

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y  
AVIÓNICA**

**“Diseño e Implementación de un Sistema de Medición de Peso  
que Controle la Carga Máxima que se puede aplicar a los Puentes  
Grúas en Novacero Planta Lasso”**

**POR:**

**TAMAYO CELIS JUAN ALBERTO**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título  
de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN  
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**2013**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **A/C TAMAYO CELIS JUAN ALBERTO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**.

---

**SR.ING. EDWIN PRUNA P.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, 19 de noviembre del 2012

## **DEDICATORIA**

El fruto de mi esfuerzo lo dedico a mi familia, mis padres y hermano, que con su apoyo incondicional, aliento y cariño supieron guiarme en toda mi etapa estudiantil y profesional, levantándose en aquellos momentos más difíciles de mi vida y de manera especial a mi mujer y a mi hija que son la razón de mi vida y el motor que me permite seguir luchando día a día, para ser alguien mejor y superarme profesionalmente.

“La mejor herencia que nuestros padres nos pueden dar es el estudio, no la desperdiciemos, aprovechémosla al máximo”

**Tamayo Celis Juan Alberto**

## **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento aflora cuando el corazón es sensible y sus frutos abundantes, por eso quiero expresar en primer lugar mi agradecimiento a Dios por haberme dado sus bendiciones, ser mi refugio, mi guía y permitirme culminar con éxito mi Carrera Profesional.

Mi sincero y eterno agradecimiento a mis padres, y hermano quienes están conmigo incondicionalmente. Su ayuda, consejos y ejemplo han sido importantes durante toda mi vida.

De igual manera a mi querida esposa e hija por haberme brindado su amor, cariño, apoyo y haber estado presentes en esta etapa importante de mi vida.

Al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, por abrirme las puertas de la ciencia y brindarme el saber.

A los maestros que sembraron la semilla de su experiencia y la hicieron germinar con la paciencia y entrega.

A Novacero Planta Lasso, que ha sido la fuente de información y soporte de este trabajo, como también a su personal técnico e ingenieros por la ayuda y colaboración.

**Tamayo Celis Juan Alberto**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1. El Tema .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e Importancia.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Alcance.....	3

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2. Marco Teórico.....	4
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	4
2.2 Fundamentación Teórica.....	4
2.2.1 Puentes Grúas .....	4
2.2.1.1 La Grúa.....	5
2.2.1.1.1. Gancho y cable de acero.....	7
2.2.1.1.2. Sistema de control para la grúa.....	7
2.2.1.2 Carro Transportador.....	7

2.2.1.2.1 Variador de Frecuencia.....	9
2.2.1.3 Las Vigas.....	11
2.2.1.4 Testeros.....	12
2.2.2 Celda de Carga.....	13
2.2.2.1 Adaptador para celda de carga.....	14
2.2.2.1.2 Convertidor para celda de carga.....	14
2.2.2.2 Microcontrolador.....	15
2.2.2.3 Pantalla de cristal líquido LCD.....	16

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

3. Desarrollo del Tema.....	18
3.1 Preliminares.....	18
3.2 Realización del proyecto.....	18
3.2.1 Determinación del hardware.....	18
3.2.1.1 Determinación de la capacidad de la celda a ocuparse.....	18
3.2.1.2 Adaptador para una celda de carga.....	20
3.2.1.3 Microcontrolador.....	20
3.2.1.4 Diseño del circuito electrónico de control.....	21
3.2.1.4.1 Diseño Esquemático.....	21
3.2.1.4.2 Diseño del circuito impreso.....	25
3.2.1.4.2.1 Selección del programa y diseño de las pistas.....	25
3.2.1.4.3 Diseño del software.....	31
3.2.1.4.4 Pruebas de funcionamiento.....	34
3.3 Informe.....	37
3.4 Estudio Económico.....	37
3.5 Análisis Económico.....	37
3.5.1 Recopilación de Información.....	37
3.5.2 Elaboración.....	38
3.6 Documento de Aceptación del Usuario.....	40

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	41
4.2 Recomendaciones.....	42
Glosario de términos.....	43
Bibliografía.....	44
Anexos.....	45
Hoja de vida del Graduado.....	111
Hoja de legalización de firmas.....	113
Hoja de cesión de derechos de propiedad intelectual.....	114

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Valores medidos después del adaptador.....	22
Tabla 3.2 Análisis de resultados de las pruebas.....	36
Tabla 3.3 Recopilación de información.....	38
Tabla 3.4 Presupuesto primario.....	38
Tabla 3.5 Presupuesto secundario.....	39
Tabla 3.6 Costo Total del Proyecto.....	39

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Puente Grúa.....	5
Figura 2.2 Tipos de Grúa.....	6
Figura 2.3 Gancho y Cable de acero.....	7
Figura 2.4 Monorriel.....	8
Figura 2.5 Birriel.....	8
Figura 2.6 Tipos de motoredutores utilizados en el carro transportador....	9
Figura 2.7 Etapas de Variador de Frecuencia.....	11
Figura 2.8 Vigas y Rieles de los Puentes Grúas.....	12
Figura 2.9 Testeros.....	13
Figura 2.10 Celda de Carga.....	13
Figura 2.11 Puente de Wheaststone.....	13
Figura 2.12 Convertidor para celda de carga.....	14

Figura 2.13 Conexión del adaptador para celda de carga.....	15
Figura 2.14 Distintos encapsulados de microcontroladores.....	16
Figura 2.15 Capas de un LCD.....	16
Figura 3.1 Modo de izar el Gancho.....	19
Figura 3.2 Etapas del circuito de control.....	21
Figura 3.3 Circuito esquemático de control.....	24
Figura 3.4 Ventana principal de ALTIUM.....	25
Figura 3.5 Apertura del proyecto.....	26
Figura 3.6 Ventana para insertar los elementos en el proyecto.....	27
Figura 3.7 Colocación de elementos en la ventana de diseño.....	27
Figura 3.8 Circuito esquemático terminado.....	28
Figura 3.9 Circuito listo para ser impreso en la baquelita.....	29
Figura 3.10 Circuito terminado y listo para ser probado.....	31
Figura 3.11 Ventana principal de BASCOM-AVR.....	32
Figura 3.12 Nueva hoja de programación de BASCOM-AVR.....	32
Figura 3.13 Configuraciones previas al programa.....	33
Figura 3.14 Programa para grabar el microcontrolador.....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO "A" Manual del Usuario.....	46
ANEXO "B" Diagrama de flujo de la programación del microcontrolador.....	59
ANEXO "C" Anteproyecto de Trabajo de Graduación.....	60
ANEXO "D" Fotografías de los puentes grúas de Novacero Planta Lasso....	104
ANEXO "E" Encuesta para Operadores de los Puentes Grúas.....	107
ANEXO "F" Encuesta para Jefes de Mantenimiento del Tren # 1.....	109



## RESUMEN

La Seguridad Industrial es la primera responsabilidad que tiene la empresa con sus empleados, por eso que este trabajo, trata sobre el diseño e implementación de un sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas en Novacero Planta Lasso, el mismo que permitirá tener mayor seguridad al transportar las cargas, tanto para el personal que labora en las inmediaciones como para las máquinas.

En el primer capítulo se describen los antecedentes que motivan a la realización de este trabajo así como la justificación del mismo, también están los objetivos generales y específicos que se alcanzarán.

El marco teórico se encuentra en el capítulo dos, en él se halla todo el sustento científico referente a los puentes grúas en sí, y la descripción de los elementos más representativos con los que contará el circuito electrónico del sistema de medición de peso.

El tercer capítulo es el desarrollo del tema, aquí se describe primeramente los materiales que se van a utilizar, a continuación están los procesos para realizar el diseño de las placas, ya que el circuito fue probado primeramente en un Proto Board, luego se encuentran las pruebas realizadas para verificar el funcionamiento y las posibles fallas que puede tener el sistema

Para concluir el capítulo cuatro se refiere a las conclusiones y recomendaciones del tema.

## SUMARY

The industrial safety is the first responsibility that a company has with its employees, so for that reason, this current Project is about the Design and implementation of a measurement weight system that controls the maximum load that can be applied to the cranes bridges in NovaceroPlanta Lasso, the same is going to allow to have a major safety to transport the load as for people who works in the company as for the machines.

The first chapter describes the antecedents which motivated me to the achievement of this project. In addition, it contains the justification, general objective and specific ones which are going to achieve.

The theoretical framework is in the second chapter, in which is the scientific support related to the crane bridges and the descriptions more representative of the electronic circuit of the measurement weight system.

The third chapter is the development of the topic, it describes the materials will be used, thereafter, are the process for the design of the plates since the circuit was tasted in Proto Board. Next, tests are carried out to verify the performance and the possible faults that can have the system.

The fourth chapter refers to the conclusions and recommendations.

## **CAPÍTULO I**

### **1. EL TEMA:**

**Diseño e implementación de un sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas en Novacero Planta Lasso**

#### **1.1. Antecedentes**

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.

La seguridad industrial, por lo tanto, requiere de la protección de los trabajadores (con los equipos de protección necesarios, por ejemplo) y su monitoreo, la implementación de controles técnicos y la formación vinculada al control de riesgos.

Cabe destacar que la seguridad industrial siempre es relativa, ya que es imposible garantizar que nunca se producirá ningún tipo de accidente, sino que se trata de minimizar las consecuencias. De todas formas, su misión principal es trabajar para prevenir los siniestros.

En Novacero Planta Lasso existe un adecuado sistema de seguridad industrial, sin embargo han permitido realizar una investigación con el objeto de determinar el área donde se pueda implementar controles que minimicen los riesgos del trabajo.

Realizada la investigación se ha establecido que se debe implementar controles de peso en los puentes grúa para medir la carga que estos son capaces de resistir sin sufrir daños y sin dañar al personal que trabaja cerca de ellos.

Los puentes grúas se encuentran actualmente en perfecto estado de funcionamiento pero no en un perfecto estado de seguridad para el trabajo de los mismos es por esto que se ha creído conveniente realizar un sistema que permita proteger tanto a la máquina como al personal que ahí labora día a día.

Con el presente trabajo de graduación lo que se busca es mejorar la seguridad industrial de la empresa en donde el índice de accidentabilidad se reduzca convirtiendo a Novacero en una de las empresas que mayor seguridad brinda a sus trabajadores.

## **1.2. Justificación e Importancia.**

Más que importante es prioritario en una empresa siempre velar por el bienestar de sus trabajadores y de sus equipos, pensando en ello NOVACERO S.A. se ha propuesto colocar más seguridades y tomar medidas para controlar las cargas que se llevan en los puentes grúas a fin de evitar accidentes que puedan ocasionar graves pérdidas personales y materiales en la empresa.

Es por ello que se crea la necesidad de desarrollar este proyecto que beneficiará a la empresa, a las personas que laboran en la misma y especialmente a los clientes ya que ellos tendrán la seguridad de que no existe el riesgo de que ocurra un accidente que afecte tanto para los choferes como para los vehículos que ingresan a ser cargados de productos en las bodegas.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar e implementar un sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas en Novacero Planta Lasso del tren de laminación número 1.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar un sistema para medir el peso que se aplica a los puentes grúas.
- Realizar la construcción del sistema con elementos de fácil adquisición para que sea sencillo repararles.
- Realizar el manual de operación y mantenimiento del equipo en cuestión

### **1.4. Alcance**

El presente trabajo de graduación está dirigido a los operadores de los puentes grúas de Novacero planta Lasso así como a sus ingenieros y personal técnico que ahí labora.

Este trabajo tiene como fin realizar un control más adecuado de las cargas que se aplican a los puentes grúa y en cierta manera desarrollar un sistema un poco más seguro para todas las personas que circulan por los alrededores de los mismos, enfocados en garantizar que no exista accidentes por sobrecarga de los puentes grúas.

