distancia de 30 m (100 pies) del equipo.

Un motor diésel que funciona con una rotación predefinida pone en funcionamiento la bomba hidráulica principal. La bomba hidráulica directamente conectada, de desplazamiento variable, con percepción de la carga, se usa para accionar dos cilindros hidráulicos, que a su vez accionan dos pistones de cilindro de entrega de hormigón. Se emplea un sistema de entrega de diseño de tubo S, que alterna automáticamente de un cilindro de entrega a otro,

para lograr un flujo continuo de hormigón a través del sistema de entrega. Por otro lado, cada equipo cuenta con un alimentador.

Se utiliza una bomba hidráulica secundaria de una sola etapa para los componentes opcionales. La bomba hidráulica secundaria de dos etapas junto con un mezclador, bomba de agua u opción de tubo externo hidráulico. La primera etapa de la bomba se diseña para el trabajo en conjunto con un acumulador para producir el volumen y la presión necesarios para el desplazamiento del tubo S. La segunda etapa produce el volumen y la presión para los componentes opcionales.

En el ciclo de bombeo, se produce un flujo continuo de material a través de la línea de entrega de hormigón debido al funcionamiento alternado de los pistones de cilindros de entrega. Esto se logra ya que uno de los cilindros hidráulicos con el cilindro de entrega abierto hacia el alimentador se retrae, llevándose consigo el pistón del cilindro de entrega. En este punto, el hormigón es arrastrado o absorbido hacia adentro del cilindro de entrega que viene del alimentador. Cuando alcanza su máxima posición retraída, una señal eléctrica proveniente de un interruptor de aproximación envía una señal a la válvula de desplazamiento del tubo S. El tubo S se desplaza ahora hacia el cilindro de entrega cargado. El cilindro hidráulico se extiende y el pistón del cilindro de entrega empuja el hormigón a través del tubo S, hacia afuera de la descarga y hacia adentro de la línea de entrega. El ciclo se repite con el otro cilindro, lo que brinda un flujo ininterrumpido de hormigón.

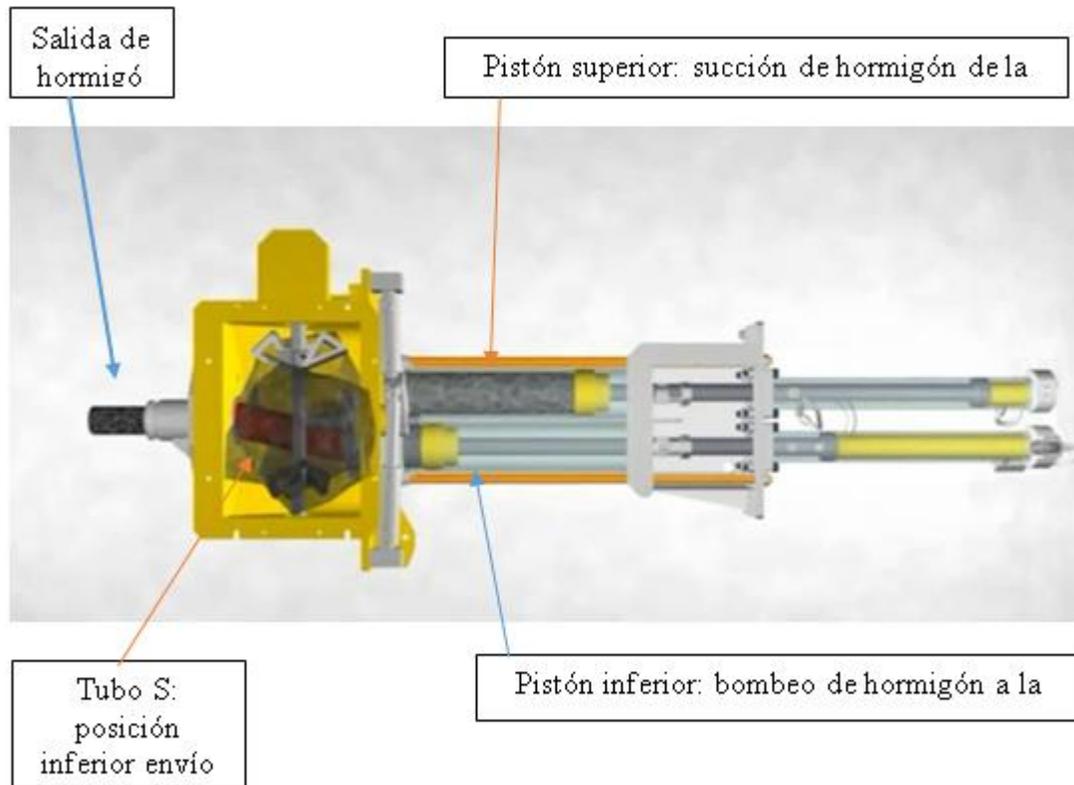


Figura. 3 Ciclo A
 Fuente: Curso de capacitación Putzmeister animaciones

Ciclo A: Como se puede apreciar en la figura 3, en el pistón superior el hormigón se encuentra en estado de succión, por otro lado, el pistón inferior se encuentra bombeando el hormigón hacia la salida a través del tubo S el cual se encuentra ubicado en su salida.

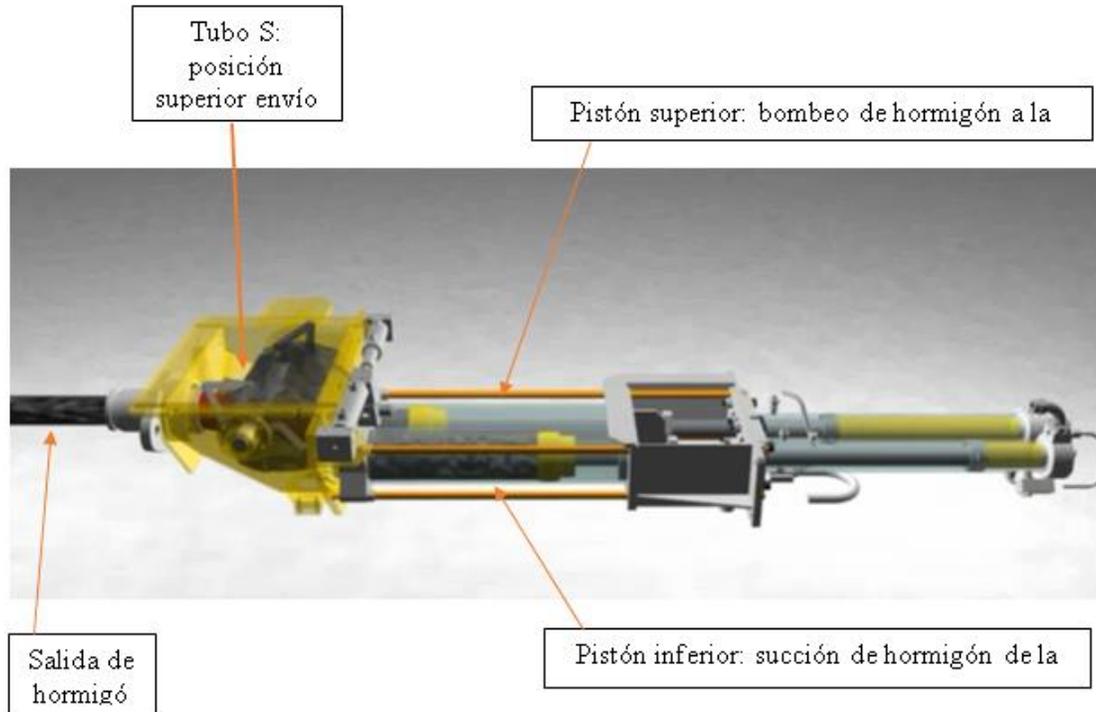


Figura. 4 Ciclo B
 Fuente: Curso de capacitación Putzmeister animaciones

En la figura 4 se muestra el Ciclo B, en este ciclo se realiza la función de manera inversa al ciclo A, es decir, el pistón superior bombea el hormigón hacia la salida mientras que el pistón inferior se encuentra succionando.

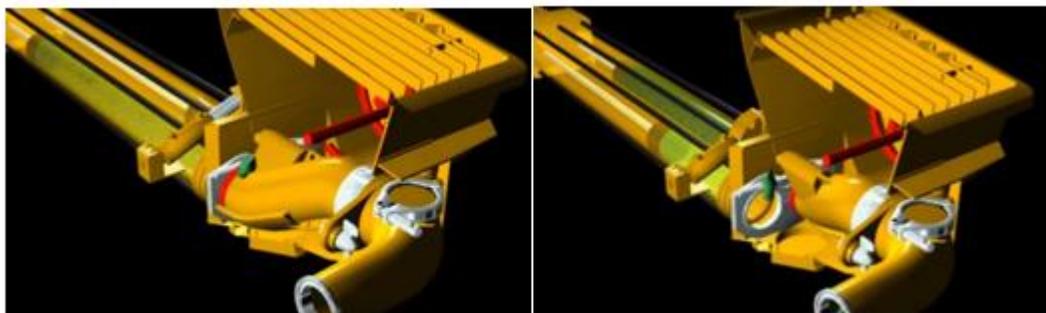


Figura. 5 Vista frontal cilindros cambio de tubo S
 Fuente: Putzmeister, curso de capacitación bombas de hormigón

El tubo S se posiciona a la salida del hormigón, es decir, cambia de ubicación entre los dos tubos de transporte, se puede apreciar en la figura 5.

1.3.1. SISTEMA HIDRÁULICO

El sistema hidráulico de la bomba de hormigón es un tipo de “centro abierto”. Eso significa que, cuando las válvulas de control estén en posición “neutra” (es decir, sin funcionamiento hidráulico), los pasos internos estarán abiertos y permitirán que el fluido hidráulico retorne al tanque de aceite hidráulico. Con el motor diésel y la bomba hidráulica en funcionamiento y sin ningún control hidráulico energizado, el aceite pasará a través del sistema en su camino de regreso al tanque de aceite hidráulico.

El sistema hidráulico está compuesto por los siguientes sistemas principales:

- Enfriador de aceite hidráulico
- Bomba hidráulica principal
- Bomba hidráulica secundaria
- Bloque principal de distribución
- Acumulador

1.3.2. ENFRIADOR DE ACEITE HIDRÁULICO

En la figura 6, se muestra la apariencia externa del enfriador de aceite hidráulico, accionado eléctricamente.



Figura. 6 Enfriador de aceite
Fuente: autor

El enfriador de aceite tiene varias configuraciones de montaje, dependiendo del modelo del equipo. El objetivo es enfriar el fluido hidráulico a medida que abandona el bloque de control principal o la válvula distribuidora de equipo opcional, antes de regresar al tanque de aceite hidráulico.

Un ventilador del motor diésel o un ventilador eléctrico separado pueden proporcionar el flujo de aire.

1.3.3. BOMBA HIDRÁULICA PRINCIPAL

En la figura 7, se muestra la apariencia externa de la bomba principal y sus elementos de calibración.

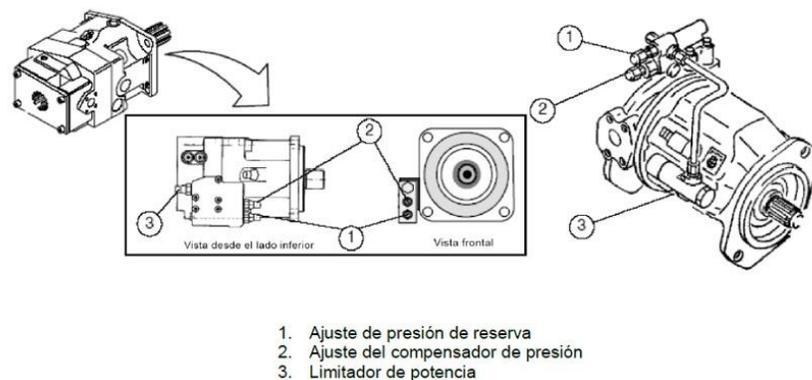


Figura. 7 Bomba hidráulica principal
Fuente: Putzmeister, manual de operación bomba de hormigón TK 50

Posee una bomba de desplazamiento variable de pistón axial con plato oscilante, es movida por el motor diésel o eléctrico. El plato puede ajustarse y controla la longitud del trayecto del pistón, que ajusta el flujo. La bomba también está equipada con un compensador de presión y un dispositivo de limitación de carga.

1.3.4. BOMBA HIDRÁULICA SECUNDARIA

En la figura 8, se muestran las bombas hidráulicas secundarias de una etapa y de dos etapas.

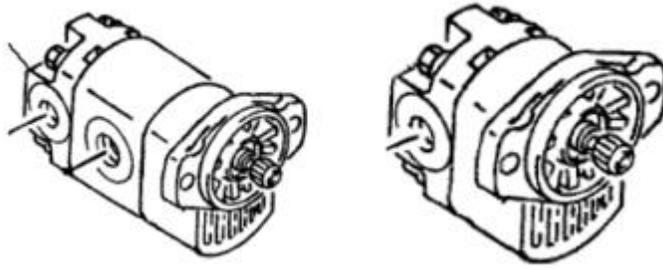


Figura. 8 Bomba hidráulica Secundaria de una etapa y de dos etapas
Fuente: Putzmeister, manual de operación bomba de hormigón TK 50

La bomba hidráulica secundaria es una bomba de engranajes en línea acoplada a la bomba hidráulica principal. En una bomba de hormigón sin componentes opcionales se utiliza una bomba de engranajes de una sola etapa. Si se selecciona un mezclador u otros equipos opcionales, se utiliza una bomba de doble etapa. Una etapa brinda el flujo y los requisitos de presión para el circuito de cambio de tubo S (acumulador) y la segunda etapa se usa para el circuito del mezclador y otros equipos opcionales.

1.3.5. BLOQUE PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN

En la figura 9 se muestran las vistas frontal y posterior del bloque principal de distribución.

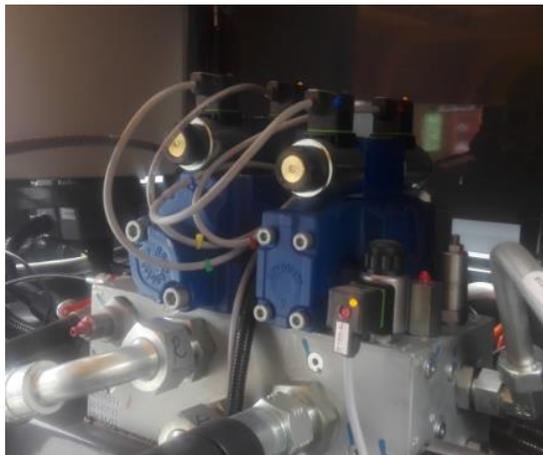


Figura. 9 Bloque principal de distribución
Fuente: autor

El bloque principal de control o manifold se instala en la parte superior del tanque hidráulico. Está perforado y tiene aberturas para recibir las válvulas de alivio, las válvulas de control, las válvulas solenoides y las válvulas de descarga usadas para hacer posible el funcionamiento de los cilindros de entrega de la bomba de hormigón, así como también el cambio del tubo S.

1.3.6. ACUMULADOR

En la figura 10 se muestra el acumulador del sistema hidráulico.



Figura. 10 Acumulador
Fuente: autor

Un acumulador, que se usa en el circuito de cambio del tubo S, brinda gran volumen de aceite en alto flujo para el lado apropiado del cambio del tubo S.

Mediante la instalación del acumulador, la vejiga se carga con gas nitrógeno seco a la presión indicada en el esquema hidráulico. El gas se utiliza para inflar la vejiga como un globo. El fluido hidráulico entra en el acumulador a través de la puerta de fluido y llena el área en la parte inferior entre la pared interior de la carcasa y de la vejiga. Como el volumen de fluido entra a una presión mayor, la vejiga se comprime. En el momento apropiado de su ciclo de bombeo, la válvula de desplazamiento del tubo S se abre y el líquido se descarga hacia el cilindro de cambio. Una vez que el aceite se descarga, el acumulador se recarga. El ciclo se repite continuamente. Periódicamente, el acumulador necesita recarga,

mantenimiento o reemplazo de la vejiga. Consulte “Procedimiento de mantenimiento del acumulador”.

1.4. SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico de la bomba de hormigón TK 50, está conformada por los siguientes sistemas principales:

- Alternador del motor de combustión interna
- Batería
- Tablero de control
- Control remoto por cable
- Paros de emergencia
- Interruptor de seguridad de parrilla

1.4.1. ALTERNADOR DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Es el elemento que proporciona energía eléctrica a todos los componentes eléctricos de la bomba de hormigón TK 50, en la figura 11 se muestra el alternador instalado en una bomba de hormigón, la cual se encuentra conectada por medio de la banda de distribución quien da el movimiento circular para que esté genere energía eléctrica.



Figura. 11 Alternador instalado en el motor de combustión interna
Fuente: autor

1.4.2. BATERÍA

La bomba de hormigón posee una batería de ciclo profundo de 12 Voltios a 100 Amperios, en la figura 12 se aprecia la batería que viene instalada en el equipo.



Figura. 12 Batería instalada en bomba de hormigón
Fuente: autor

Esta encargada de almacenar la energía eléctrica suministrada por el alternador y enviarla para encender el motor de combustión interna.

La batería es la encargada de proporcionar un potencial eléctrico de 12 Voltios, este comportamiento de la batería se produce en estado de reposo, por otro lado, cuando se encuentra operando, el potencial eléctrico puede llegar a un máximo de 13.8 Voltios.

1.4.3. TABLERO DE CONTROL

En la figura 13 se muestra el tablero de control utilizado hasta el año 2017, en la figura 14 se muestra el tablero que es utilizado desde el 2017 hasta la actualidad.



Figura. 13 Tablero de control
Fuente: autor

El tablero de control es el encargado de realizar el funcionamiento de manera manual de la bomba de hormigón, en este se encuentran todos los accionadores e indicadores existentes de la bomba. Este modelo de tablero se utilizó hasta 2017. Estaba constituido por relés y tarjetas electrónicas.



Figura. 14 Tablero de control automatizado.
Fuente: autor

A partir del año 2017 se procede a realizar una automatización del tablero de control donde el monitor gráfico Ergonic (EGD) se ubica en el panel de control. Sus controles permiten navegar por los menús y realizar configuraciones.

1.4.4. CONTROL REMOTO POR CABLE

La figura 15 muestra el cable de control remoto que viene incluido en los equipos nuevos.



Figura. 15 Control remoto por cable
Fuente: autor

El control remoto por cable controlará el funcionamiento de bombeo de hormigón si está enchufado en el panel de control y el interruptor local/remoto está en la posición remoto, posee los botones de paro de emergencia, presurización del equipo, bombeo y reversa de bombeo.

1.4.5. PAROS DE EMERGENCIA

La bomba de hormigón posee tres botones de emergencia, los cuales si son presionados apagarán el motor de combustión interna, en la figura 16 se muestran sus ubicaciones.



Figura. 16 Botón de emergencia
 Fuente: Putzmeister, manual de operación bomba de hormigón TK 50

1.4.6. INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE PARRILLA

En la figura 17 se puede apreciar la ubicación del interruptor de seguridad de parrilla.

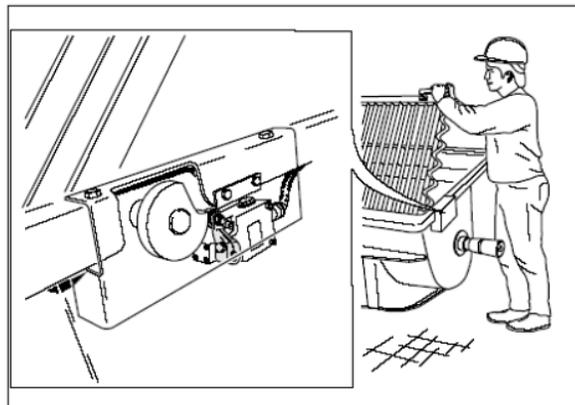


Figura. 17 Interruptor de parrilla
 Fuente: Putzmeister, manual de operación bomba de hormigón TK 50

El interruptor de seguridad de parrilla cumple la función de apagar el equipo cuando alguien abra la parrilla de la tolva o impide el encendido de la bomba de hormigón si la parrilla se encuentra abierta, de esta forma se protege a los operadores cuando realizan labores de limpieza de la tolva.

1.5. CABLEADO DE EMERGENCIA

Ante una eventual falla en el sistema eléctrico, se podrá continuar el trabajo de bombeo con un cableado de emergencia. El uso de este cableado dependerá de la naturaleza de la falla y de su capacidad para conservar el motor en funcionamiento.

En la figura 18 se muestra el cableado de emergencia y su forma de conexión en la bomba de hormigón TK 50.

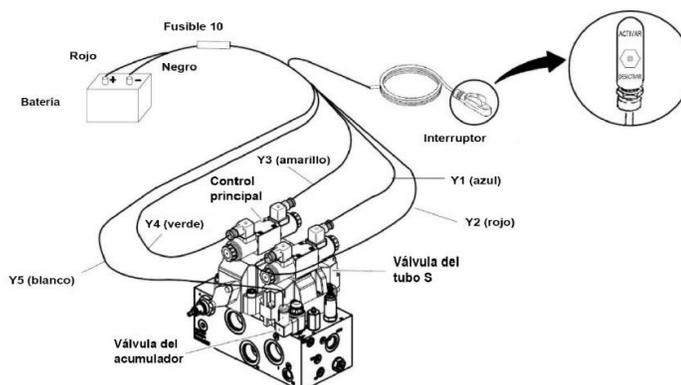


Figura. 18 Cableado de emergencia
Fuente: Putzmeister, manual de operación bomba de hormigón TK 50

El cableado de emergencia consiste en cinco o seis cables con conectores de solenoide para conectar en el bloque hidráulico principal, un interruptor para el cambio de ciclo y un cable para conectar a la batería.

1.5.1. FUNCIONAMIENTO DEL CABLEADO DE EMERGENCIA

Para trabajar la bomba de hormigón con el cableado de emergencia se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Apagar el motor toda la bomba de hormigón.
- Cambiar los conectores de solenoide del bloque principal por los del cableado de emergencia, para esto se utiliza las marcas de colores que tiene cada cable.

- Se conectan los terminales tipo lagarto a la batería, para esto se utiliza los cables de color para cada polo siendo el color rojo con el polo positivo de la batería y el cable de color negro con el polo negativo de la batería.
- Se enciende el motor de combustión interna y de forma instantánea se presuriza el sistema hidráulico.
- Con el interruptor se realiza el cambio de ciclo de forma manual, al realizar el cambio de ciclo de forma manual el equipo sufre sobre presiones llegando estas a los valores de 4000 PSI.
- Para apagar el equipo se detiene el motor de combustión interna.

CAPÍTULO 2

2. MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo, se detallará la metodología empleada en el desarrollo de un sistema automatizado de operación en modo de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50.

2.1. METODOLOGÍA EMPÍRICA

2.1.1. OBSERVACIÓN

Este método se utilizó como punto de partida del proyecto, al reconocer el problema de operación de una bomba de hormigón Putzmeister TK 50 cuando esta tiene algún problema de mal funcionamiento en sus componentes de control, sean estos eléctricos o electrónicos y no se puede reparar o cambiar los elementos, para que la bomba trabaje de forma normal, se instala el arnés de emergencia, pero este reduce la productividad del equipo a la mitad

2.1.2. MEDICIÓN

Al medir la productividad y eficiencia de una bomba de hormigón se utiliza la medición como método de ayuda, en el presente proyecto aporta mostrando las diferencias en tiempo de bombeo para realizar la descarga de un camión mixer lleno de hormigón, siendo estas medidas tomadas cuando la bomba trabaja en forma normal y cuando esta se encuentra trabajando con el arnés de emergencia básico que tiene la bomba de hormigón

Al finalizar el proyecto se verificará que la automatización del arnés de emergencia ayuda en el mejoramiento de estos tiempos, aumentando la productividad y eficiencia de la bomba de hormigón.

2.2. METODOLOGÍA TEÓRICA

2.2.1. DIALÉCTICO

En el desarrollo del presente proyecto he solicitado la asesoría de los fabricantes de las bombas de hormigón, siendo de esta forma utilizado el método dialectico, puesto que la información entregada por los fabricantes me ayudo a conocer a fondo el funcionamiento del equipo hasta poder emular y automatizar el arnés de operación en modo de emergencia.

2.2.2. HISTÓRICO LÓGICO

Esta metodología de investigación se utilizará para dar solución al problema detectado en la observación, para ello se revisará la información de operación y funcionamiento de las bombas de hormigón publicadas por el fabricante, se revisará los sistemas antiguos de control hasta llegar a los sistemas modernos y su aplicación en el presente proyecto.

2.2.3. SISTÉMICO

Los detalles de operación, implementación y funcionamiento de la automatización del arnés de emergencia serán dirigidos por esta metodología, puesto que se explicará los sistemas que compondrán el proyecto.

CAPÍTULO 3

3. PROPUESTA

Para describir el proyecto propuesto, se presenta el diagrama de bloques de operación normal de la bomba de hormigón TK 50

En la figura 19 se muestra el diagrama de bloques del funcionamiento de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50 en modo normal

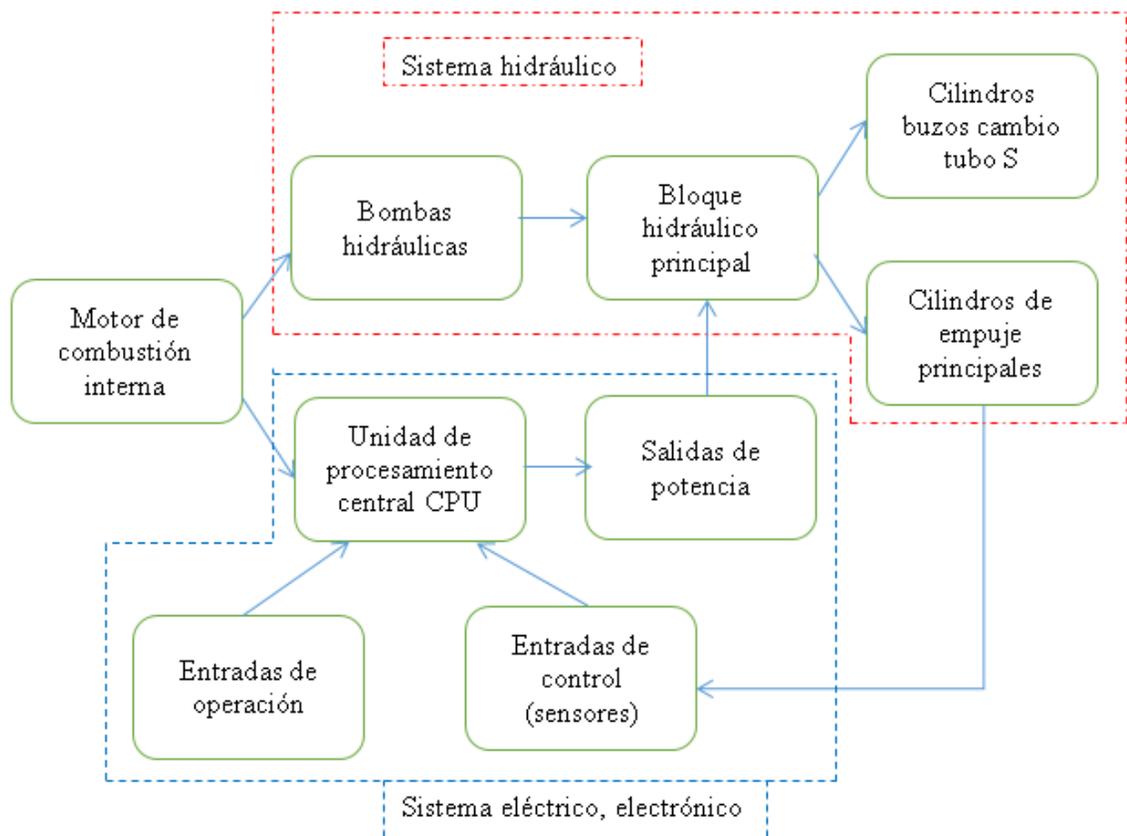


Figura. 19 Diagrama de bloques del sistema de operación normal de las bombas de hormigón Putzmeister TK 50

Fuente: autor

El motor de combustión interna entrega energía mecánica de rotación a las bombas hidráulicas para elevar el caudal y presión del sistema hidráulico. Además, entrega energía eléctrica en corriente continua al sistema eléctrico y electrónico.