## **CAPÍTULO II**

### **2. Marco Teórico.**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Sobre este campo de seguridad en los puentes grúa no se ha realizado ninguna investigación anterior, por lo que este trabajo será una innovación y sobre todo un aporte a la seguridad industrial principalmente en las empresas que utilizan esta maquinaria.

#### **2.2. Fundamentación Teórica.**

##### **2.2.1. Puentes Grúas <sup>1</sup>**

Los puente grúas (Fig. 2.1) son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de industrias o depósitos.

Generalmente consta de una o dos vigas móviles sobre carriles, apoyadas en columnas, consolas, a lo largo de dos paredes opuestas de un edificio rectangular.

El bastidor del puente grúa consta de dos vigas transversales en dirección a la luz de la nave (vigas principales) y de uno o dos pares de vigas laterales (testeros), longitudinales en dirección a la nave y que sirven de sujeción a las primeras y en donde van las ruedas.

---

<sup>1</sup><http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=113>



Fig. 2.1 PuenteGrúa

Las partes principales de un puente-grúa son:

#### **2.2.1.1. La Grúa**

Una grúa es una máquina de elevación de movimiento discontinuo destinada a elevar y distribuir cargas en el espacio suspendidas de un gancho, en la figura 2.2 se puede observar dos tipos de grúas.<sup>2</sup>

Por regla general son ingenios que cuentan con poleas acanaladas, contrapesos, mecanismos simples, etc. para crear ventaja mecánica y lograr mover grandes cargas.

Las primeras grúas fueron inventadas en la antigua Grecia, accionadas por hombres o animales.

Las grúas modernas utilizan generalmente motores de combustión interna o sistemas de motor eléctrico-hidráulico para proporcionar fuerzas mucho mayores, aunque las grúas manuales todavía se utilizan en los pequeños trabajos o donde es poco rentable disponer de energía.

---

<sup>2</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa\\_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_(m%C3%A1quina))

Existen muchos tipos de grúas diferentes, cada una adaptada a un propósito específico. Los tamaños se extienden desde las más pequeñas grúas de horca, usadas en el interior de los talleres, grúas torres, usadas para construir edificios altos, hasta las grúas flotantes, usadas para construir aparejos de aceite y para rescatar barcos encallados.

También existen máquinas que no caben en la definición exacta de una grúa, pero se conocen generalmente como tales.<sup>3</sup>

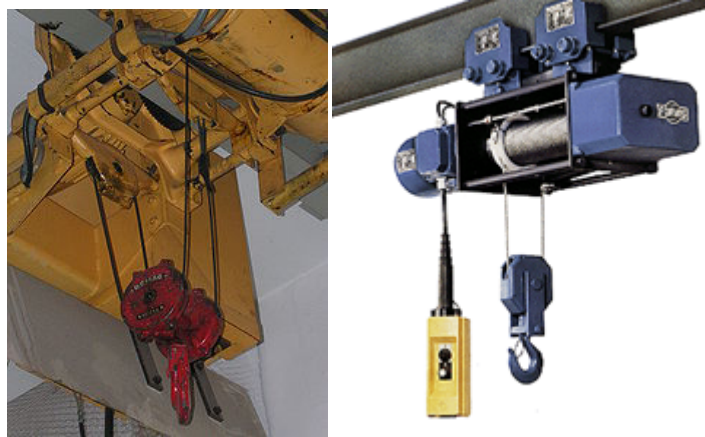


Fig. 2.2 Tipos de Grúas

Por lo general lo que más se ocupa en una empresa donde se tiene que apilar material son grúas con motores en corriente alterna y de velocidad variable por lo general tienen 2 velocidades la de arranque o velocidad lenta que tiene más torque para romper la inercia y la velocidad rápida que una vez rota la inercia hace que la carga ascienda a mayor velocidad para reducir el tiempo en que un operador se demora en coger la carga y transportarla a su destino, también constan de un freno para motor que evita que la carga resbale al momento que el motor se encuentra parado y sin energía, dicho elemento trabaja en corriente directa debido a que el magnetismo es más rápido y el motor inicia su trabajo sin estar frenado.

---

<sup>3</sup><http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=113>



#### **2.2.1.1.1. Gancho y cable de acero**

El gancho es el que sostiene la carga y el cable de acero es el que soporta el peso y permite el izaje a través del movimiento de ascenso y descenso de la grúa, en ellos se puede colocar la carga a ser transportada de un lugar a otro. Fig. 2.3



Fig. 2.3 Gancho y cable de acero

#### **2.2.1.1.2. Sistema de control para la grúa**

Para realizar el control del motor ac de la grúa y darle sus dos velocidades se utiliza un sistema con contactores, 2 normales de tres polos para la velocidad lenta e inversión de giro y uno especial de cuatro polos para la velocidad rápida, a más de eso un contactor y un rectificador de onda completa para el freno.

#### **2.2.1.2. Carro transportador**

Permite desplazar el elemento de elevación de un lado a otro a lo ancho del puente, es muy útil para poder ubicar las cargas en todo lo ancho de la nave según su construcción existen dos tipos los cuales se los puede encontrar con mucha facilidad en el mercado ya que son diseñados de acuerdo al peso que van a soportar, estos son:

- ✓ **Monorriel.**- Cuando solo tienen una viga por el cual va a circular el carro transportador que se encuentra suspendido en su parte inferior se lo puede encontrar hasta un peso de 10 toneladas (Fig. 2.4).
- ✓ **Birriel.**- Cuando el puente posee dos vigas por las cuales se desplaza el carro transportador que está montado arriba de ellas en rieles soldados a lo largo de la viga y pueden soportar mucho peso ya que todo depende del grosor de las vigas (Fig. 2.5).<sup>4</sup>



Fig. 2.4 Monorriel Fig. 2.5 Birriel

Para movilizarse consta de 4 o más ruedas que son impulsadas por motores en corriente alterna que generalmente vienen con un variador de frecuencia para darle velocidades específicas de operación dependiendo del trabajo que van a realizar y del peligro que constituye que la carga se balancee y pueda caer sobre alguien o algo.

Por lo general estos motores vienen contruidos para operar a frecuencias de 120Hz para tener una mayor velocidad antes del reductor, a pesar de que solamente tienen 0.75Hp son capaces de mover cargas muy pesadas debido a la ganancia mecánica que genera el reductor.

En la figura 2.6 se puede ver algunos tipos de motores con sus reductores que son usados para mover el carro transportador a lo ancho del puente.

<sup>4</sup> <http://www.directindustry.es/prod/r-m-materials-handling/puente-grua-55185-364337.html>



Figura 2.6 Tipos de motoreductores utilizados en el carro transportador

#### 2.2.1.2.1. Variador de Frecuencia

Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor, se los conoce también como inversores ya que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, para generar la velocidad deseada del motor.

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna está determinada por la frecuencia con que opera la corriente alterna suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p} \quad (2.1)$$

Dónde:

- ✓ RPM = Revoluciones por minuto
- ✓  $f$  = frecuencia de suministro CA (Hercio)
- ✓  $p$  = Número de polos (a dimensional)

Las cantidades de polos más utilizados en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada, resultarían en 3600 RPM, 1800 RPM, 1200 RPM y 900 RPM respectivamente para motores

sincrónicos únicamente y a la frecuencia de 60 Hz. Dependiendo de la ubicación geográfica funciona en 50Hz o 60Hz.

### ✓ **Principio de Funcionamiento**

El puente rectificador y los condensadores de filtrado convierten la tensión alterna de la red en tensión continua a esta se le llama etapa intermedia o bus de DC después un puente ondulator de transistores transforma la corriente continua en alterna, con una frecuencia y una tensión regulables para mantener la relación  $V/f$  constante y por tanto el flujo deseado en el motor esto dependerá de los valores de consigna de velocidad seleccionados. A esta segunda etapa también se le suele llamar ondulator, la señal de salida no es puramente alterna más bien es una señal pulsante de AC. (Fig. 2.7)

El modo de trabajo puede ser manual o automático, según las necesidades del proceso, dada la enorme flexibilidad que ofrecen los reguladores de velocidad, permitiendo hallar soluciones para obtener puntos de trabajo óptimos en todo tipo de procesos, pudiendo ser manejados por ordenador, PLC, señales digitales o de forma manual.

La mayoría de las marcas incluyen dentro del propio convertidor protecciones para el motor, tales como protecciones contra sobrecorriente, sobretensión, fallo contra desequilibrios, descargas a tierra, entre otros, además de ofrecer procesos de arranque y frenados suaves mediante rampas de aceleración y de frenado, lo que redundará en un aumento de la vida del motor y las instalaciones también pueden hacer girar el motor en ambas direcciones eliminando el circuito de inversión de giro con contactores.

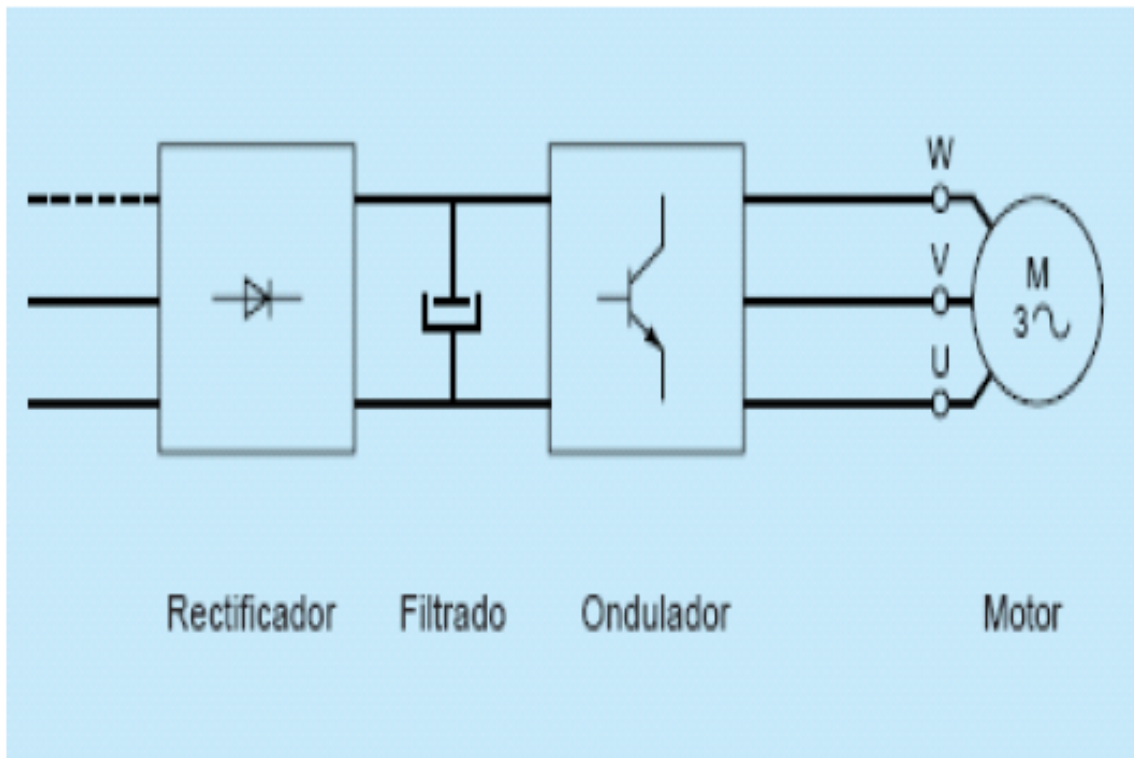


Figura 2.7 Etapas del Variador de Frecuencia

### 2.2.1.3. Las vigas

Sostiene y facilita el desplazamiento del carro y del elemento de elevación, en su parte superior constan de rieles estas están diseñadas de acuerdo al peso que tienen que soportar; la forma depende del peso que puede soportar la estructura donde va a ir el puente montado, este peso se calcula sumando el peso total del puente más la carga máxima que el puente va a soportar y con este valor se puede decidir si se compra un monorriel o un birriel. En la figura 2.8 se encuentran las vigas y las rieles por las cuales se desplaza el carro o los carros transportadores.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <http://www.tadisa.com.ar/pgrua.html>