Las bombas hidráulicas envían el aceite hidráulico presurizado al bloque hidráulico principal, el cual es controlado por las salidas de potencia del sistema eléctrico y electrónico.

La presión hidráulica controlada, sale del bloque hidráulico principal y es enviada de forma alternada a los cilindros buzos de cambio de tubo S y a los cilindros de empuje principales.

En los cilindros de empuje principales se posee la conexión de los sensores de movimiento, los cuales envían la señal a las entradas de control y estas a su vez son transmitidas a la unidad de procesamiento central.

EL bloque con las entradas de operación ingresa la información de trabajo deseado por el operador de la bomba y son enviadas a la unidad de procesamiento central.

La unidad de procesamiento central es la encargada de recibir, procesar y enviar la información a los bloques conectados a su alrededor.

En la figura 20 se muestra el diagrama de bloques del funcionamiento de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50 en modo de emergencia original

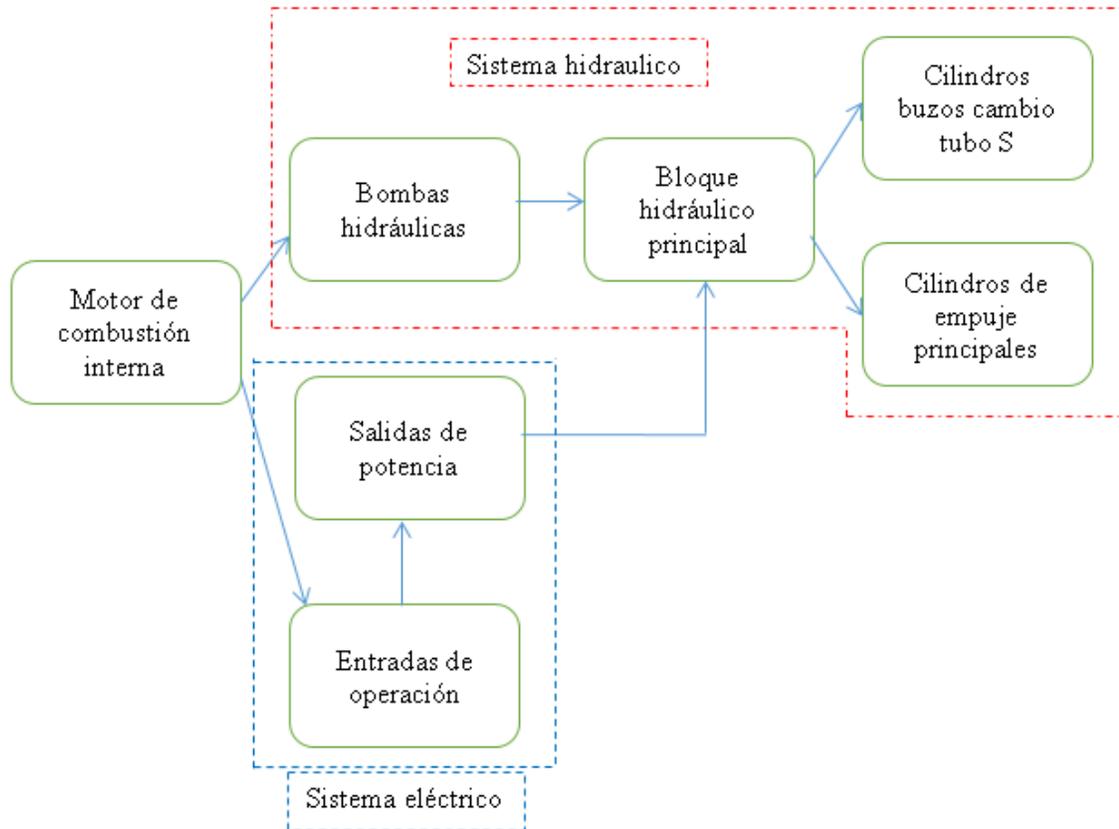


Figura. 20 Diagrama de bloques del sistema de operación modo de emergencia original de las bombas de hormigón Putzmeister TK 50
Fuente: autor

El motor de combustión interna entrega energía mecánica de rotación a las bombas hidráulicas para elevar el caudal y presión del sistema hidráulico. Además, entrega energía eléctrica en corriente continua al sistema eléctrico.

Las bombas hidráulicas envían el aceite hidráulico presurizado al bloque hidráulico principal, el cual es controlado por las salidas de potencia del sistema eléctrico

La presión hidráulica controlada, sale del bloque hidráulico principal y es enviada de forma alternada a los cilindros buzos de cambio de tubo S y a los cilindros de empuje principales.

El bloque con las entradas de operación ingresa la información de trabajo deseado por el operador de la bomba, en forma manual y constante, las cuales son enviadas a las salidas de potencia.

En la figura 21 se muestra el diagrama de bloques del funcionamiento de la bomba de hormigón Putzmeister TK 50 en modo de emergencia propuesto

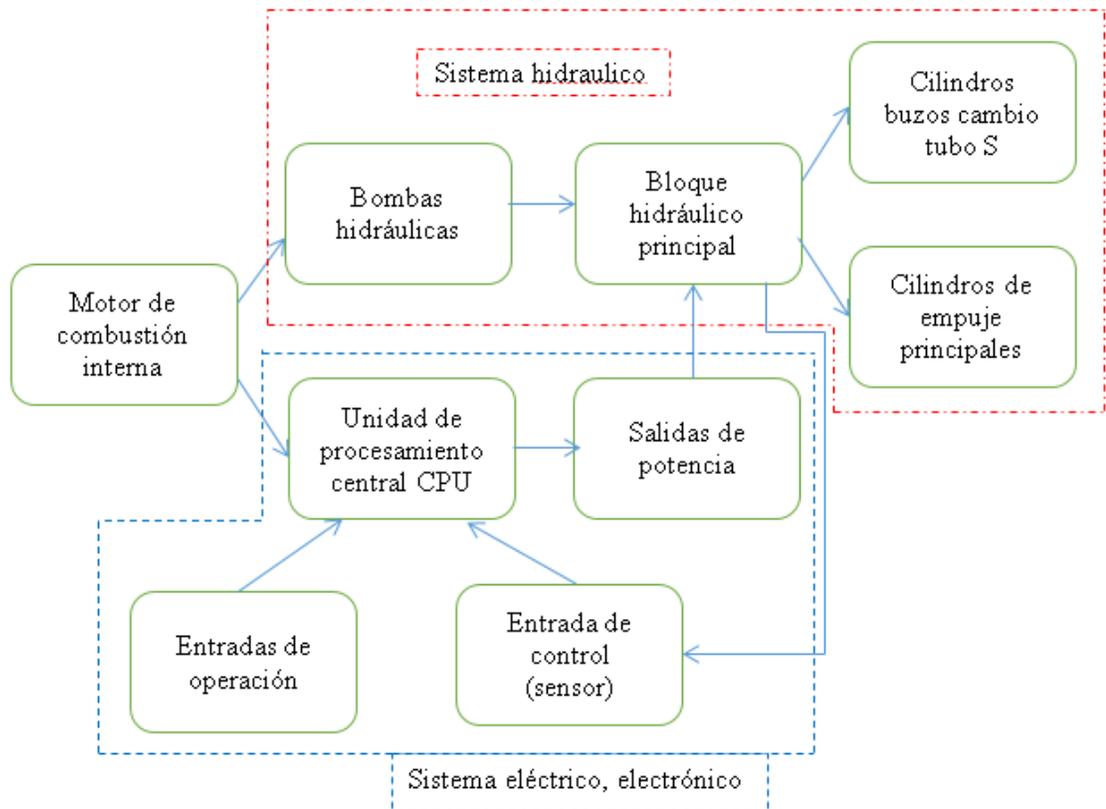


Figura. 21 Diagrama de bloques del sistema de operación modo de emergencia automatizado propuesto para las bombas de hormigón Putzmeister TK 50
Fuente: autor

El motor de combustión interna entrega energía mecánica de rotación a las bombas hidráulicas para elevar el caudal y presión del sistema hidráulico. Además, entrega energía eléctrica en corriente continua al sistema eléctrico y electrónico.

Las bombas hidráulicas envían el aceite hidráulico presurizado al bloque hidráulico principal, el cual es controlado por las salidas de potencia del sistema eléctrico y electrónico.

La presión hidráulica controlada, sale del bloque hidráulico principal y es enviada de forma alternada a los cilindros buzos de cambio de tubo S y a los cilindros de empuje principales.

En el bloque hidráulico principal, se posee la conexión de un sensor, el cual envía la señal a la entrada de control y estas a su vez son transmitidas a la unidad de procesamiento central.

EL bloque con las entradas de operación ingresa la información de trabajo deseado por el operador de la bomba y son enviadas a la unidad de procesamiento central.

La unidad de procesamiento central es la encargada de recibir, procesar y enviar la información a los bloques conectados a su alrededor.

Como se puede apreciar en los diagramas de bloques, el proyecto propuesto emula el funcionamiento normal de la bomba de hormigón, al presentar diagramas de funcionamiento similares.

El funcionamiento de emergencia propuesto sobrepasa al funcionamiento de emergencia original ya que posee los bloques de procesamiento central y entrada de control, dotándolo de autonomía de operación

A continuación, se detalla los elementos que componen los bloques del sistema eléctrico y electrónico del sistema de emergencia propuesto

3.1. UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL CPU

La unidad de procesamiento central CPU consta como elementos principales de un regulador de voltaje, un microcontrolador y opto acopladores.

Este bloque es el encargado de recibir, procesar y enviar las diferentes señales que componen el proyecto propuesto.

En este bloque ingresan las señales provenientes de los bloques: entradas de operación y entradas de control (sensor).

Desde este bloque salen las señales para activar las salidas de potencia

3.1.1. REGULADOR DE VOLTAJE

La alimentación de energía del proyecto está regulada por un diodo Schottky mbrs340t3g, el cual fue elegido por su trabajo con bobinas (“Diodo_Schottky @ es.wikipedia.org,” n,d). “cuando el circuito controlador efectúa la desconexión de los bobinados del motor estos diodos se encargan de drenar los picos de corriente inductiva que regresan de los bobinados de un motor y devolverlos al bus de continua para que estos no quemem los transistores”.

Para el sistema de control, el elemento encargado de proveer el voltaje y corriente regulados se utilizará el LM 7805 (Digram, 2001), (“78XX @ es.wikipedia.org,”n.d.)

“El 7805 entrega 5V de corriente continua. El encapsulado en el que usualmente se lo utiliza es el TO220, aunque también se lo encuentra en encapsulados pequeños de montaje superficial y en encapsulados grandes y metálicos como el TO3.

La tensión de alimentación debe ser un poco más de 2 voltios superior a la tensión que entrega el regulador y menor a 35V. Usualmente, el modelo estándar (TO220) soporta corrientes de hasta 1 A, aunque hay diversos modelos en el mercado con corrientes que van desde los 0,1A. El dispositivo posee como protección un limitador de corriente por cortocircuito, y además, otro limitador por temperatura que puede reducir el nivel de corriente”.

3.1.2. MICROCONTROLADOR

Recibe, procesa y envía las señales que componen el proyecto propuesto.

En la implementación del proyecto se utilizará un microcontrolador ATMEL ATtiny44A (Performance et al., n.d.),

El microcontrolador ATtiny 44A posee las siguientes características, (Performance et al., n.d.), “El microcontrolador de 8 bits CMOS basado en RISC Microchip AVR RISC de alto rendimiento combina memoria flash ISP de 4 KB, EEPROM de 256 bytes, SRAM

de 256 GB, 12 líneas de E / S de propósito general, 32 registros de trabajo de propósito general, un registro de 8 bits temporizador / contador con dos canales PWM, un temporizador / contador de 16 bits con dos canales PWM, interrupciones internas y externas, un convertidor A / D de 10 canales de 8 canales, una etapa de ganancia programable (1x, 20x) para 12 ADC diferenciales pares de canales, temporizador de vigilancia programable con oscilador interno, un oscilador calibrado interno y tres modos de ahorro de energía seleccionables por software. Al ejecutar instrucciones potentes en un solo ciclo de reloj, el dispositivo logra rendimientos aproximados a 1 MIPS por MHz, equilibrando el consumo de potencia y la velocidad de procesamiento”, son ideales para el desarrollo de proyectos con uso de baterías, es la base de Arduino.

3.1.3. OPTO ACOPLADORES

Elemento que recibe la señal de salida del microcontrolador y la emite al bloque de salida de potencia, en el proyecto propuesto se utilizara el 4N25 (Data, 1995), (“Optoacoplador @ es.wikipedia.org,”n.d.)

“Un optoacoplador, también llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un fotoemisor y un fotorreceptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.

La ventaja fundamental de un optoacoplador es el aislamiento eléctrico entre los circuitos de entrada y salida. Mediante el optoacoplador, el único contacto entre ambos circuitos es un haz de luz. Esto se traduce en una resistencia de aislamiento entre los dos circuitos del orden de miles de $M\Omega$ ”

3.2. ENTRADAS DE OPERACIÓN

3.2.1. PRESURIZACIÓN DEL SISTEMA

Se utiliza un pulsador para enviar una señal al bloque unidad de procesamiento central, el pulsador de presurización del sistema activa el sistema hidráulico, predisponiéndolo para su funcionamiento

3.2.2. BOMBEO, PARADA Y REVERSA

Para activar la función de bombeo, parada o reversa, se utiliza un interruptor de tres posiciones.