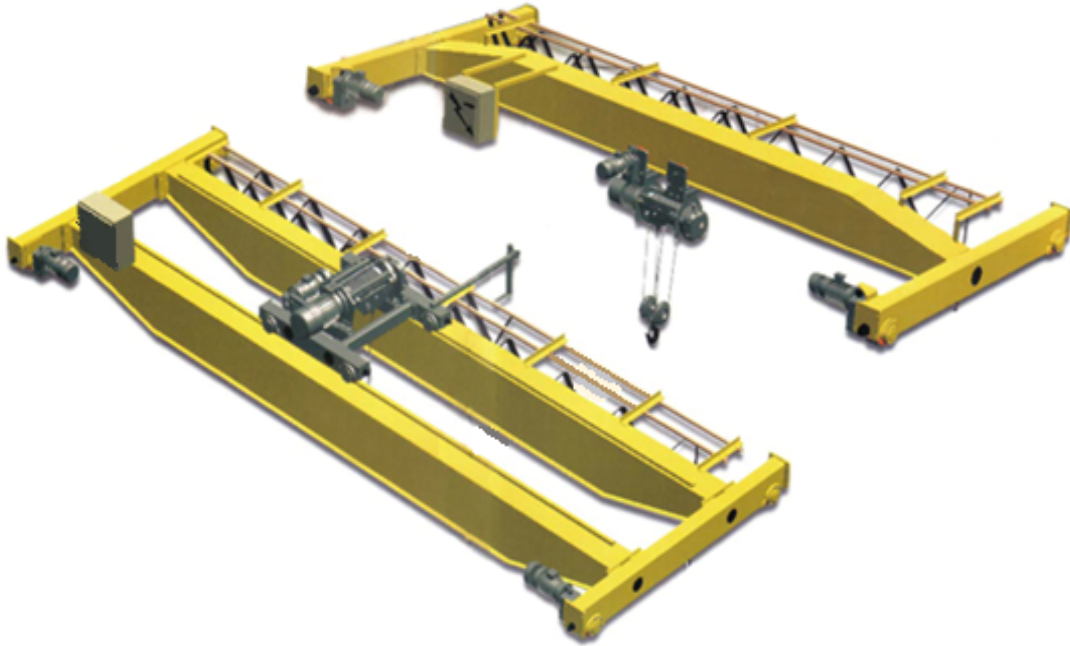


Figura2.8 Vigas y Rieles de los Puentes Grúas

#### 2.2.1.4. Testeros

Los testeros son usados para soportar el peso de las vigas y el peso que ellas llevan encima y están diseñados con dos ruedas metálicas cada uno, apoyadas sobre las rieles transversales de la estructura, son las que se van a desplazar al puente a lo largo de la nave estas están impulsadas a su vez por dos motores en corriente alterna y con un variador ya que habrá momentos en que se tenga que desplazar la carga una distancia considerable entonces se dispondrá de la velocidad más rápida y cuando se tiene que mover el puente una distancia muy corta se utiliza la velocidad lenta que es más utilizada para cuadrar la carga en el sitio de descarga; también se utiliza un freno que es en corriente directa para cada motor para evitar que el puente se mueva al momento que la carga se balancee. Fig. 2.9<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup><http://www.rmhoist.com/espanol/crane-acc.htm>

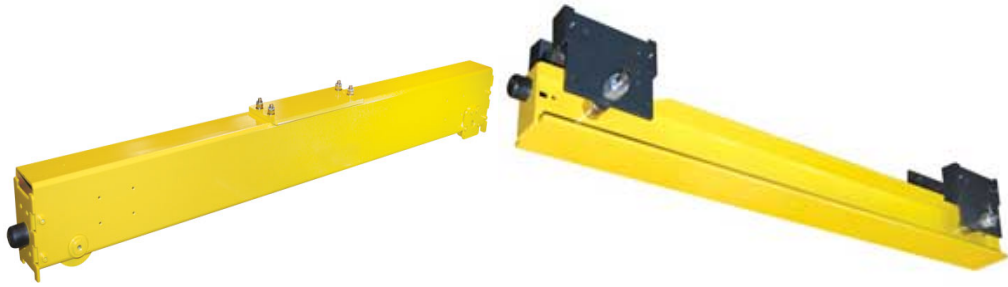


Figura 2.9 Testeros

### 2.2.2. Celda de Carga

Una celda de carga (Fig. 2.10) es un transductor que se utiliza para convertir una fuerza en señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se da en dos etapas. Con un arreglo mecánico, la fuerza que se aplica deforma un medidor de deformación. El extensómetro convierte la deformación en señales eléctricas que están dadas en el orden de los milivoltios. Una célula de carga por lo general consta de una configuración de cuatro medidores de tensión en un puente de Wheatstone (Fig. 2.11), también existen en el mercado configuraciones de tres y dos medidores.<sup>7</sup>

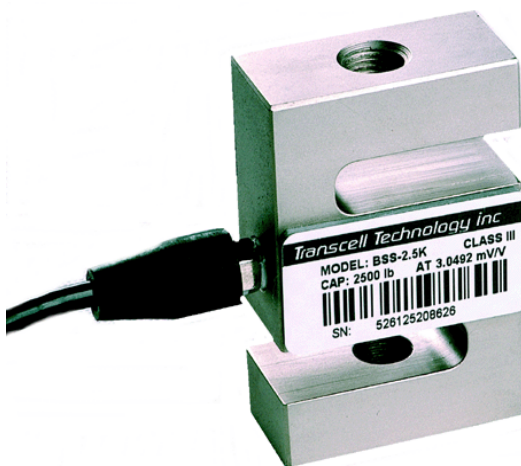


Fig. 2.10 Celda de Carga

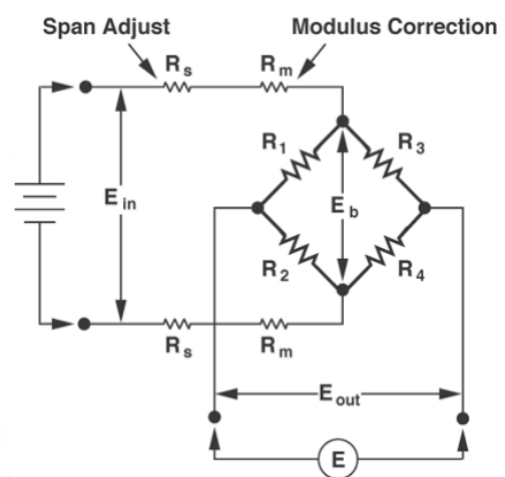


Fig. 2.11 Puente de Wheatstone

<sup>7</sup><http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario%202009/Monografias%20seminario%202009.pdf>

### 2.2.2.1. Adaptador para celda de carga.

#### 2.2.2.1.2. Convertidor para celda de carga<sup>8</sup>(Fig. 2.12)

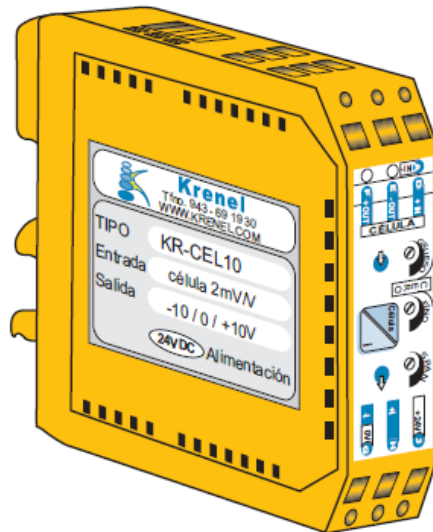


Figura 2.12 Convertidor para celda de carga

Este dispositivo convierte la señal de fuerza captada por una celda de carga que está dada en el orden de los milivoltios, a una señal de tensión proporcional.

Este adaptador se alimenta a una tensión directa de 24V, dispone de ajuste de cero y span para realizar la calibración del peso que se desea medir, además alimenta a la celda con una tensión de 10 VDC.

En la figura 2.13 se muestra las conexiones de la celda y como están distribuidas las resistencias de calibración al interior del adaptador.

<sup>8</sup><http://www.krenel.com/index2.htm>



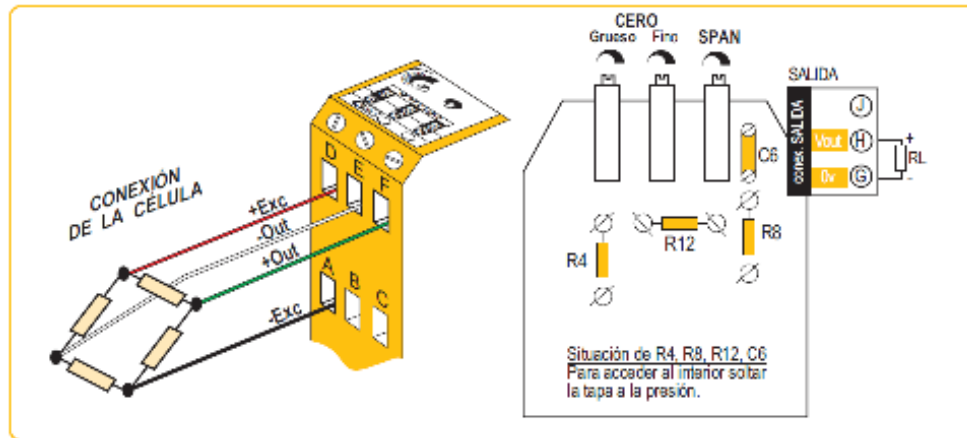


Figura 2.13 Conexionado del adaptador para celda de carga

### 2.2.2.2. Microcontrolador(Fig. 2.14)

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida). A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores PC, los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas.

El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.

Por las características mencionadas y su alta flexibilidad, los microcontroladores son ampliamente utilizados como el cerebro de una gran variedad de sistemas embebidos que controlan máquinas, componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de automatización y robótica, equipos médicos, sistemas aeroespaciales, e incluso dispositivos de la vida diaria como automóviles, hornos de microondas, teléfonos y televisores.

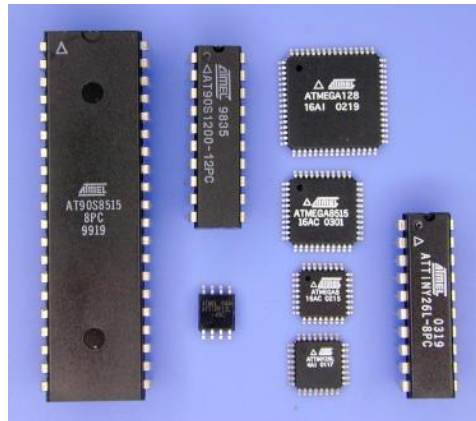


Figura 2.14 Distintos encapsulados de microcontroladores

### 2.2.2.3. Pantalla de cristal líquido LCD<sup>9</sup>

Es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica. Fig. (2.15)

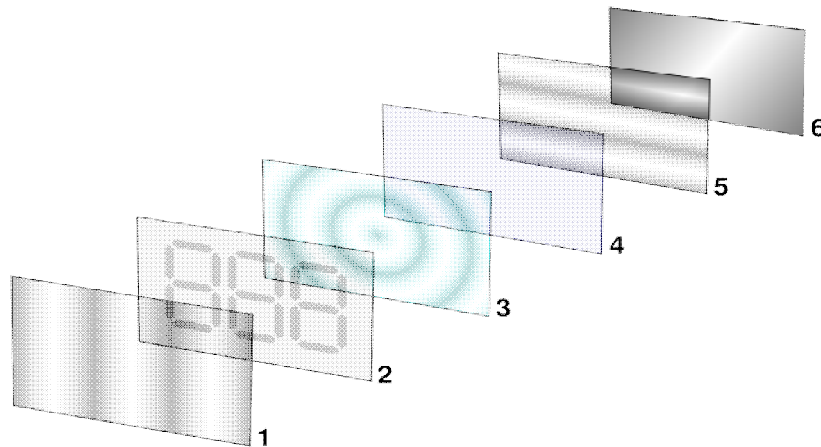


Figura 2.15 Capas de un LCD

<sup>9</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_de\\_cristal\\_l%C3%ADquido](http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido)

Capas que componen un LCD:

1. Film de filtro vertical para polarizar la luz que entra.
2. Sustrato de vidrio con electrodos de Óxido de Indio ITO. Las formas de los electrodos determinan las formas negras que aparecen cuando la pantalla se enciende y apaga. Los cantos verticales de la superficie son suaves.
3. Cristales Líquidos "Twisted Nematic" (TN).
4. Sustrato de vidrio con film electrodo común (ITO) con los cantos horizontales para alinearse con el filtro horizontal.
5. Film de filtro horizontal para bloquear/permitir el paso de luz.
6. Superficie reflectante para devolver la luz al espectador. En un LCD retro iluminado, esta capa es reemplazada por una fuente luminosa.

## **CAPÍTULO III**

### **3. DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1. Preliminares**

El presente trabajo fue elaborado con la finalidad de proveer mayor seguridad en el momento de transportar carga, la misma que debe ir acorde al peso máximo que puede levantar, sostener y llevar a su destino el puente grúa.

Además proporciona confianza a los usuarios de los mismos y todo el personal que transita y labora por las inmediaciones de los puentes grúas de Novacero Planta Lasso Tren de Laminación número 1, ya que con ello se da un paso más para tener una planta de producción más segura y con menos riesgo de accidentes.

#### **3.2. Realización del proyecto**

##### **3.2.1. Determinación del hardware**

###### **3.2.1.1. Determinación de la capacidad de la celda a ocuparse.**

Para este proyecto se analizó la carga que soportará el puente y en general los puentes de las naves que conforman el tren de laminación #1, se realizó un cálculo que se puede observar en la fórmula 3.1 debido a que para el izaje del gancho se utiliza un cabo de acero que se ajusta por un extremo de una parte fija de la grúa y baja hacia las poleas que tiene el gancho, sube nuevamente hacia una polea instalada en la grúa, repite el proceso al bajar y regresa al tambor donde se enrolla, esto indica que la carga se divide en los 4 hilos que sostienen al

gancho desde arriba, también existen ganchos que tienen 3 o más poleas instaladas en esos casos el número de hilos es mayor y por lo tanto la carga se divide para cada uno de ellos, en la figura 3.1 se puede apreciar dos formas de izar el gancho del puente.



Figura 3.1 Modo de izar el Gancho

$$\frac{\text{Capacidad del puente.}}{\text{Numero de Hilos.}} \quad (3.1)$$

Si la carga es de 10 toneladas que es la máxima que soportaría un puente promedio de los que se tiene a disposición, donde se va a colocar el medidor de peso se tiene que por cada hilo soportaría una carga máxima de 2500 kg. esta sale de dividir el peso total que soporta el puente grúa para el número de hilos que posee el mismo como se muestra en la fórmula 3.1 y por ello debería utilizar una celda de carga de este peso, la celda que se dispone por el momento es de 5000 lb, así que se puede utilizar sin ningún problema.

La señal que esta celda da es en función de tres milivoltios/voltio que se aplique a la celda esta es la resolución con la que fue construida la misma, es decir que si le aplica un voltaje de 10Vdc la celda le devuelve máximo 30 mVdc cuando la

deformación por el peso sea la máxima, esto depende de la construcción que tenga la misma ya que se da en función de la sensibilidad para la cual haya sido fabricada, de ahí que para poder leer e interpretar esta señal con algún microprocesador o un PLC se necesita un adaptador.

### **3.2.1.2. Adaptador para una celda de carga**

El adaptador que se va a utilizar, inyecta un voltaje de 10 voltios a la celda, para alimentarle e interpreta los voltajes que esta le devuelve y tiene una salida de 0 a 10 Vdc. proporcionales ala entrada, los cuales ya pueden ser leídos y son manipulables por un microcontrolador, también existen modelos que tienen salida en corriente de 4 a 20 mA o de -5 a 5 Vdc., además este adaptador dispone de una resistencia que puede ser cambiada para adecuarse a las distintas resoluciones que poseen las celdas de carga que son de 1mV/V, 2mV/V, 3mV/V, disponen detres potenciómetros de precisión para realizar el calibrado de la misma, los mismos que son para el cero grueso y fino y elspan, la misma se alimenta con 24 Vdc. y la conexión con la celda de carga es sencilla.

### **3.2.1.3. Microcontrolador.**

Una vez determinado la celda y su adaptador se procede a seleccionar un microcontrolador que se ajuste a las necesidades que se buscó como son tener 1 entrada analógica, 4 entradas digitales y 7 salidas digitales.

Se buscó primero en la familia MICROCHIP, luego en la familia ATMEL, y se decidió por utilizar el ATmega8 o a su vez el ATmega48 ya que son similares, más baratos y cumplen con las características requeridas para el trabajo a realizarse, no se decidió por la familia MICROCHIP puesto que no se encontraba uno de 14 pines con entrada analógica, solo se tenía uno con un comparador analógico.

A su vez el ATmega8 consta de 23 pines configurables como entradas o salidas digitales, 6 entradas analógicas (ADC), un oscilador interno de hasta 8MHz programable; con esto está cubierto todas las características requeridas para el circuito a realizarse.

### 3.2.1.4. Diseño del circuito electrónico de control.

#### 3.2.1.4.1. Diseño esquemático.

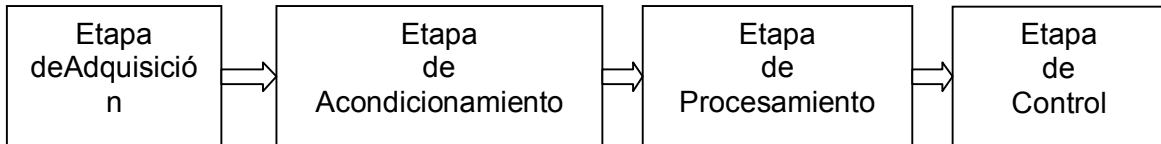


Figura 3.2 Etapas del circuito de control

Luego de definir los materiales principales a utilizarse se procedió a realizar el circuito de control para los mismos basándose en la figura 3.2, siguiendo el siguiente orden:

- ✓ Etapa de adquisición que es la celda de carga propiamente dicha la que nos va a dar los valores de voltaje de acuerdo al peso que le coloquemos.
- ✓ Etapa de acondicionamiento de la señal de la celda de carga, en la que se necesita un voltaje de 24Vdc para alimentar el adaptador y que este pueda trabajar y hacer sus cálculos propios.
- ✓ Etapa de procesamiento, el microcontrolador que es el cerebro del circuito se alimenta con 5Vdc aquí se procesa la información que es enviada del adaptador y él es el encargado de enviar señales al LCD y al relé de salida.
- ✓ Etapa de control, consta de un relé de estado sólido para la señal de apertura si la carga es más pesada de la que se encuentra calibrada en el momento, este relé trabaja a 24Vdc, el LCD que se va a utilizar para, mostrar los datos de calibración y el peso que se encuentre puesto en el gancho en ese momento, se alimenta de un voltaje de 5Vdc, además de este se utilizará otro relé externo a la placa del circuito de mayor capacidad para protección y mayor facilidad de ser reemplazado, del que se encuentra en la placa.

✓ Tomando estas condiciones de voltaje se vio la necesidad de poner un regulador 7805, pero como el voltaje de entrada es elevado para el regulador se colocó antes del 7805 un 7812 para que el regulador de 5Vdc no se caliente y se quemara.

Con todos estos puntos se procede a realizar las pruebas pertinentes en el protoboard:

✓ Primero se empieza por probar la celda de carga con respecto al adaptador para verificar sus voltajes de salida, existe una celda de 1000 libras y de 2mV/V, así que se debe modificar la resistencia interna del adaptador para que funcione con esta celda, una vez conectada la celda, energizar y probar que esté dando un valor de 0 sin tener ningún peso colocado, de no ser así se procede a encerrar la misma con los potenciómetros, en la tabla 3.1 se puede observar los valores medidos con peso colocados en la celda y la comparación con los calculados que se obtienen de realizar una regla de 3 en la que el peso se tiene que expresar en libras debido que la celda está expresada en ese valor.

A continuación se describe la regla de tres para obtener el valor de voltaje en relación al peso que se va a colocar en la celda de carga.

$$\frac{10V}{x} \text{ a } \frac{1000 \text{ lb}}{\text{peso colocado}} \quad (3.2)$$

$$\frac{10V}{x} \text{ a } \frac{1000 \text{ lb}}{169.34 \text{ lb}} x = \frac{10 * 169.34}{1000} = 1.7V$$

Peso colocado en Kg	Voltaje medido en V	Valor calculado
75	1.8	1.7
100	2.3	2.2
300	6.8	6.7

Tabla 3.1 Valores medidos y calculados después del adaptador.

✓ Viendo los valores calculados con los medidos se tiene que son muy similares y se puede corregir utilizando el span que posee la misma celda o con un arreglo mediante software.



✓ Con la prueba del adaptador completa, se procede a realizar el circuito de control que se puede ver en la figura 3.3, este ya es el circuito terminado, tomando en cuenta los materiales previamente definidos, sus características y maneras de conectar, que se los puede ver en los datasheets de cada uno de ellos o con la experiencia que cada uno posee, además de las necesidades que se presentaron exteriormente como son las entradas y salidas que tienen y como estas van hacer conectadas a la parte exterior del circuito, la conexión del LCD y los pulsadores que se va a utilizar si son comunes se procede a realizar una adaptación en software para que no tengan rebote, se utilizará en esta ocasión pulsadores de membrana que por su característica de construcción no presentan dicho problema, una vez terminado el primer circuito se procedió a probarlo en un protoboard ya con todos los elementos y medir los voltajes que le llegan de la celda al microcontrolador y el valor que este muestra en el LCD, para observar los errores que presenta y proceder a realizarle los cambios pertinentes ya sea en la parte de hardware como de software.

✓ Cuando el circuito está probado en el protoboard y sometido a los ambientes en donde va a trabajar se procede a realizar el diseño del circuito impreso para ser elaborado en la baquelita.