En la posición central el arnés no debe activar nada, es decir en esta posición está detenido el funcionamiento de la bomba de hormigón

En la posición superior se envía una señal al bloque unidad de procesamiento central con la cual se activa el bombeo en reversa

En la posición inferior se envía una señal al bloque unidad de procesamiento central con la cual se activa el bombeo normal

3.3. ENTRADA DE CONTROL

Se utiliza un transductor de presión, quien toma una señal del bloque hidráulico principal y la envía al bloque unidad de procesamiento central, para el diseño del proyecto se utilizará un transductor de presión Danfoss tipo MBS 1250 (“Transmisores de presión para OEM, tipo MBS 1200 y 1250, para aplicaciones de severas,” 2016).

3.4. SALIDAS DE POTENCIA

Este bloque recibe la señal de la unidad de procesamiento central y eleva los voltajes y corrientes quienes actúan en el bloque hidráulico principal.

El proyecto utilizará relés de estado sólido MOSFETS IRFZ44E (Mosfet, n.d.), (“transistor-irfz44-mosfet-n-55v-41a-to-220 @ www.electronicaembajadores.com,”n.d.)

“Polaridad de Transistor: Canal N Corriente de Drenaje Continua Id: 41A Tensión Drenador-Fuente (Vds): 55V Resistencia en Estado Conductor Rds(on): 0.0175ohm Tensión Vgs de Prueba Rds(on): 10V Tensión Umbral Vgs: 4V Disipación de Potencia Pd: 83W Encapsulado del Transistor: TO-220 Número de Pines: 3Pines Temperatura de Funcionamiento Máx.: 175°C”.

Cálculo de operación de los mosfets, al necesitar valor de voltaje Vgs mayor que 2Vse realizara el cálculo en la figura 22 como circuito de partida.

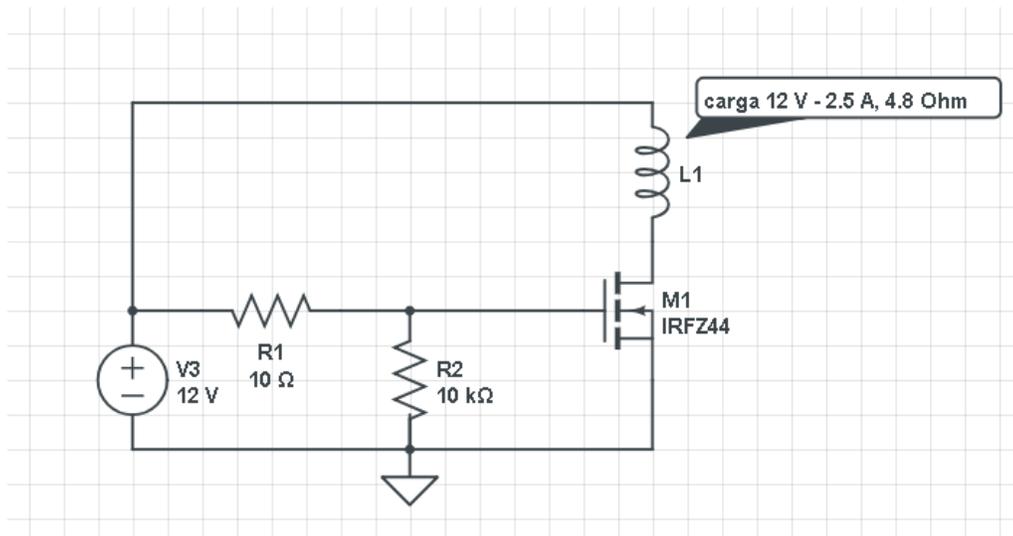


Figura. 22 Circuito conexión Mosfet

Se procede a calcular la Rth y el Vth

$$R_{th} = \frac{R1 * R2}{R1 + R2}$$

$$R_{th} = \frac{10 * 10000}{10 + 10000}$$

$$R_{th} = \frac{100000}{10010}$$

$$R_{th} = 9,99 \text{ Ohm}$$

$$V_{th} = \frac{V_3 * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{th} = \frac{12V * 10Kohm}{10 + 10000}$$

$$V_{th} = \frac{120000}{10010}$$

$$V_{th} = 11.98 \text{ V}$$

A continuación, se realiza los cálculos de malla Figura 23

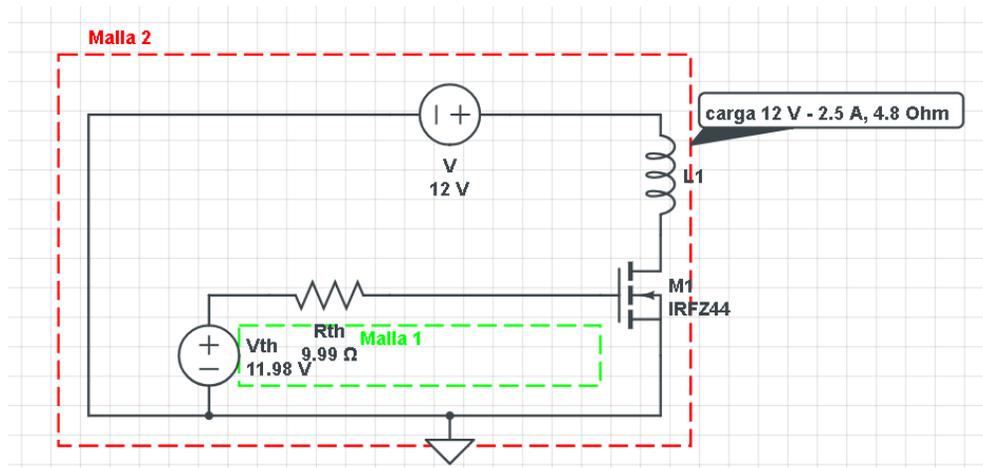


Figura. 23 Circuitos de mallas

Malla 1

Si $I = 0$, entonces $V_{gs} = V_{th}$

$$I_{m1} = \frac{V_{th}}{R_2}$$

$$I_{m1} = \frac{11.98 \text{ V}}{10Kohm}$$

$$I_{m1} = 1.19mA$$

Malla 2

Se tiene los datos requeridos de la bobina, para realizar el diseño

Voltaje de operación: 12 V

Corriente de operación: 2.5 A

Comprobación de voltajes y corrientes utilizando el simulador Proteus

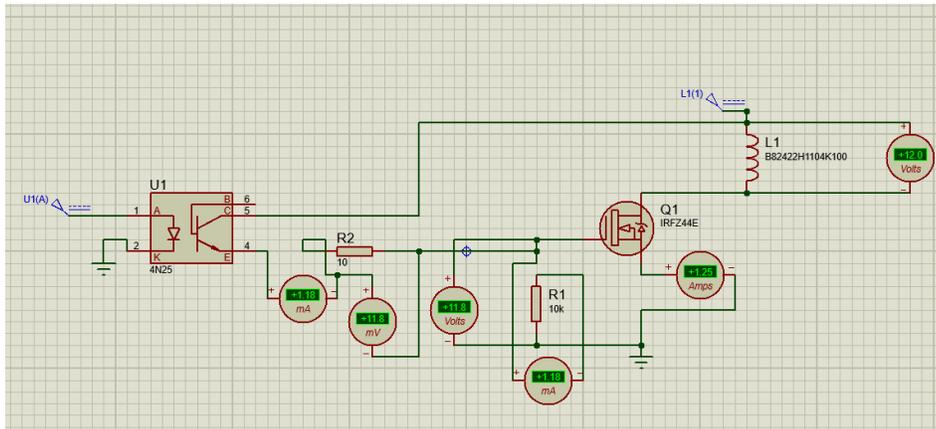


Figura. 24 Simulación corrientes y voltajes Mosfet

Calculo de potencias para determinar disipadores de temperatura

$R_{ds} = 0.023 \text{ ohm}$ información de la hoja de datos

$R_{\theta IA} = 62 \text{ }^\circ\text{C/V}$ información de la hoja de datos

$T_j = 175 \text{ }^\circ\text{C}$ información de la hoja de datos

Potencia consumida

$$P = R_{ds} * I^2$$

$$P = 23\text{mOhm} * 2.5^2$$

$$P = 143.75 \text{ mW}$$

Potencia base para instalar disipador

$$P_o = \frac{MaxT_j - T_A}{R_{\theta IA}}$$

$$P_o = \frac{175 \text{ }^{\circ}\text{C} - 25 \text{ }^{\circ}\text{C}}{62}$$

$$P_o = 2.4 \text{ W}$$

$143.75 \text{ mW} < 2.4 \text{ W}$, entonces no se necesita disipadores de temperatura en la implementación del proyecto

3.4.1. VENTAJAS DE AUTOMATIZAR EL ARNÉS DE EMERGENCIA DE LAS BOMBAS TK 50

La implementación del proyecto automatización del arnés de operación en modo de emergencia dará ventajas tanto al operador como al equipo

La implementación del proyecto automatización del arnés de operación en modo de emergencia dará ventajas tanto al operador como al equipo y se detallan en los siguientes párrafos.

3.4.1.1. VENTAJAS PARA EL OPERADOR:

Cuando se proceda a trabajar en modo de emergencia se podrá evidenciar mayor facilidad de uso ya que el operario no debe presionar de manera constante el pulsador para realizar el cambio de ciclo en la operación de la bomba de hormigón, por otro lado, se presenta un mecanismo ergonómico para el operario sin grandes cambios físicos en los controles para evitar periodos de aprendizaje ya que se emula el arnés de emergencia existente actualmente y opera de manera similar.

Se habilita el bombeo en reversa en la bomba de hormigón, con esto se favorece a reducir las presiones provocadas por los taponamientos en las líneas de suministro de hormigón, además, gracias al bombeo en reversa se puede dar movimiento al hormigón para evitar el secado del miso.

3.4.1.2. VENTAJAS PARA EL EQUIPO.

El equipo trabajará con presiones menores en el cambio de ciclo ya que con el arnés de emergencia se llegaba a un máximo de 4000 PSI mientras que con la automatización del sistema se trabajar en un máximo de 1500 PSI esto se da gracias a un transductor de presión.

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

4.1. DESARROLLO

Para desarrollar el proyecto se construyó una placa electrónica donde se unen los bloques de funcionamiento del proyecto propuesto.

Se utilizó el simulador Proteus para diseñar la placa de circuito impreso (Printed Circuit Board, PCB) y luego grabar la placa electrónica. (Gallardo Puertas, 2015), (Reyes, 2016).

A continuación, se muestran los diseños realizados en el simulador Proteus los cuales ayudaran en la implementación del proyecto y la placa terminada con sus elementos soldados.

En las figuras 25 y 26, se muestra las imágenes de los circuitos implementados en Proteus.

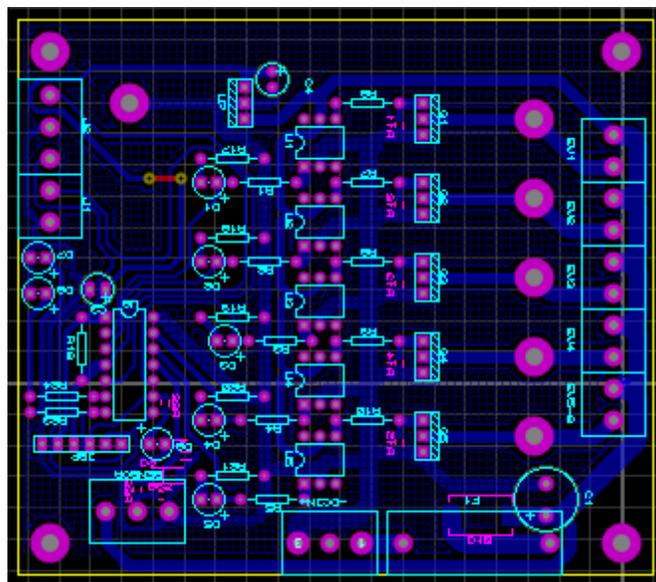


Figura. 25 Circuito PCB implementado en Proteus
Fuente: autor

En las figuras 27 y 28, se muestra las imágenes frontal y posterior de la placa electrónica finalizada.

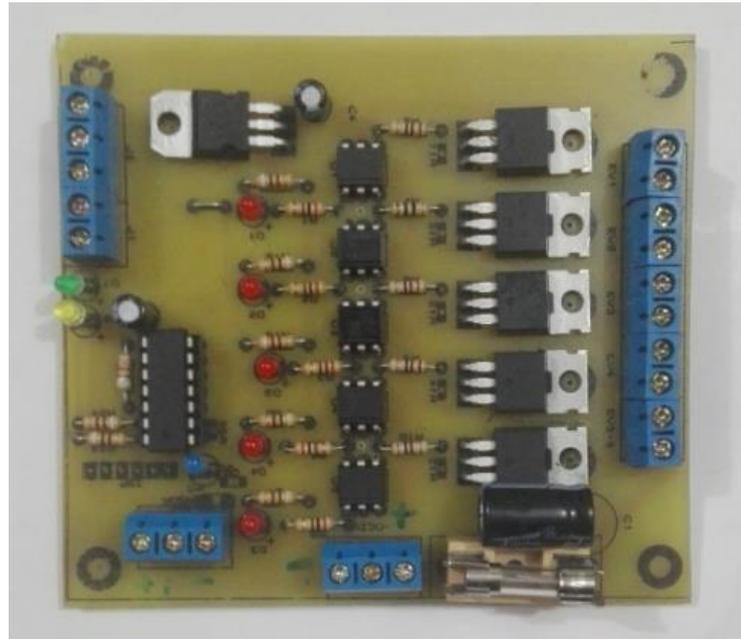


Figura. 27 Placa electrónica imagen frontal terminada
Fuente: autor

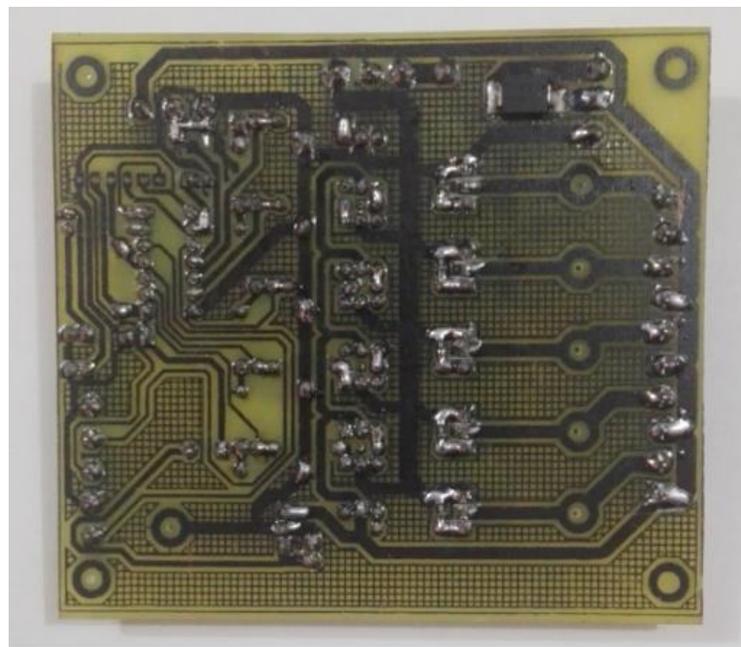


Figura. 28 Placa electrónica imagen posterior terminada
Fuente: autor

La siguiente etapa del proyecto es programar el microcontrolador, para realizar este procedimiento se utiliza el lenguaje de programación Bascom AVR con el entorno de desarrollo usado en Windows, desde aquí se ingresa el código fuente y su posterior grabación.