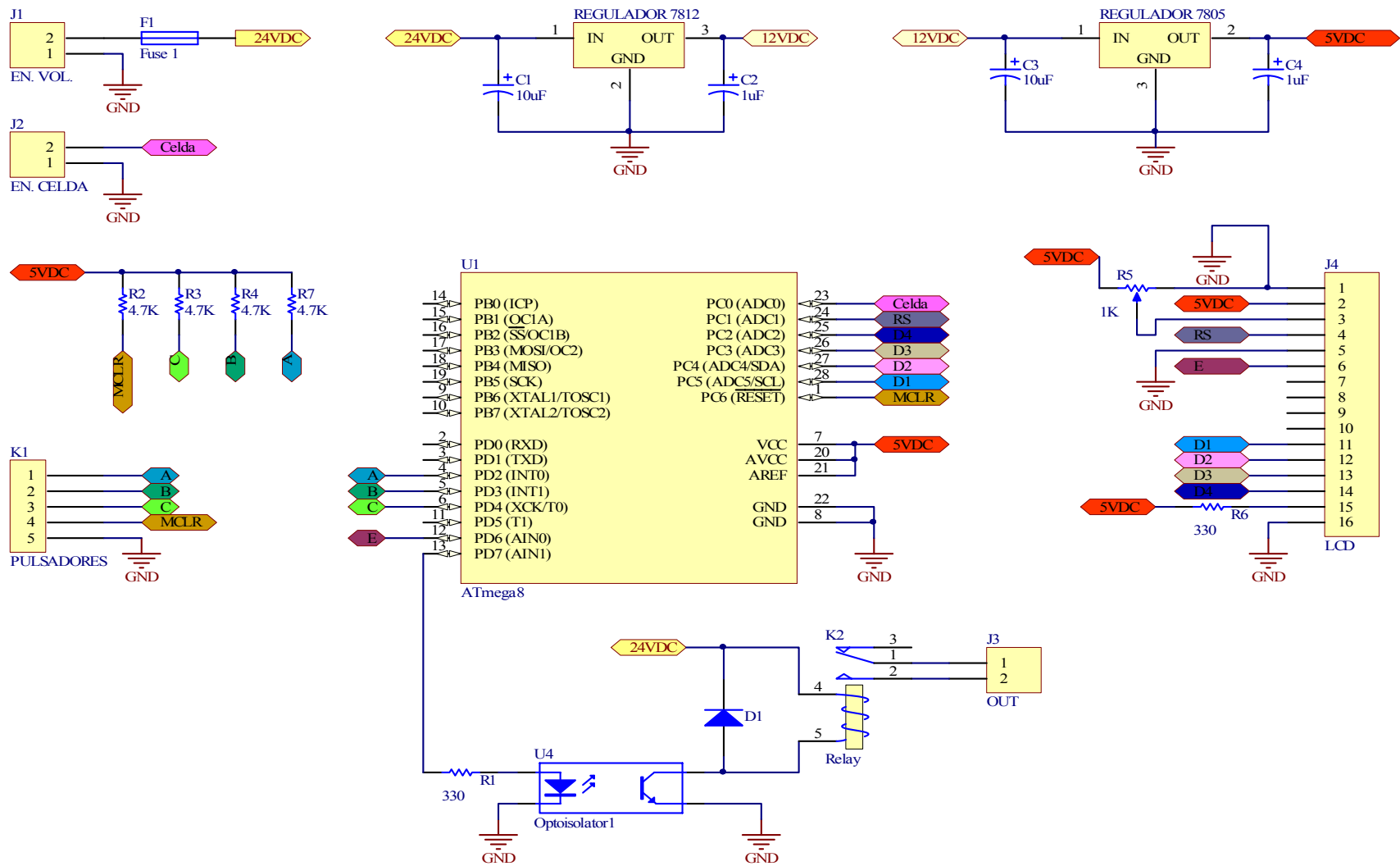


Figura 3.3 Circuito esquemático de control.

### 3.2.1.4.2. Diseño del circuito impreso.

Ya con todas los cambios realizados del circuito realizado en papel y tomando en cuenta los materiales a utilizar se procede a ejecutar el diseño del circuito impreso.

#### 3.2.1.4.2.1. Selección del programa y diseño de las pistas.

Se seleccionó el programa ALTIUM DESIGNER WINTER 09 para realizar el circuito esquemático e impreso de la siguiente manera.

- ✓ Se buscó el acceso directo del programa en la ubicación que se instaló, se abre, y aparecerá una ventana como la que se muestra en la figura 3.4.

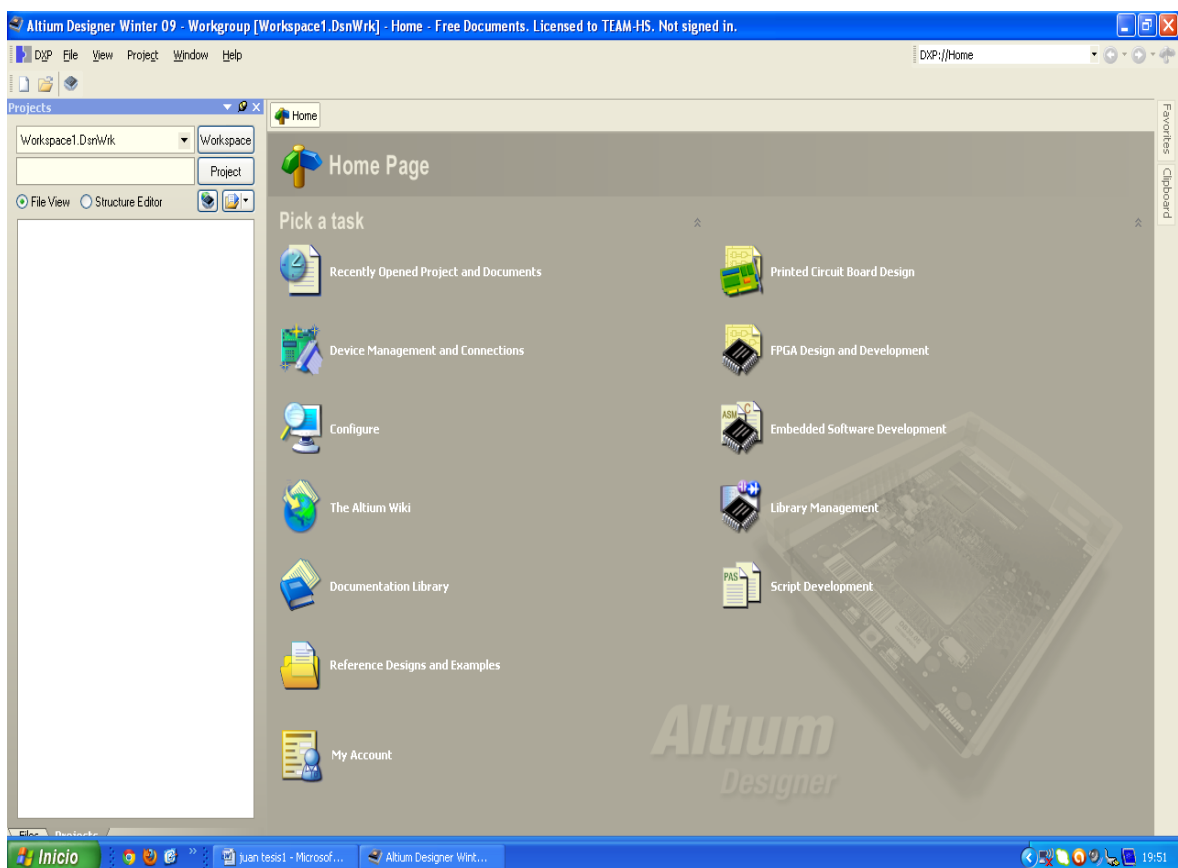


Figura 3.4 Ventana principal de ALTIUM

- ✓ Seguidamente de un clic en File baje hasta New pase al costado derecho y abra un Schematic y un PCB como se ve en la figura 3.5.

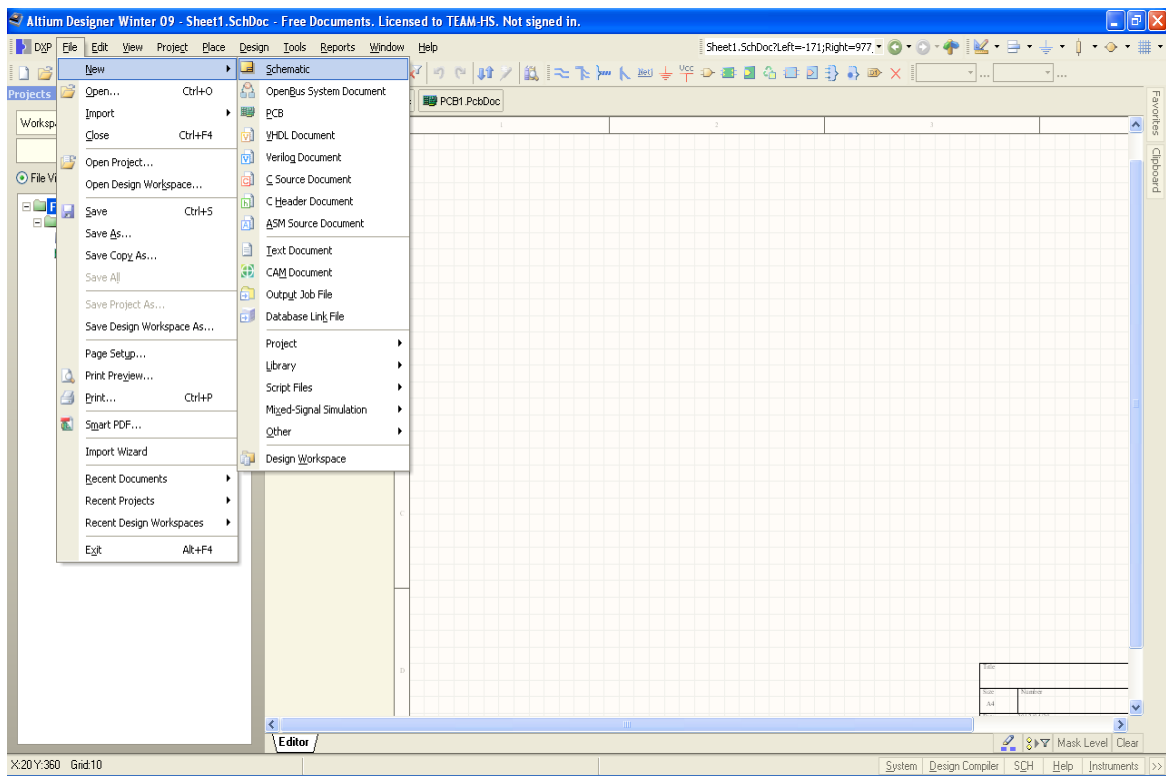



Figura 3.5 Apertura del proyecto

- ✓ Luego de abrir los mismos proceda a guardar todo con el mismo nombre para que se cree un proyecto y guarde el proyecto en una ubicación conocida.
- ✓ Para empezar a colocar los elementos que van a componer el circuito vaya a place, part..., y aparecerá una ventana donde se muestran los componentes, dar un clic en la pestaña  y se despliega una ventana que se muestra en la figura 3.6, donde se encuentran las librerías instaladas al momento en el programa, si se necesita un componente que no se encuentre instalado en las librerías se debe buscar en las otras librerías mediante las pestaña que dice find...

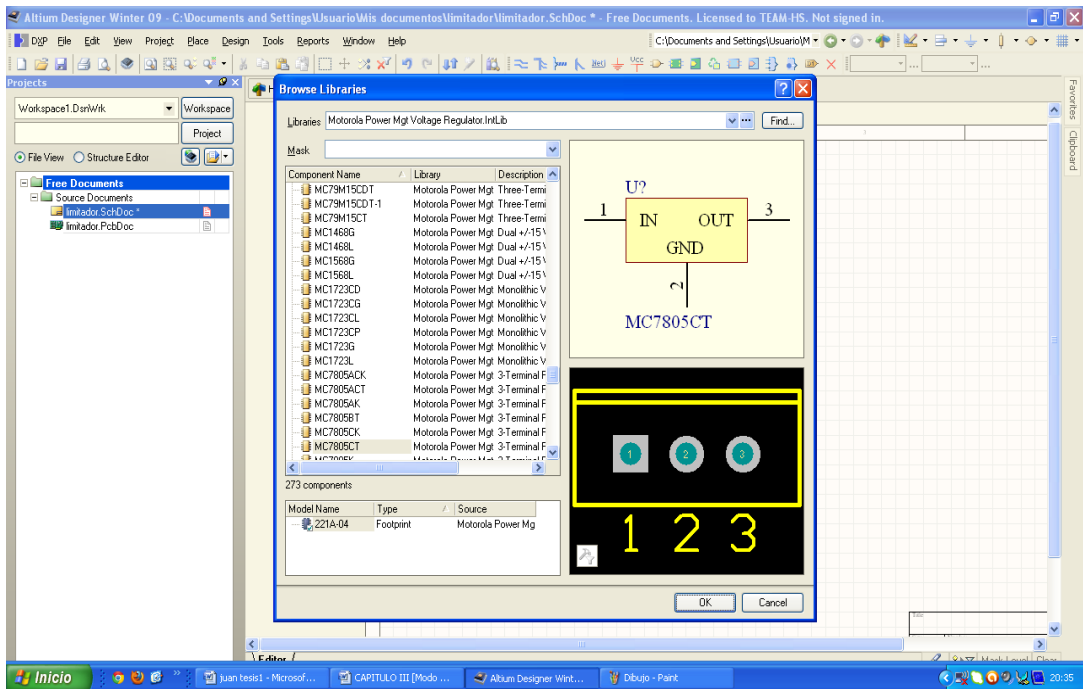


Figura 3.6 Ventana para insertar los elementos en el proyecto.