En la figura 29 se muestra el entorno de desarrollo del programa a implementarse en el microcontrolador.

```

programa tesis en bascombas
Sub
$regfile = "attiny44.dat"
$crystal = 1000000
$hwstack = 40
$swstack = 16
$framesize = 32

Config Timer1 = Timer , Prescaler = 64
On Timer1 Segundo 'configuro el timer1
Enable Timer1 'subrutina
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc 'habilito la interrupcion
Start Adc 'configuro el adc
Timer1 = 65535 - 15625 'inicio adc

DDRB.0 = 1 'salida
PORTB.0 = 0 'empieza enncero
DDRB.1 = 1 'salida
PORTB.1 = 0 'empieza enncero
DDRA.3 = 1 'salida
PORTA.3 = 0 'empieza enncero
DDRA.0 = 1 'salida
PORTA.0 = 0 'empieza enncero
DDRA.1 = 1 'salida
PORTA.1 = 0 'empieza enncero

Amarillo Alias PORTB.0
Verde Alias PORTB.1
Rojo Alias PORTA.3
Azul Alias PORTA.0
Y65 Alias PORTA.1

DDRA.4 = 1 'salida
PORTA.4 = 0 'empieza enncero
DDRA.6 = 1 'salida
PORTA.6 = 0 'empieza enncero
DDRA.7 = 1 'salida
PORTA.7 = 0 'empieza enncero

Ledt Alias PORTA.4
Ledb Alias PORTA.6
Ledr Alias PORTA.7

DDRB.3 = 0 'entrada
PORTB.3 = 1 'empieza pull up
DDRB.2 = 0 'entrada
PORTB.2 = 1 'empieza pull up

```

Figura. 29 Desarrollo de programa de control en Bascom AVR
Fuente: autor

4.2. IMPLEMENTACIÓN

Terminado el desarrollo del hardware y software de la automatización del arnés de operación en modo de emergencia se procede a implementar los controles y conectores que componen todo el proyecto, se muestra en la figura 30 el arnés ensamblado.



Figura. 30 Automatización del arnés de operación de emergencia
Fuente: autor

4.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Se conecta el arnés automatizado para operar en modo de emergencia en las bombas Putzmeister TK 50 teniendo.

En la figura 31, se muestra la conexión del arnés de emergencia a la fuente de alimentación de energía de la bomba de hormigón



Figura. 31 Conexión del arnés automatizado a la fuente de energía de la bomba de hormigón
Fuente: autor

En las figuras 32 y 33, se muestran las conexiones de las electroválvulas ubicadas en el bloque hidráulico principal



Figura. 32 Conexión de electroválvulas de presurización del sistema hidráulico
Fuente: autor



Figura. 33 Conexión de electroválvulas sobre el bloque hidráulico principal
Fuente: autor

En la figura 34 se muestra la conexión provisional del sensor de presión hidráulica por medio de una sonda en el bloque de control de presión



Figura. 34 Conexión del sensor de presión en el bloque de control de presión
Fuente: autor

En la figura 35 muestra la placa electrónica en funcionamiento, el LED azul posee funcionamiento intermitente para indicar este estado

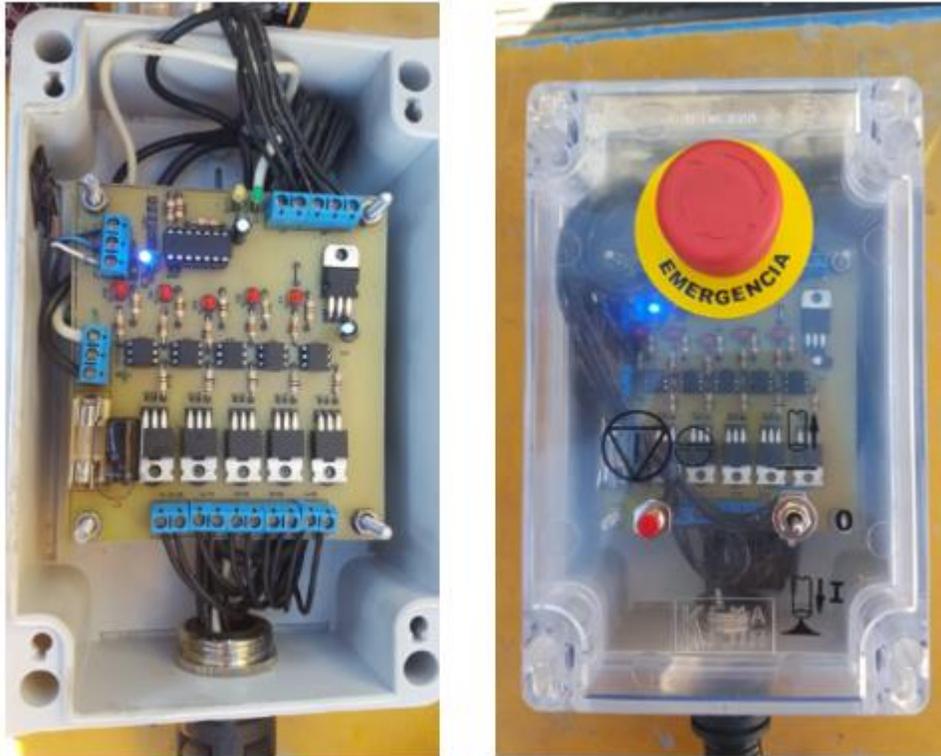


Figura. 35 Placa electrónica energizada
Fuente: autor

En la figura 36 muestra el funcionamiento del pulsador de presurización, el manómetro de la izquierda marca la presurización del sistema a 2000 PSI en el sistema de cambio de tubo S

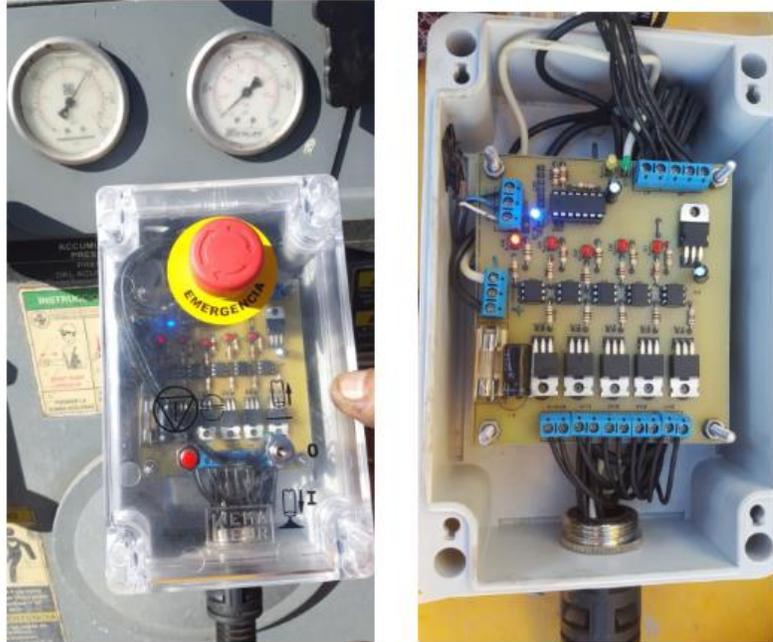


Figura. 36 Pulsador activa el sistema de presurización de la bomba de hormigón
Fuente: autor

En la figura 37 muestra el funcionamiento del bombeo, el LED verde se enciende para notificar la selección escogida, adicional se encienden los LEDs rojos que indican el funcionamiento de dos electroválvulas las cuales activan un cilindro hidráulico principal y la otra el cambio de un cilindro buzo en forma alternada.



Figura. 37 Arnés de emergencia activado la función de bombeo
Fuente: autor

En la figura 38 muestra el funcionamiento del bombeo en reversa, el LED amarillo se enciende para notificar la selección escogida, adicional se encienden los LEDs rojos que indican el funcionamiento de dos electroválvulas las cuales activan un cilindro hidráulico principal y la otra el cambio de un cilindro buzo en forma alternada.

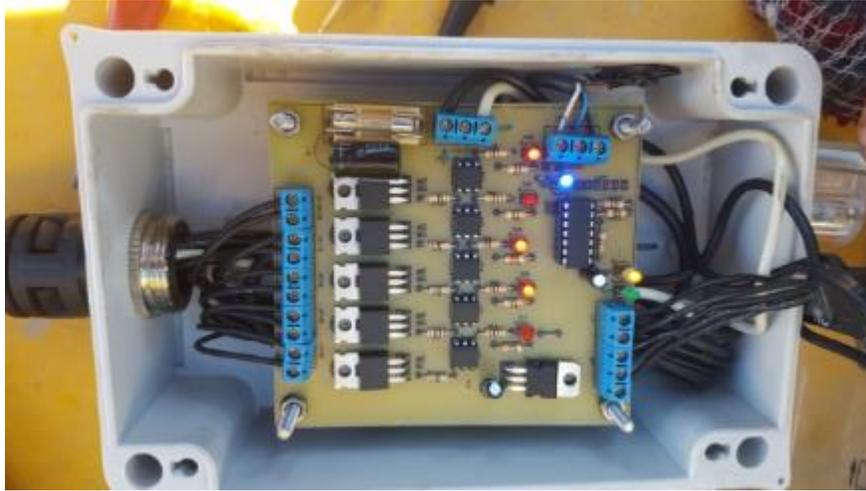


Figura. 38 Arnés de emergencia activado la función de bombeo en reversa
Fuente: autor

En las pruebas de bombeo el sensor de presión envía la señal a una presión de 2000 PSI en el sistema hidráulico principal, lo recomendable es trabajar bajo los 1500 PSI como rango de seguridad.

Se calibra la presión de muestreo y se deja su funcionamiento a 1450 PSI como presión de trabajo.

El arnés automatizado trabaja en forma normal haciendo que la bomba de hormigón no sufra sobre presiones de trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se identificaron todos los parámetros de funcionamiento, con la ayuda de los fabricantes de la bomba de hormigón
- Se implementó la placa electrónica con la ayuda del Software de diseño electrónico Proteus
- Se desarrolló el software de control utilizando lenguaje de programación Visual Basic en un entorno de programación controlado
- Se debe realizar mayor hincapié en la facilidad de las conexiones ya que esto facilitara a los operadores trabajar de forma fácil, rápida y segura.
- Las pruebas de funcionamiento fueron realizadas en una bomba de hormigón Putzmeister TK50, las mismas arrojaron resultados exitosos.
- Se presenta el mecanismo automatizado a los operarios encargados de la bomba los cuales se muestran satisfechos dada su facilidad de uso en contraposición de lo que se tenía anteriormente.
- Gracias a la automatización del sistema se dota de mayor seguridad a la bomba ya que el operario no necesita estar presente de manera continúa accionando el pulsador.

RECOMENDACIONES

- Se podría realizar una mejora en el proyecto, añadiéndolo al sistema de control en forma normal, y para cambiar de modo de operación normal a modo de operación de emergencia, se active con un interruptor selector de modo de trabajo
- Se podría realizar cambios en el arnés y utilizarlo para los modelos de bomba de hormigón TK 40 y TK 70, los cuales trabajan en forma similar a la bomba de hormigón TK 50, la diferencia entre los tipos de bombas radica en la cantidad de cambios por minuto que realizan para bombear el hormigón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Basic, V. (n.d.). Parte 1 : Introducción al Desarrollo de Aplicaciones con Visual Basic.
- Data, S. T. (1995). 6-Pin DIP Optoisolators Transistor Output, 1–6.
- Digram, I. B. (2001). MC78XX / LM78XX / MC78XXA, 1–28.
- Flores Cortez, O. O. (2009). Batalla de microcontroladores ¿ AVR o PIC ? Boletín Escuela UTEC.
- Gallardo Puertas, O. (2015). Fabricación de placas de circuito impreso con Proteus.
- Israel, U. T., & Estudiante, E. L. (2018). ELABORADO POR : Ing . Rosario Coral , Mg Ing . Flavio Morales , Mg.
- Performance, H., Features, P., Features, S. M., Sources, I. I., Modes, P., Grade, S., ... Consumption, L. P. (n.d.). Operating Voltage : Microcontroller with 1K Bytes Programmable Flash. Configurations, 2.
- Putzmaister 2017 Manual de Operación, Remolcar, T., Informaci, F., Desconexi, L., & Intervalos, M. (n.d.). Índice.
- Reyes, C. A. (2016). Microcontroladores Pic Programaci?n en Basic Cap 1. Retrieved from <http://repositorios.rumbo.edu.co/handle/123456789/105868>
- Transmisores de presión para OEM , tipo MBS 1200 y 1250 , para aplicaciones de severas. (2016), 1–5.
- Zozaya, A. J. (2018). Metodología de la Investigación Métodos para la realización de la actividad Contenido.
- Digram, I. B. (2001). MC78XX / LM78XX / MC78XXA, 1–28.
- Mosfet, H. P. (n.d.). IRFZ44E IRFZ44E, 1–8.
- Performance, H., Features, P., Features, S. M., Sources, I. I., Modes, P., Grade, S., ... Consumption, L. P. (n.d.). Operating Voltage : Microcontroller with 1K Bytes Programmable Flash. Configurations, 2.

www. Putzmeister.de/web/americas

Diodo_Schottky @ es.wikipedia.org. (n.d). Retrieved from https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo_Schottky

78XX @ es.wikipedia.org,”n.d. Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/78xx>

“Optoacoplador @ es.wikipedia.org,”n.d. Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Optoacoplador>

(“transistor-irfz44-mosfet-n-55v-41a-to-220 @
www.electronicaembajadores.com,”n.d.) Retrieved from <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/SMTRIRFZ44/semiconductores/transistores/transistor-irfz44-mosfet-n-55v-41a-to-220>

Putzmeister, curso de capacitación animaciones

Putzmeister, curso de capacitación bombas de hormigón

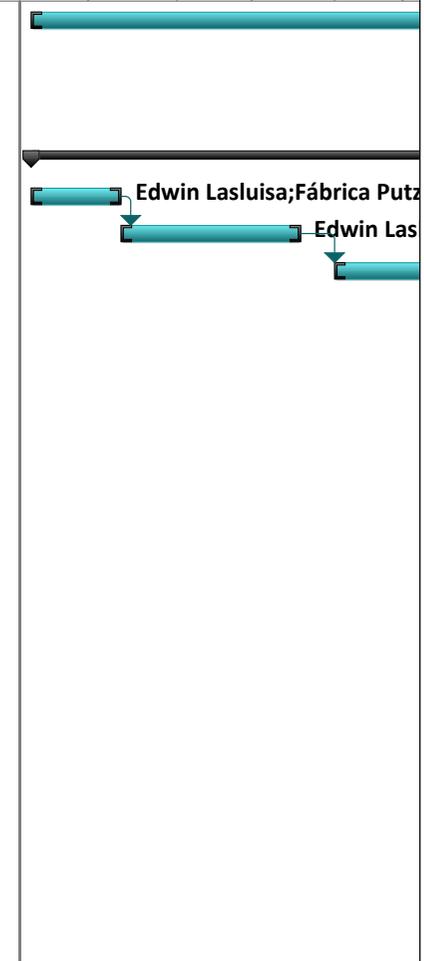
Putzmeister, manual de operación bomba de hormigón TK 50

ANEXOS

ANEXO A

CRONOGRAMA

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Prede	Nombres de los recursos	1 octubre			1 noviembre
								25/9	9/10	23/10	6/11
1		Automatización del sistema de operación de emergencia de las bombas de hormigón Putzmeister TK50	136 días	mar 10/10/17	mar 17/4/18						
2		Definición del plan de PIC	27 días	mar 10/10/17	mié 15/11/17						
3		Elección del tema	6 días	mar 10/10/17	mar 17/10/17		Edwin Lasluisa;Fábrica Putz				
4		Elaboración del plan del PIC	12 días	mié 18/10/17	jue 2/11/17	3	Edwin Lasluisa;Fábrica Putz				
5		Corrección del plan del PIC	7 días	lun 6/11/17	mar 14/11/17	4	Edwin Lasluisa				
6		Aprobación del plan	1 día	mié 15/11/17	mié 15/11/17	5	Edwin Lasluisa;Fábrica Putz				
7		Investigación del Tema	30 días	jue 16/11/17	mié 27/12/17						
8		Investigar los dispositivos electrónicos para el proyecto	14 días	jue 16/11/17	mar 5/12/17	6	Edwin Lasluisa;Fábrica Putzmeister				
9		Definir los dispositivos electrónicos asociados al diseño	10 días	jue 7/12/17	mié 20/12/17	8	Edwin Lasluisa				
10		Adquisición de materiales y dispositivos	5 días	jue 21/12/17	mié 27/12/17	9	Edwin Lasluisa				
11		Validación de compatibilidad de elementos	13 días	jue 28/12/17	lun 15/1/18						
12		Cálculos y mediciones de valores para montaje de elementos	2 días	jue 28/12/17	vie 29/12/17	10	Edwin Lasluisa				
13		Pruebas de funcionamiento de elementos en protoboard	3 días	mar 2/1/18	jue 4/1/18	12	Edwin Lasluisa				
14		Cambio de elementos no compatibles	4 días	vie 5/1/18	mié 10/1/18	13	Edwin Lasluisa				
15		Pruebas de funcionamiento de elementos en protoboard	3 días	jue 11/1/18	lun 15/1/18	14	Edwin Lasluisa				
16		Diseño de Placa electrónica	8 días	mar 16/1/18	jue 25/1/18						



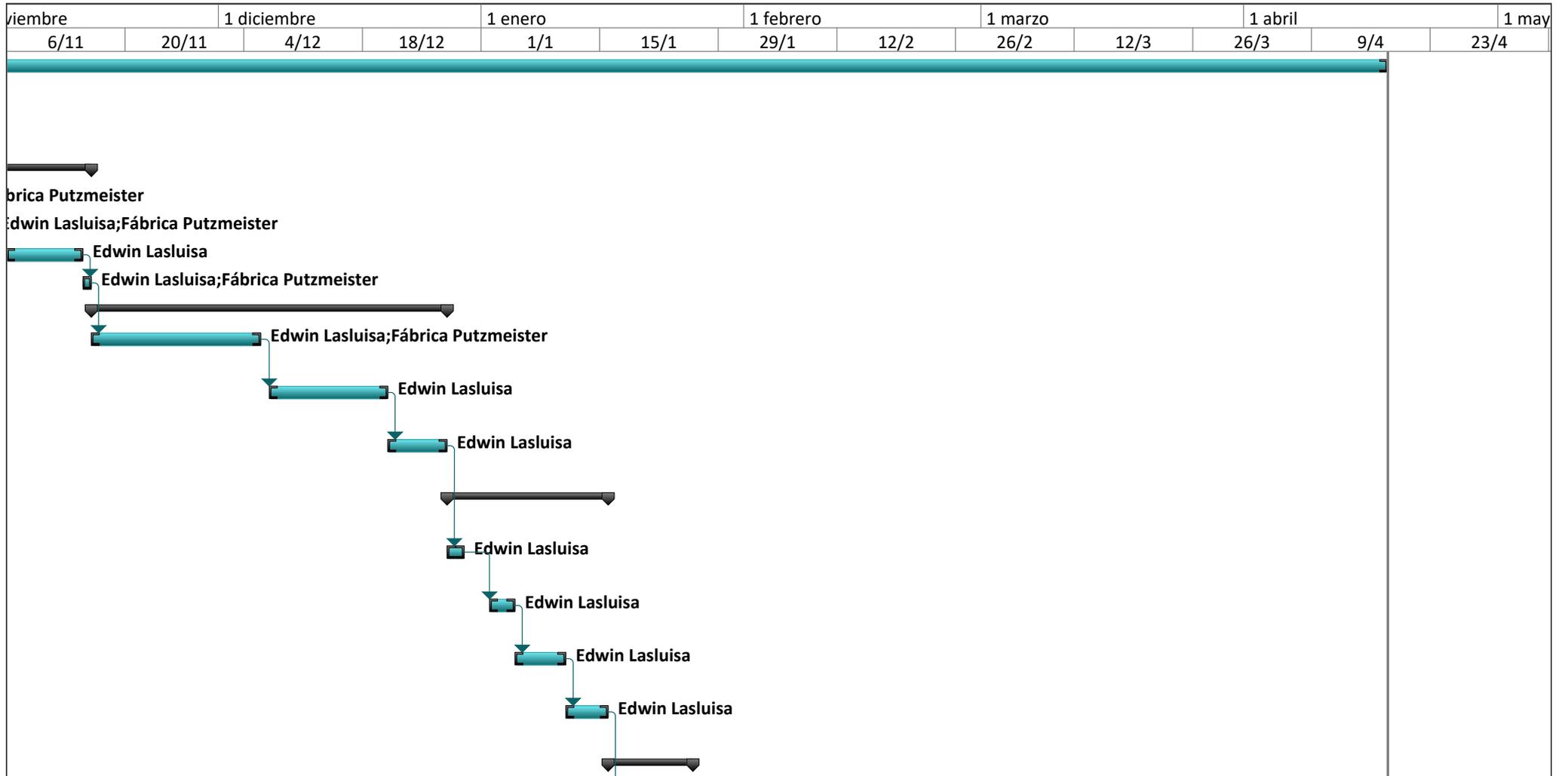
Proyecto: Cronograma PIC EdwinL
Fecha: jue 30/8/18

Tarea		Hito externo		Informe de resumen manual	
División		Tarea inactiva		Resumen manual	
Hito		Hito inactivo		Sólo el comienzo	
Resumen		Resumen inactivo		Sólo fin	
Resumen del proyecto		Tarea manual		Fecha límite	
Tareas externas		Sólo duración		Progreso	

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Prede	Nombres de los recursos	1 octubre			1 noviembre
								25/9	9/10	23/10	6/1
17		Diseño de circuito electrónico en Proteus	3 días	mar 16/1/18	jue 18/1/18	15	Edwin Lasluisa				
18		Diseño circuito PCB	2 días	vie 19/1/18	lun 22/1/18	17	Edwin Lasluisa				
19		Grabado de placa e instalación de elementos	3 días	mar 23/1/18	jue 25/1/18	18	Edwin Lasluisa				
20		Implementación de sistema	23 días	vie 26/1/18	mar 27/2/18						
21		Programación del microcontrolador ATtiny 44A	16 días	vie 26/1/18	vie 16/2/18	19	Edwin Lasluisa;Fábrica Putzmeister				
22		Implementación de prototipo	7 días	lun 19/2/18	mar 27/2/18	21	Edwin Lasluisa;Fábrica Putzmeister				
23		Pruebas de funcionamiento	10 días	mié 28/2/18	mar 13/3/18						
24		Pruebas de prototipo en laboratorio	7 días	mié 28/2/18	jue 8/3/18	22	Edwin Lasluisa;Fábrica Putzmeister				
25		Pruebas de prototipo en bomba Putzmeister TK50	3 días	vie 9/3/18	mar 13/3/18	24	Edwin Lasluisa;Fábrica Putzmeister				
26		Documentación	25 días	mié 14/3/18	mar 17/4/18						
27		Elaboración de manual de funcionamiento	3 días	mié 14/3/18	vie 16/3/18	25	Edwin Lasluisa				
28		Documentación de PIC	22 días	lun 19/3/18	mar 17/4/18	27	Edwin Lasluisa				

Proyecto: Cronograma PIC EdwinL
Fecha: jue 30/8/18

Tarea		Hito externo		Informe de resumen manual	
División		Tarea inactiva		Resumen manual	
Hito		Hito inactivo		Sólo el comienzo	
Resumen		Resumen inactivo		Sólo fin	
Resumen del proyecto		Tarea manual		Fecha límite	
Tareas externas		Sólo duración		Progreso	



Proyecto: Cronograma PIC EdwinL
 Fecha: jue 30/8/18

Tarea		Hito externo		Informe de resumen manual	
División		Tarea inactiva		Resumen manual	
Hito		Hito inactivo		Sólo el comienzo	
Resumen		Resumen inactivo		Sólo fin	
Resumen del proyecto		Tarea manual		Fecha límite	
Tareas externas		Sólo duración		Progreso	

ANEXO B
MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO

ARNÉS AUTOMATIZADO DEL SISTEMA DE OPERACIÓN DE EMERGENCIA DE LAS BOMBAS DE HORMIGON PUTZMEISTER TK50



QUITO, ECUADOR
2018

INDICE

TABLA DE CONTENIDO

INDICE	2
TABLA DE FIGURAS	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. PARTES Y PIEZAS.....	4
2.1. Bomba de hormigón Putzmeister TK50	4
2.2. Arnés de emergencia	5
2.2.1. Módulo de control.....	5
2.2.2. Conectores de electroválvulas	7
2.2.3. Conectores de batería.....	7
2.2.4. Conector de sensor de presión	8
2.2.5. LEDs de operación.....	8
3. CASOS DE USO DEL ARNÉS DE EMERGENCIA	9
4. INSTALACIÓN DEL ARNÉS DE EMERGENCIA.....	9
5. USO DEL ARNÉS DE EMERGENCIA.....	10
5.1.1. Bombeo en reversa.....	10
5.1.2. Taponamiento	10
5.1.3. Apagado	11
6. REVISIÓN DE FALLAS	11

TABLA DE FIGURAS

Figura. 1 Bomba de hormigón Putzmeister TK50.....	4
Figura. 2 Arnés de emergencia.....	5
Figura. 3 Control	5
Figura. 4 Partes del módulo de control.....	6
Figura. 5 Conectores de electroválvulas.....	7
Figura. 6 Conectores de batería	7
Figura. 7 Conector de sensor de presión.....	8
Figura. 8 LEDs de operación.....	8

1. INTRODUCCIÓN

El presente manual contiene la información necesaria para operar el arnés de emergencia de la bomba de hormigón Putzmeister TK50.

Mantenga este manual con el equipo y para uso del personal que opera el equipo.

Use las figuras de este manual como una guía para utilizar el arnés de emergencia.

El uso del arnés de emergencia es eventual, por favor notifique lo más pronto posible a su proveedor de Servicio Técnico.