- ✓ En la figura 3.7 se puede observar algunos elementos ya colocados en la ventana donde se procederá a ubicarlos de manera que sea entendible y luego conectarlos.

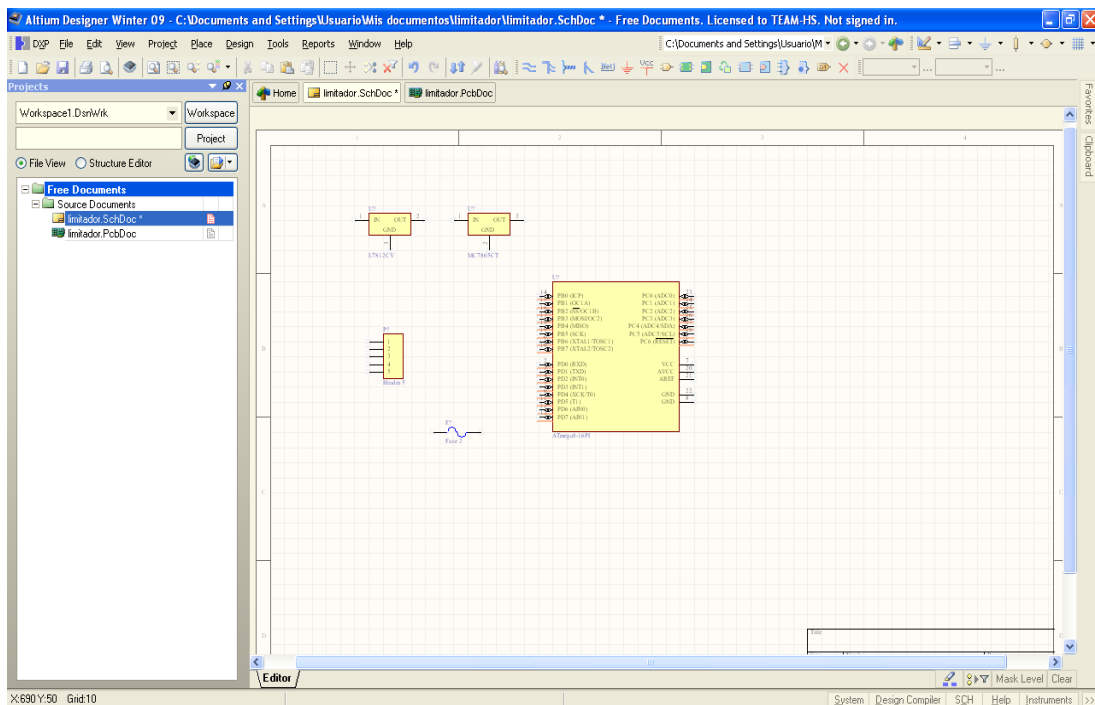


Figura 3.7 Colocación de elementos en la ventana de diseño.

✓ Luego de colocar todos los elementos en un sitio adecuado y conectarlos tendrá como resultado la figura 3.8, en este diagrama se encuentra colocado una conexión con viñetas y no con líneas para que no sea muy complicado de entender.

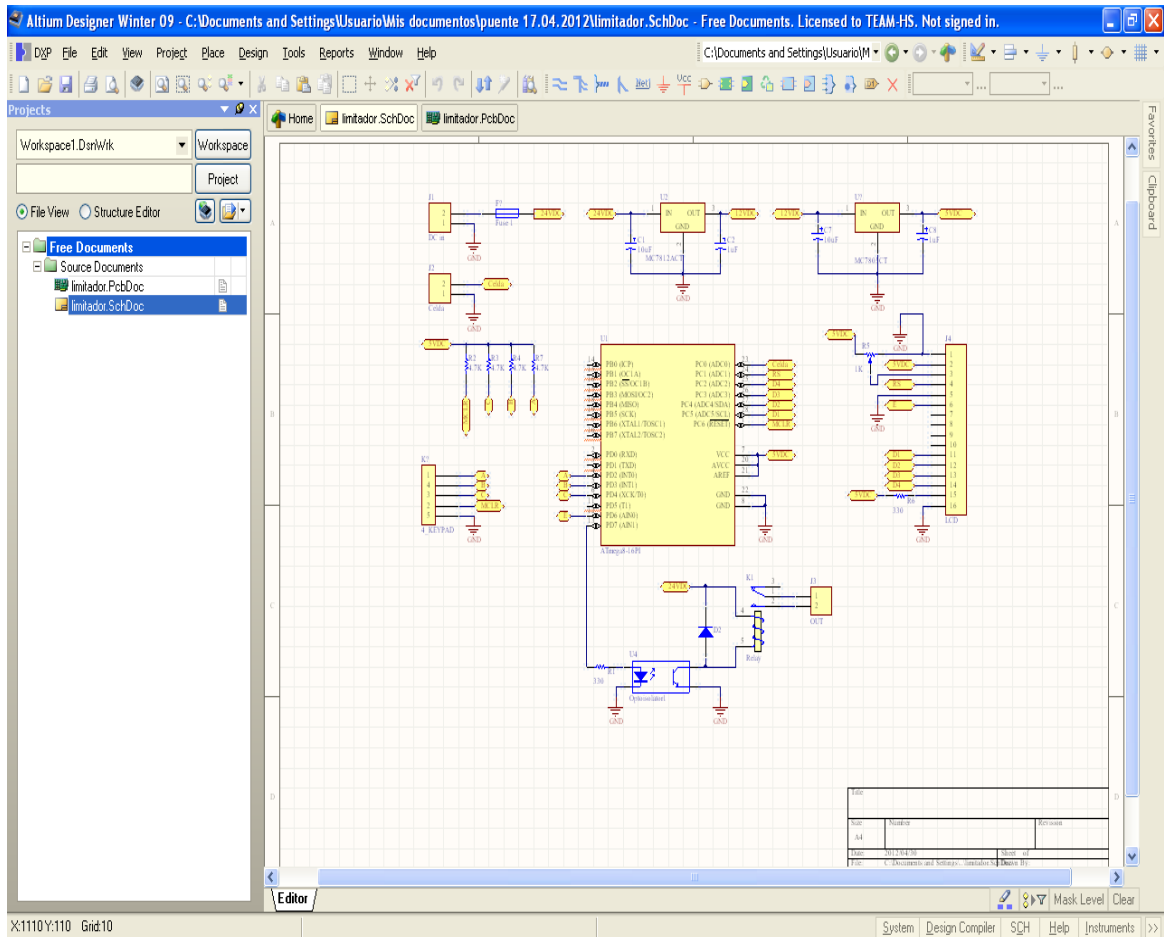


Figura 3.8 Circuito esquemático terminado

✓ Luego se procede a pasar los elementos del Schematic al PCB, esto se realiza dando clic derecho en el Schematic y compilando el proyecto, luego se hace lo mismo en el PCB con la diferencia que se selecciona en Show Differences y seguir los pasos que se muestran en las ventanas.

✓ Una vez dispuestos los elementos de acuerdo a como van a ir en el circuito se procede a rutear las pistas de los mismos mediante la ayuda del ruteado automático que tiene el programa para ello se debe seleccionar la opción que dice Auto Router y cambiar los parámetros del ancho de las pistas, los espacios

mínimos, los diámetros donde serán soldados los elementos y la parte de la placa que se va a utilizar en este caso Bottom Layer, luego de muchos intentos y cambios de orientación como de sitio de los elementos se tiene la parte del circuito impreso como se puede observar en la figura 3.9.

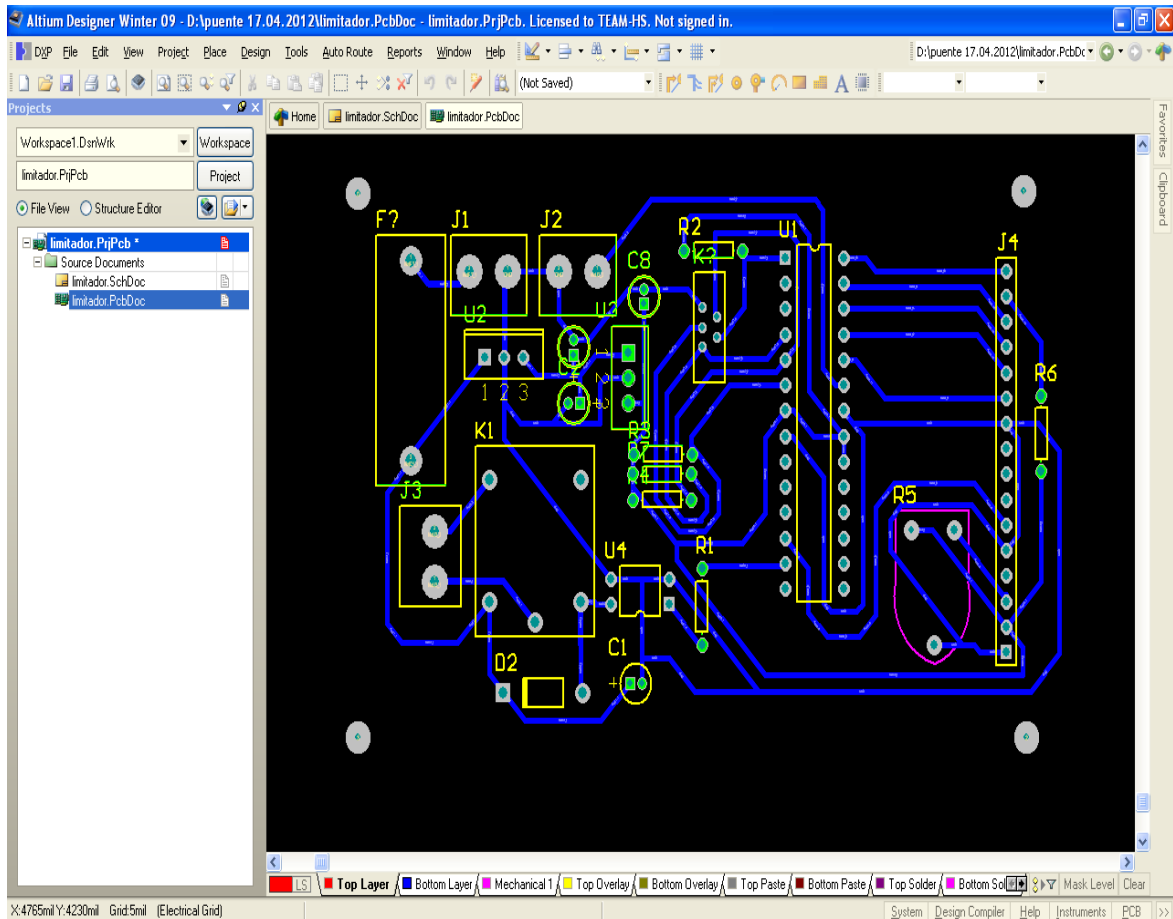


Figura 3.9 Circuito listo para ser impreso en la baquelita.

- ✓ Una vez impreso el circuito en el papel seleccionado se procede a cortar las placas de baquelita del tamaño requerido para el circuito impreso, lijar sus filos, y que no sea muy grande ni muy pequeña.
- ✓ Luego de frotar la placa de baquelita con lustre fino y limpiarle las impurezas que se generan al lijarlo se procede a colocar el papel con el circuito previamente impreso de modo que las pistas una vez pasadas a la baquelita queden en el sentido correcto esto se debe tener en cuenta al momento de imprimirle tiene que ser modo miror (espejo) ya que la placa se dibuja en el

sentido como van a quedar los elementos, sujetarlo con masquin de los extremos para que no se mueva y al momento de plancharla vaya a salir movidas las pistas o no salir.

✓ Se procede a colocar un papel o un pedazo de tela que cubra toda la baquelita, planchar de 2 a 3 minutos o el tiempo que estime necesario, de acuerdo al tipo de plancha y la temperatura de la misma, para que el carbón se pegue bien al cobre y se despegue por completo del papel que ocupa y al momento de quemarla no se pierdan las pistas que es lo que va a servir para el circuito.

✓ Cuando la placa ya esté quemada es decir retirada todo el exceso de cobre con ácido férrico, limpiar las pistas, realizar los huecos por los que se va a proceder a soldar los elementos teniendo en cuenta el diámetro de los conectores que tiene cada elemento y utilizando la broca adecuada para que el agujero no quede demasiado grande.

✓ A continuación se procedió a soldar los elementos uno por uno primero probando que entren bien los elementos en los agujeros realizados para luego no tener problemas cuando los elementos ya están ubicados en el puesto y se intenta hacer otro hueco.

✓ Cuando la baquelita esté soldada por completo limpiar para retirar la pasta de soldar que se utilizó para el trabajo ya que esta genera interferencias en los circuitos, utilizar un material que no sea dañino para los elementos que se está utilizando.

✓ Terminada la placa de control se procedió a armar todas las piezas en una caja de metal para tratar de eliminar el ruido que se genera en las instalaciones y puede afectar de manera perjudicial al correcto desempeño del mismo.

✓ Al punto de que todo estuvo terminado y conectado como se muestra en la figura 3.10, se procedió a programar el microcontrolador para realizar las pruebas pertinentes antes de ser montado.



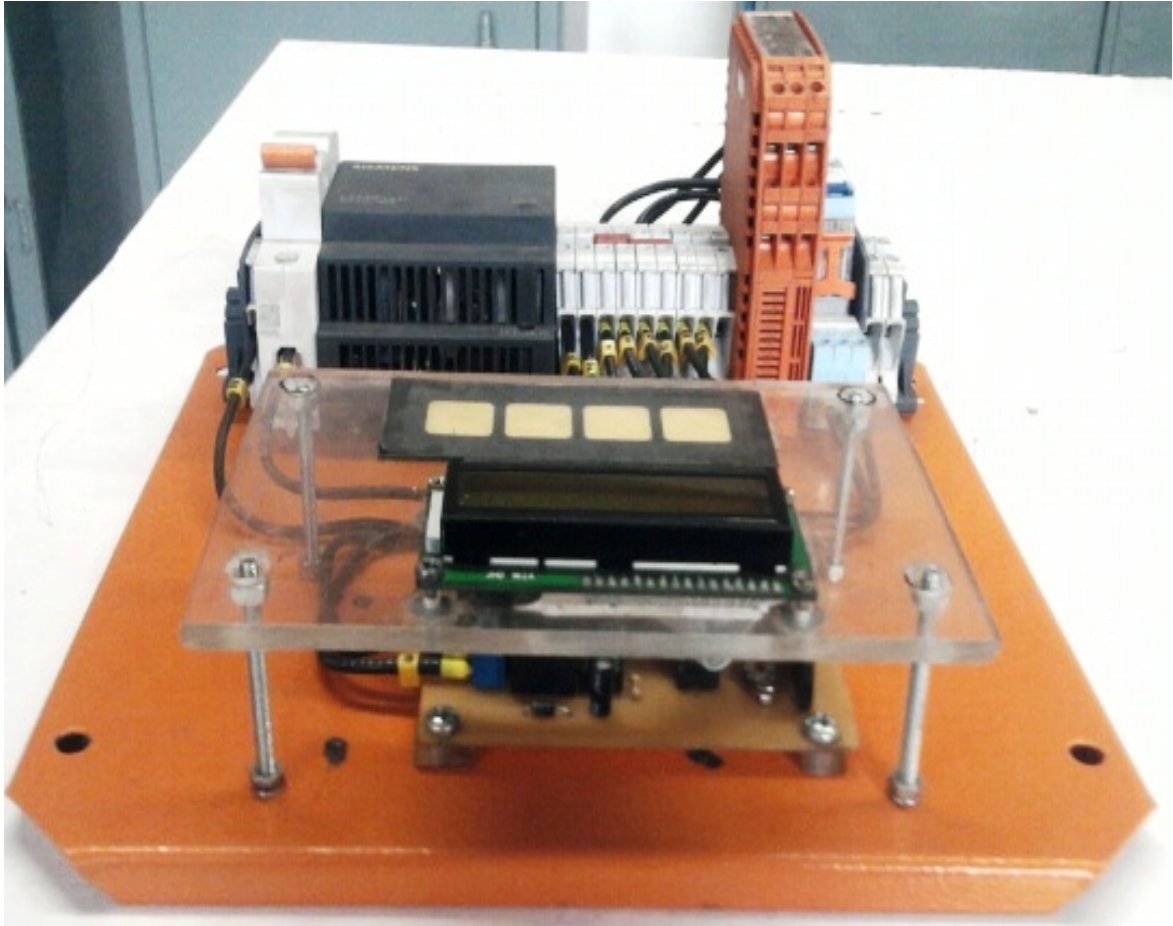


Figura 3.10 Circuito terminado y listo para ser probado.

### 3.2.2. Diseño del software.

Para la parte del software se procedió a realizarlo en el programa BASCOM-AVR, que está diseñado para realizar programaciones para microcontroladores ATMEL.

✓ Primero se procede a abrir el programa ya mencionado y cargará una ventana como la que se muestra en la figura 3.11.

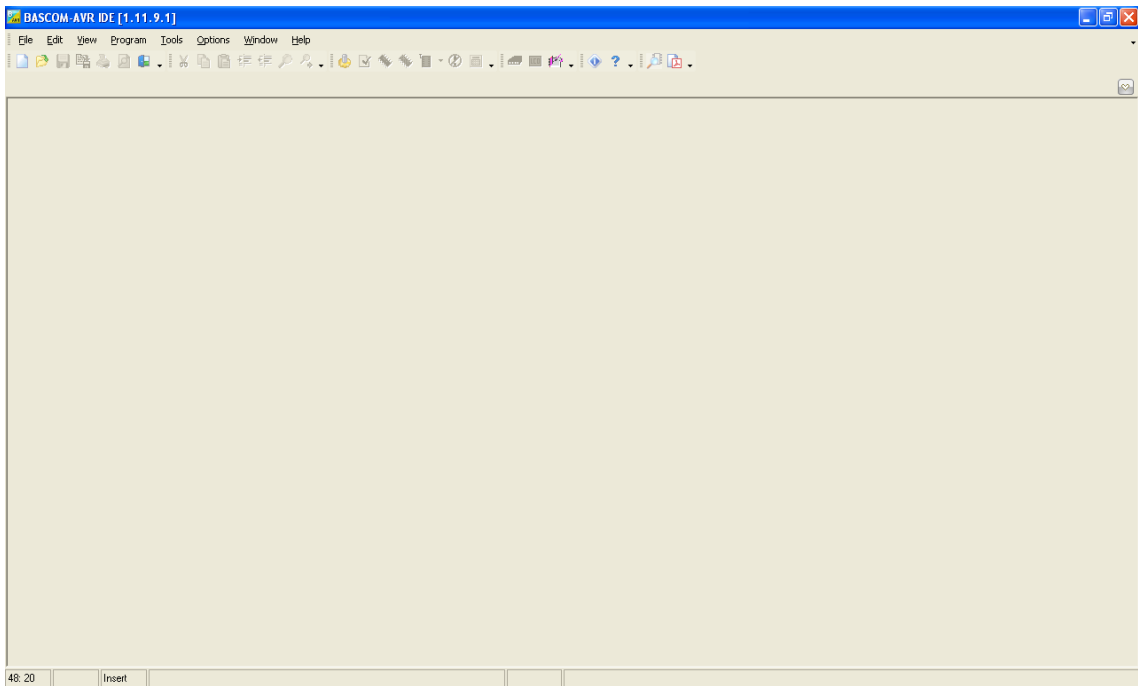


Figura 3.11 Ventana principal de BASCOM-AVR

✓ Luego se procede a abrir una nueva hoja de programación que es donde se va a escribir los códigos de instrucciones para el microcontrolador y aparecerá una ventana como se observa en la figura 3.12.

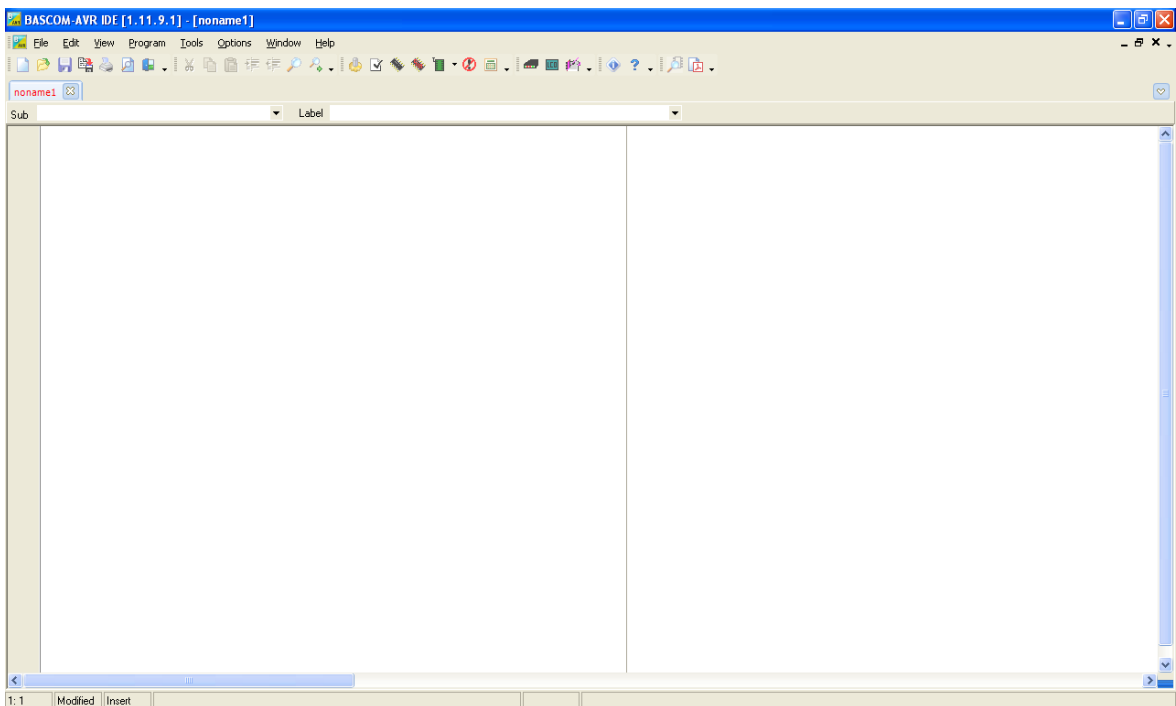
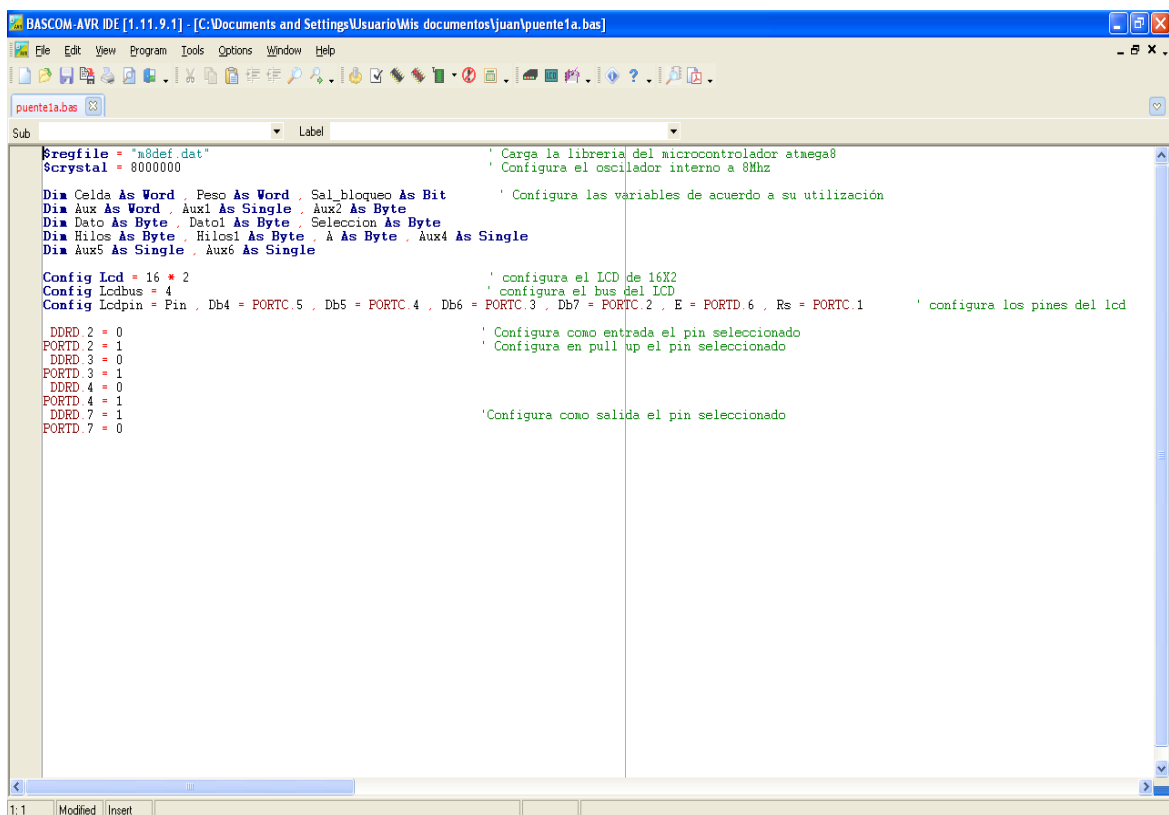