2. PARTES Y PIEZAS

2.1. Bomba de hormigón Putzmeister TK50



Figura. 1 Bomba de hormigón Putzmeister TK50

2.2. Arnés de emergencia



Figura. 2 Arnés de emergencia

2.2.1. Módulo de control



Figura. 3 Módulo de control



1. Pulsador de emergencia



2. Botón de presurización



3. Botón de bombeo

Figura. 4 Partes del módulo de control

1. Pulsador de emergencia: Paro de emergencia.

2. Botón de presurización: Activa los relés Y 65, Y65.1, al presionar este pulsador activamos dos electroválvulas las cuales presurizan todo el sistema hidráulico de la bomba.

3. Botón de bombeo: posee 3 posiciones

- a) a la izquierda activa el bombeo en REVERSA
- b) en el centro Paraliza el Bombeo
- c) a la derecha activa el bombeo NORMAL

2.2.2. Conectores de electroválvulas

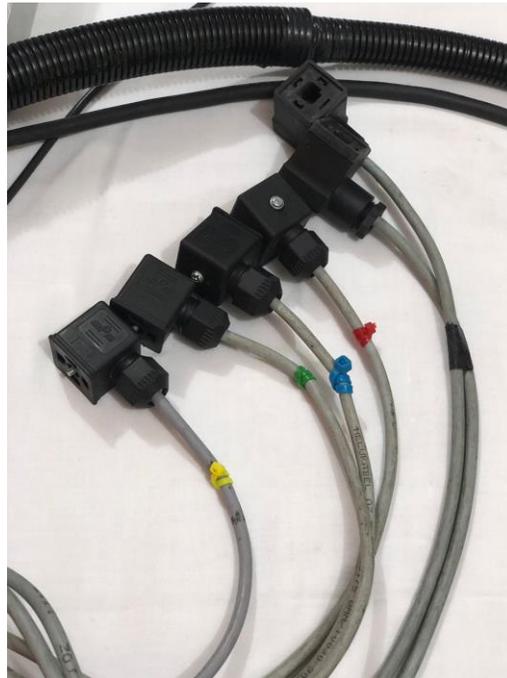


Figura. 5 Conectores de electroválvulas

2.2.3. Conectores de batería



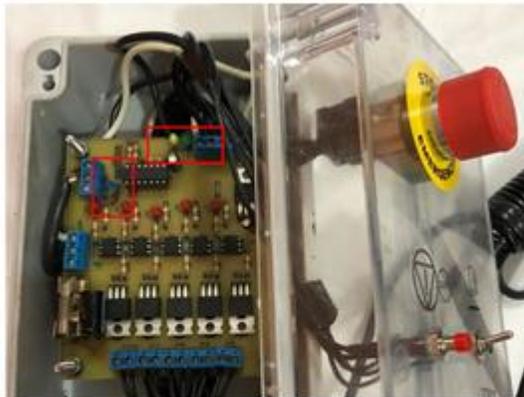
Figura. 6 Conectores de batería

2.2.4. Conector de sensor de presión



Figura. 7 Conector de sensor de presión

2.2.5. LEDs de operación



- 1.- Led Azul.- Energía en la placa
- 2.- Led Verde.- Bomba en sentido normal
- 3.- Led Amarillo.- Bomba en reversa

Figura. 8 LEDs de operación

3. CASOS DE USO DEL ARNÉS DE EMERGENCIA

Antes de instalar el arnés de emergencia procure realizar una revisión del equipo.

El arnés de emergencia puede ser usado cuando la bomba de hormigón presenta una o varias de las siguientes fallas:

- Daño en los sensores de movimiento.
- Daño en las tarjetas electrónicas
- Daño en los relés de conmutación
- Daño en el cableado eléctrico

4. INSTALACIÓN DEL ARNÉS DE EMERGENCIA

Para realizar la instalación del arnés de emergencia en la bomba de hormigón TK50 se debe realizar el siguiente procedimiento:

1. Apagar el motor de la bomba de hormigón
2. Cambiar los conectores de electroválvulas del bloque principal por los del cableado de emergencia, para esto se utiliza las marcas de colores que tiene cada cable.

Referencia ver **Figura 5**.

- relé 1 = 80 = amarillo
- relé 2 = 81 = verde
- relé 3 = 82 = rojo
- relé 4 = 83 = azul
- relé 5 = Y65 y Y65.1

3. Conectar el sensor de presión. Referencia ver **Figura 7**.
4. Se acoplan los conectores de batería, para esto se utiliza los cables de color para cada polo siendo el color rojo con el polo positivo de la batería y el cable de color negro con el polo negativo de la batería. Referencia ver **Figura 6**

5. Se enciende el motor de combustión interna

5. USO DEL ARNÉS DE EMERGENCIA

Una vez instalado el arnés de emergencia, el operador controla el funcionamiento de la bomba de hormigón Putzmeister TK50 a través del módulo del control.

Para verificar que la placa esta energizada revisar el LED de color azul en el módulo de control. Referencia ver **Figura 8**

El operador deberá realizar el trabajo de acuerdo a los requerimientos del sentido del bombeo. Referencia ver **Figura 4, ítem 3**

Para apagar el equipo se detiene el motor de combustión interna

El arnés de emergencia está en capacidad de realizar automáticamente los cambios de ciclos de funcionamiento de la bomba de hormigón.

5.1.1. Bombeo en reversa

- Enciende LED amarillo. Referencia ver Figura 8
- Enciende los relés Verde y rojo, mantiene apagados los relés amarillo y azul
- Ingresar la señal del sensor de presión
- Apaga los relés verde y rojo, enciende los relés amarillo y azul
- Ingresar la señal del sensor de presión
- Apaga los relés amarillo y azul, enciende los relés verde y rojo
- Continuo ciclo hasta parar el bombeo o hasta que exista un taponamiento

5.1.2. Taponamiento

- Tiempo menor a 1 segundo, registrado en las señales del sensor de presión, titilan los LEDs verde y amarillo
- Parar el bombeo y enciende y apaga los LEDs verde y amarillo
- Se debe parar el bombeo para restablecer esta condición

5.1.3. Apagado

- Se debe presionar el botón de paro de emergencia (1) en donde desconectara todo el panel de control
- Cuando se detecte un taponamiento en la tubería de hormigón, el arnés para el bombeo y hará titilar los LEDs para indicar que existe un problema de sobrepresión

6. REVISIÓN DE FALLAS

La placa electrónica está diseñada con elementos visibles de operación, para comprobar si está operando de forma adecuada en este caso se utiliza LEDs como testigos de operación.

A continuación, se detalla los LEDs implementados en el arnés de emergencia

- LED de color verde: bombeo hacia adelante
- LED de color amarillo bombeo hacia atrás (reversa)
- LED de color azul nos indica que la placa electrónica esta energizada
- LEDs de color rojo nos indica el funcionamiento de cada relé de potencia

Para realizar el seguimiento de los componentes electrónicos en el caso de existir alguna falla se detalla la lógica de funcionamiento del arnés de emergencia.

ANEXO C

DIAGRAMA ELECTRÓNICO

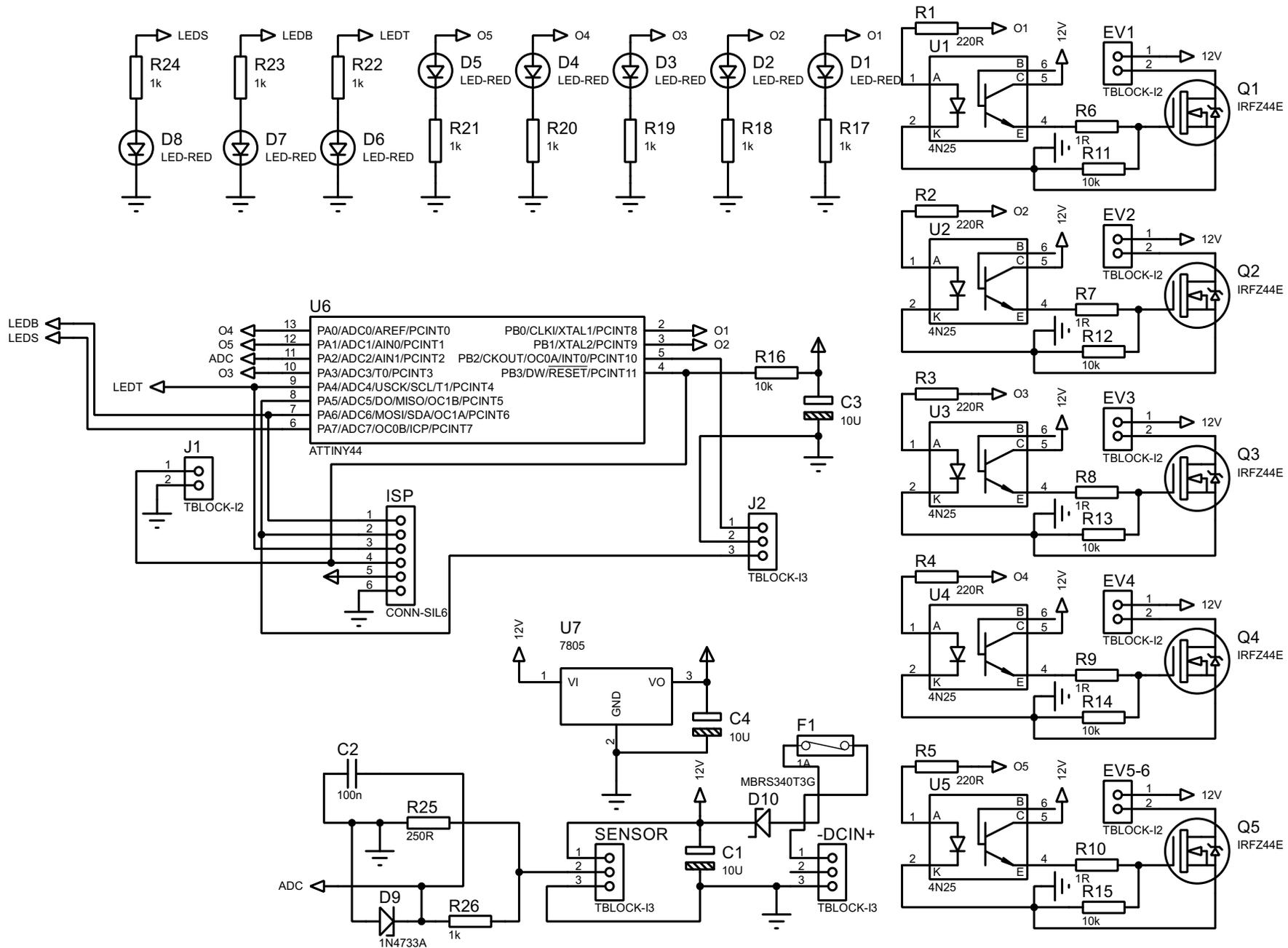


Diagrama electrónico del sistema de operación de emergencia

ANEXO D

PROGRAMACIÓN

PROGRAMA MICROCONTROLADOR DESARROLLADO EN BASCO AVR

```
$regfile = "attiny44.dat"
$crystal = 1000000
$hwstack = 40
$swstack = 16
$framesize = 32

Config Timer1 = Timer , Prescale = 64           'configuro el timer1
On Timer1 Segundo                               'subrutina
Enable Timer1                                   'habilito la interrupcion
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc 'configuro el adc
Start Adc                                       'inicio adc
Timer1 = 65535 - 15625
Ddrb.0 = 1                                     'salida
Portb.0 = 0                                    'enpieza enncero
Ddrb.1 = 1                                     'salida
Portb.1 = 0                                    'enpieza enncero
Ddra.3 = 1                                     'salida
Porta.3 = 0                                    'enpieza enncero
Ddra.0 = 1                                     'salida
Porta.0 = 0                                    'enpieza enncero
Ddra.1 = 1                                     'salida
Porta.1 = 0                                    'enpieza enncero

Amarillo Alias Portb.0
Verde Alias Portb.1
Rojo Alias Porta.3
Azul Alias Porta.0
Y65 Alias Porta.1

Ddra.4 = 1                                     'salida
Porta.4 = 0                                    'enpieza enncero
Ddra.6 = 1                                     'salida
Porta.6 = 0                                    'enpieza enncero
Ddra.7 = 1                                     'salida
Porta.7 = 0                                    'enpieza enncero

Ledt Alias Porta.4
Ledb Alias Porta.6
Ledr Alias Porta.7

Ddrb.3 = 0                                     'entrada
Portb.3 = 1                                    'enpieza pull up
Ddrb.2 = 0                                     'entrada
Portb.2 = 1                                    'enpieza pull up
Ddra.5 = 0                                     'entrada
Porta.5 = 1                                    'enpieza pull up

Pulsador Alias Pinb.3
Bombeo Alias Pinb.2
Reversa Alias Pina.5

Dim A As Word
Dim P As Single
Dim Led As Byte
Dim Error As Byte
Dim T As Word
```

T = 1000

Const Kp = 20000 / 1023

Waitms 100
Enable Interrupts

'estabilizacion de voltaje

'Do

'Toggle Ledb

'Toggle Ledr

'Toggle Amarillo

'Toggle Verde

'Toggle Rojo

'Toggle Azul

'Toggle Y65

'Wait 5

'Loop

Do

If Error = 1 Then

Reset Amarillo : Reset Azul : Reset Verde : Reset Rojo : Reset Y65

Do

Toggle Ledb

Toggle Ledr

Waitms T

Loop

End If

If Pulsador = 0 Then Set Y65

A = Getadc(2)

P = A * Kp

If Y65 = 1 Then

'bombeo

If Bombeo = 0 Then

Set Bombeo

Set Ledb

Reset Ledr

If P < 1000 Then

Waitms T

If P > 1000 Then Error = 1

Set Verde : Set Azul

Reset Amarillo : Reset Rojo

Else

Waitms T

If P < 1000 Then Error = 1

Set Amarillo : Set Rojo

Reset Verde : Reset Azul

End If

Else

Reset Bombeo

End If

'reversa

If Reversa = 0 Then

Set Reversa

Set Ledr

Reset Ledb

If P < 1000 Then

Waitms T

If P > 1000 Then Error = 1

Set Verde : Set Rojo

Reset Amarillo : Reset Azul

Else

Waitms T

If P < 1000 Then Error = 1

```
    Set Amarillo : Set Azul
    Reset Verde : Reset Rojo
End If
Else
    Reset Bombeo
End If
```

```
If Bombeo = 1 And Reversa = 1 Then
    Reset Amarillo : Reset Azul : Reset Verde : Reset Rojo
    Reset Ledb
    Reset Ledr
End If
End If
Loop
```

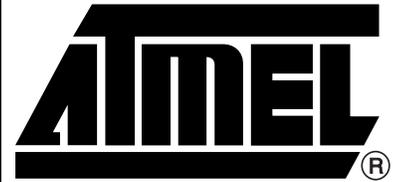
```
Segundo:
Timer1 = 65535 - 15625
Toggle Ledt
Return
```

ANEXO E

HOJA DE DATOS

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 120 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
- Non-volatile Program and Data Memories
 - 2/4/8K Byte of In-System Programmable Program Memory Flash (ATtiny24/44/84)
Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - 128/256/512 Bytes In-System Programmable EEPROM (ATtiny24/44/84)
Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 128/256/512 Bytes Internal SRAM (ATtiny24/44/84)
 - Programming Lock for Self-Programming Flash Program and EEPROM Data Security
- Peripheral Features
 - Two Timer/Counters, 8- and 16-bit counters with two PWM Channels on both
 - 10-bit ADC
 - 8 single-ended channels
 - 12 differential ADC channel pairs with programmable gain (1x, 20x)
 - Temperature Measurement
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Universal Serial Interface
- Special Microcontroller Features
 - debugWIRE On-chip Debug System
 - In-System Programmable via SPI Port
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Pin Change Interrupt on 12 pins
 - Low Power Idle, ADC Noise Reduction, Standby and Power-down Modes
 - Enhanced Power-on Reset Circuit
 - Programmable Brown-out Detection Circuit
 - Internal Calibrated Oscillator
 - On-chip Temperature Sensor
- I/O and Packages
 - 14-pin SOIC, PDIP and 20-pin QFN/MLF: Twelve Programmable I/O Lines
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATtiny24V/44V/84V
 - 2.7 - 5.5V for ATtiny24/44/84
- Speed Grade
 - ATtiny24V/44V/84V: 0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V
 - ATtiny24/44/84: 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V
- Industrial Temperature Range
- Low Power Consumption
 - Active Mode:
 - 1 MHz, 1.8V: 380 μ A
 - Power-down Mode:
 - 1.8V: 100 nA



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 2/4/8K
Bytes In-System
Programmable
Flash**

ATtiny24/44/84

**Preliminary
Summary**

Rev. 8006FS-AVR-02/07





6-Pin DIP Optoisolators Transistor Output

The 4N25/A, 4N26, 4N27 and 4N28 devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Most Economical Optoisolator Choice for Medium Speed, Switching Applications
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- *To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option.*

Applications

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and impedances
- I/O Interfacing
- Solid State Relays

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

Rating	Symbol	Value	Unit
--------	--------	-------	------

INPUT LED

Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector Derate above 25°C	P_D	120	mW
		1.41	mW/ $^\circ\text{C}$

OUTPUT TRANSISTOR

Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Emitter–Collector Voltage	V_{ECO}	7	Volts
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	150	mA
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED Derate above 25°C	P_D	150	mW
		1.76	mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage(1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250	mW
		2.94	mW/ $^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range(2)	T_A	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range(2)	T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	T_L	260	$^\circ\text{C}$

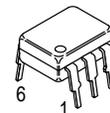
1. Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value. GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

4N25*
4N25A*
4N26*
[CTR = 20% Min]
4N27
4N28
[CTR = 10% Min]

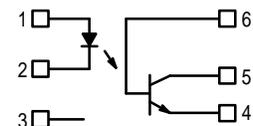
*Motorola Preferred Devices

STYLE 1 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04

SCHEMATIC



- PIN 1. LED ANODE
2. LED CATHODE
3. N.C.
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

4N25 4N25A 4N26 4N27 4N28

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)⁽¹⁾

Characteristic	Symbol	Min	Typ ⁽¹⁾	Max	Unit	
INPUT LED						
Forward Voltage ($I_F = 10\text{ mA}$)	V_F	$T_A = 25^\circ\text{C}$	—	1.15	1.5	Volts
		$T_A = -55^\circ\text{C}$	—	1.3	—	
		$T_A = 100^\circ\text{C}$	—	1.05	—	
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	—	100	μA	
Capacitance ($V = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$)	C_J	—	18	—	pF	

OUTPUT TRANSISTOR

Collector–Emitter Dark Current ($V_{CE} = 10\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	4N25,25A,26,27	I_{CEO}	—	1	50	nA
	4N28		—	1	100	
($V_{CE} = 10\text{ V}$, $T_A = 100^\circ\text{C}$)	All Devices	I_{CEO}	—	1	—	μA
Collector–Base Dark Current ($V_{CB} = 10\text{ V}$)		I_{CBO}	—	0.2	—	nA
Collector–Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1\text{ mA}$)		$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector–Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$)		$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts
Emitter–Collector Breakdown Voltage ($I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$)		$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain ($I_C = 2\text{ mA}$, $V_{CE} = 5\text{ V}$)		h_{FE}	—	500	—	—
Collector–Emitter Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{CE} = 0$)		C_{CE}	—	7	—	pF
Collector–Base Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{CB} = 0$)		C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter–Base Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{EB} = 0$)		C_{EB}	—	9	—	pF

COUPLED

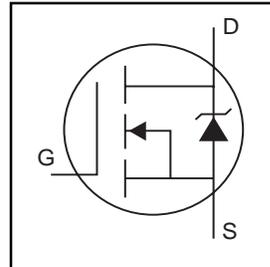
Output Collector Current ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ V}$)	I_C (CTR) ⁽²⁾	2 (20) 1 (10)	7 (70) 5 (50)	— —	mA (%)
4N25,25A,26 4N27,28					
Collector–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 2\text{ mA}$, $I_F = 50\text{ mA}$)	$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn–On Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$) ⁽³⁾	t_{on}	—	2.8	—	μs
Turn–Off Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$) ⁽³⁾	t_{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$) ⁽³⁾	t_r	—	1.2	—	μs
Fall Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$) ⁽³⁾	t_f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage ($f = 60\text{ Hz}$, $t = 1\text{ sec}$) ⁽⁴⁾	V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance ($V = 500\text{ V}$) ⁽⁴⁾	R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance ($V = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$) ⁽⁴⁾	C_{ISO}	—	0.2	—	pF

1. Always design to the specified minimum/maximum electrical limits (where applicable).
2. Current Transfer Ratio (CTR) = $I_C/I_F \times 100\%$.
3. For test circuit setup and waveforms, refer to Figure 11.
4. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

IRFZ44E

HEXFET® Power MOSFET

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

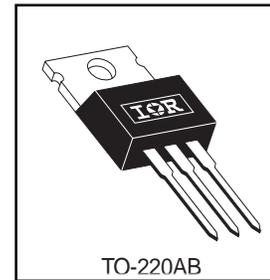


$V_{DSS} = 60V$
$R_{DS(on)} = 0.023\Omega$
$I_D = 48A$

Description

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

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



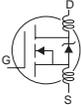
Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	48	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	34	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①⑤	192	
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	110	W
	Linear Derating Factor	0.71	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy②	220	mJ
I_{AR}	Avalanche Current①	29	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy①	11	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to + 175	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds		
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf•in (1.1N•m)	

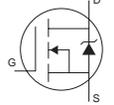
Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	1.4	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	62	

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

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	60	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.063	—	V/°C	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = 1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.023	Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 29A$ ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	15	—	—	S	$V_{DS} = 30V, I_D = 29A$ ⑤
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 60V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 48V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 20V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -20V$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	60	nC	$I_D = 29A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	13		$V_{DS} = 48V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	23		$V_{GS} = 10V$, See Fig. 6 and 13 ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	12	—	ns	$V_{DD} = 30V$
t_r	Rise Time	—	60	—		$I_D = 29A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	70	—		$R_G = 15\Omega$
t_f	Fall Time	—	70	—		$R_D = 1.1\Omega$, See Fig. 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	1360	—	pF	$V_{GS} = 0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	420	—		$V_{DS} = 25V$
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	160	—		$f = 1.0\text{MHz}$, See Fig. 5

Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	48	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode. 
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	192		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.3	V	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = 29A, V_{GS} = 0V$ ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	69	104	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = 29A$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	177	266	nC	$di/dt = 100A/\mu s$ ④
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by $L_S + L_D$)				

Notes:

- ① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. (See fig. 11)
- ② Starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 520\mu\text{H}$
 $R_G = 25\Omega$, $I_{AS} = 29A$. (See Figure 12)
- ③ $I_{SD} \leq 29A$, $di/dt \leq 320A/\mu s$, $V_{DD} \leq V_{(BR)DSS}$,
 $T_J \leq 175^\circ\text{C}$
- ④ Pulse width $\leq 300\mu s$; duty cycle $\leq 2\%$.

MC78XX/LM78XX/MC78XXA

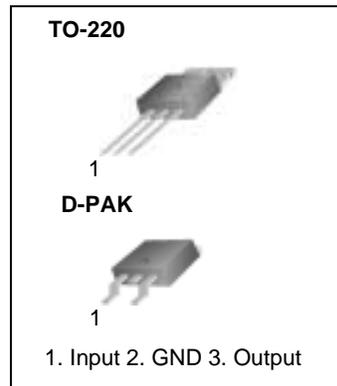
3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

Features

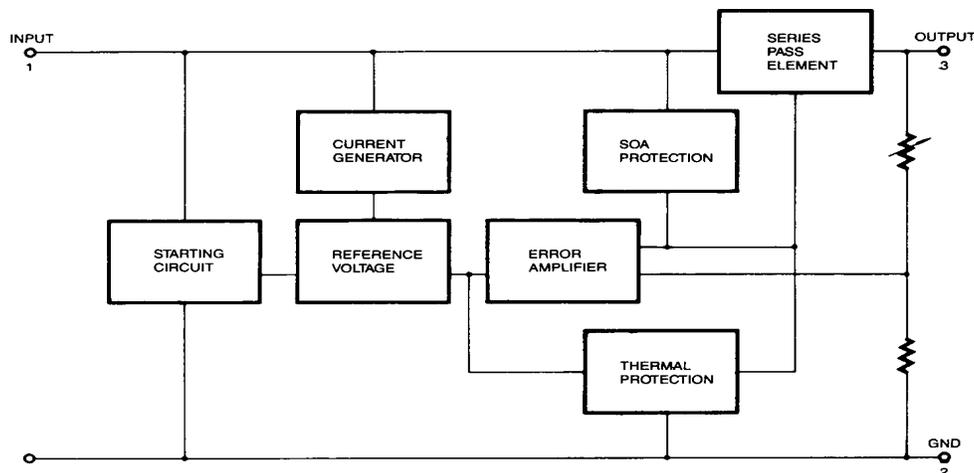
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Description

The MC78XX/LM78XX/MC78XXA series of three terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



Internal Block Diagram



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$) (for $V_O = 24V$)	V_I	35	V
	V_I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)

(Refer to test circuit, $0^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$, $I_O = 500mA$, $V_I = 10V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7805/LM7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	9	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	42	-	$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 8V$ to $18V$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	V_{Drop}	$I_O = 1A$, $T_J = +25^{\circ}C$	-	2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1KHz$	-	15	-	m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}C$	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Typical Applications

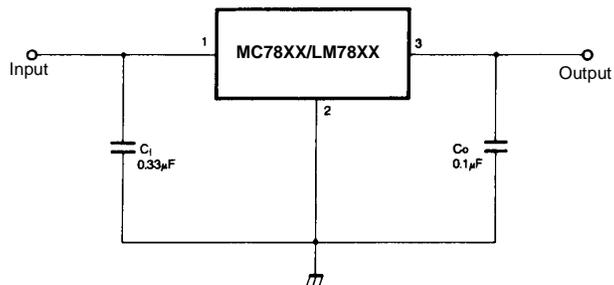


Figure 5. DC Parameters

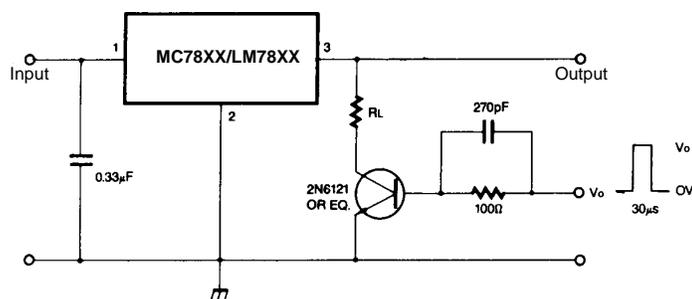


Figure 6. Load Regulation

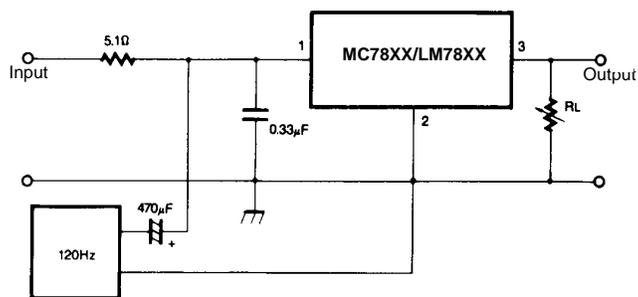


Figure 7. Ripple Rejection

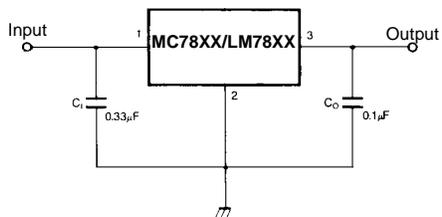


Figure 8. Fixed Output Regulator