Figura 3.12 Nueva hoja de programación de BASCOM-AVR

✓ Inmediatamente se procede a realizar las determinaciones básicas del programa como son el tipo de integrado, el valor del oscilador si es interno, las variables a utilizar y de qué tipo son, para esto previamente diseñar un diagrama de las necesidades que se tiene para dimensionar las variables, el destino por el cual se va a comandar el LCD y la designación y configuración de los puertos a ocuparse como se puede ver en la figura 3.13, a continuación ya se empieza a colocar los códigos para que el microcontrolador empiece a obtener datos por el puerto analógico, los procese, los ejecute, los muestre y así se desarrolla todo el proyecto como creaconveniente.



```

BASMCOM-AVR IDE [1.11.9.1] - [C:\Documents and Settings\Usuario\Mis documentos\juan\puenteia.bas]
File Edit View Program Tools Options Window Help
puenteia.bas
Sub
$regfile = "m8def.dat"
$crystal = 8000000
Din Celda As Word , Feso As Word , Sel_bloqueo As Bit
Din Aux As Word , Aux1 As Single , Aux2 As Byte
Din Dato As Byte , Dato1 As Byte , Seleccion As Byte
Din Hilos As Byte , Hilos1 As Byte , A As Byte , Aux4 As Single
Din Aux5 As Single , Aux6 As Single
Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdbus = 4
Config Lcdpin = Pin , Db4 = PORTC.5 , Db5 = PORTC.4 , Db6 = PORTC.3 , Db7 = PORTC.2 , E = PORTD.6 , Rs = PORTC.1
DDRD.2 = 0
PORTD.2 = 1
DDRD.3 = 0
PORTD.3 = 1
DDRD.4 = 0
PORTD.4 = 1
DDRD.7 = 1
PORTD.7 = 0
' Carga la libreria del microcontrolador atmega8
' Configura el oscilador interno a 8Mhz
' Configura las variables de acuerdo a su utilizacion
' configura el LCD de 16X2
' configura el bus del LCD
' configura los pines del lcd
' Configura como entrada el pin seleccionado
' Configura en pull up el pin seleccionado
'Configura como salida el pin seleccionado

```

Figura 3.13 Configuraciones previas al programa

✓ Para ser grabado el programa en el microcontrolador se utiliza el programa progisp en la figura 3.14 se muestra el programa en su ventana inicial.

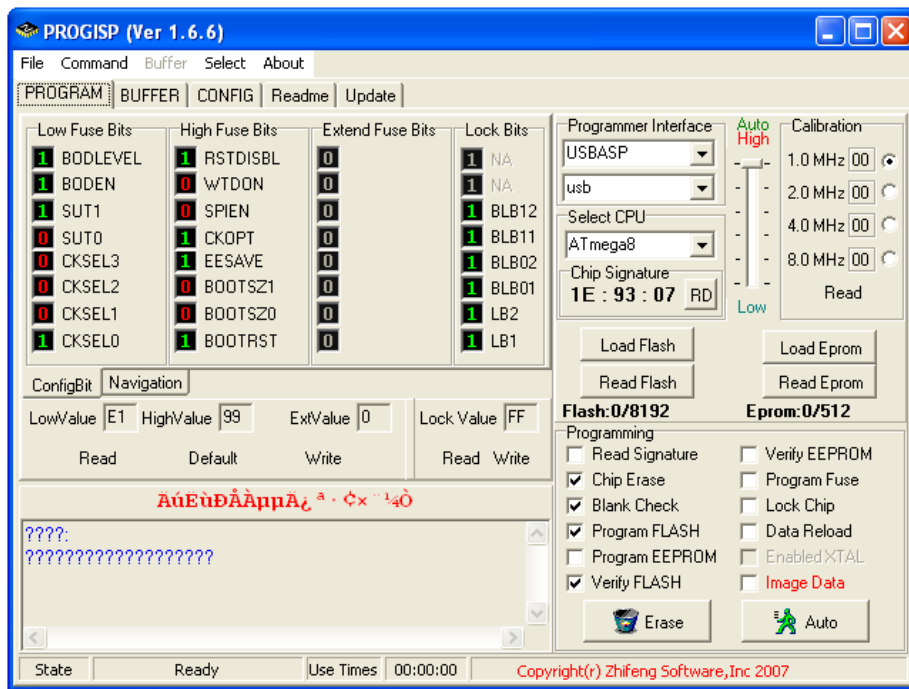


Figura 3.14 Programa para grabar el microcontrolador

✓ Aquí se tiene que seleccionar primero el nombre del integrado que se va a usar, el oscilador interno de 8 MHz, y todas las demás consideraciones que se necesite para el programa realizado, para cargar el programa se selecciona load flash y para grabar se le pone en auto esto se lo realiza con la ayuda del grabador que se disponga.

✓ Una vez programado el microcontrolador se le coloca en la placa tomando en cuenta la dirección del mismo ya que si le coloca mal se puede quemar, se le aplica voltaje a la misma para probarle ya con peso y luego colocarle en su respectivo puesto donde va a trabajar.

### 3.2.3. Pruebas de funcionamiento

Antes de colocar la caja en su respectivo puesto donde se va a quedar a trabajar se procede a realizar pruebas en el taller a fin de evitar que exista errores una vez montado el circuito, conectar el breaker a la alimentación, medir el nivel de voltaje suministrado, subir el breaker principal y programar el microcontrolador desde su circuito impreso como se muestra en el manual del usuario con las características

del puente en el cual va a probar el circuito esto es su capacidad nominal de peso que puede soportar y el número de hilos que posee para realizar el izado de las cargas, así como tener en cuenta que tipo de celda se va a utilizar para realizar las pruebas esto se refiere a que resolución tenga la celda.

Para estas pruebas se le colocó simplemente en un teclé manual y una celda de 1000lb así se probó con distintos pesos y distintas configuraciones de puentes para observar cómo respondía el circuito ya sea con el mismo peso pero variando el número de hilos y con esto logrando que se supere el peso máximo calibrado en el puente para observar la respuesta del circuito y colocando una lámpara en el relé de salida para comprobar que se apague es decir se desconecte el mando de subir del puente.

Encerar el adaptador de la celda de carga esto se realiza moviendo sus potenciómetros para darle mayor o menor ganancia y realizarle el ajuste para comprobar el valor, primero medir el voltaje que está saliendo del adaptador de la celda luego confirmarlo en el LCD y posteriormente colocando un peso en el gancho y luego retirándolo para ver si regresa a cero de no ser así volver a ajustar la ganancia y repetir los pasos anteriores hasta que el circuito quede funcionando de la mejor manera.

Si no se puede realizar por hardware debido a que el error es muy grande volver a calcular la desviación que tiene la celda y programar nuevamente el microcontrolador para que el valor de peso mostrado en el LCD sea igual al peso colocado.

Esto se realiza con pesos mayores y se comprueba que estos sean los reales, una vez calibrado procede a alzar un peso mayor al de la capacidad seleccionada y así probar que funcione correctamente el circuito.

A continuación se muestra la tabla 3.2 con las pruebas realizadas y los errores que se tuvieron al momento de realizar las pruebas de funcionamiento.

Peso real	Peso medido	Observaciones	Solución
75 kg	25 kg	Se colocó el peso en una celda de resolución de 2mV/V y estuvo calibrado el adaptador para una de 3mV/V.	Proceder a colocar una resistencia para la resolución adecuada en el adaptador.
75 Kg	225 Kg	Este error se dio debido a que el cálculo de desviación que se hizo en el microcontrolador estaba mal.	Cambiar los valores calculando los mismos y colocarle en el programa para programar el microcontrolador.
0 kg	5 Kg	Sin ningún tipo de carga el LCD muestra un valor errado de peso	Proceder a mover los potenciómetros del adaptador para tener un valor de cero en el LCD.
100 kg	98 Kg	El span o los potenciómetros de ajuste se encuentran muy bajos.	Subir el potenciómetro del span y calibrarlo utilizando los otros potenciómetros para cuando se baje el peso se quede en cero.
450 Kg	Puente bloqueado	El peso colocado es menor al peso calibrado y tenemos error de bloqueo.	Colocar un tiempo de retardo en el bloqueo, configurar de nuevo el microcontrolador.
500 kg	Puente bloqueado	El peso colocado es mayor al peso calibrado.	Colocar un peso menor en el puente para no dañarlo.

Tabla 3.2 Análisis de resultados de las pruebas.

Cuando todo esté funcionando de la manera esperada colocarlo en el puente grúa y volverlo a probar para evitar que existan nuevos errores.

### **3.3. Informe**

Una vez colocado el circuito terminado y probado en su puesto de trabajo se puede decir que el proyecto se ha finalizado con éxito y que con esto se ha contribuido en algo a mejorar la seguridad del personal que labora en dicha zona donde se ha colocado el medidor, este es un paso significativo para lograr tener una planta de producción más segura y que tenga menos índice de accidentabilidad.

### **3.4. Estudio Económico**

La implementación de este circuito no representa una inversión económica bastante fuerte por lo que es factible la implementación en todos los trenes que mantiene la planta, es más la administración de la empresa muy gustosa la implementa ya que se trata de la seguridad del personal y también de los equipos que si representan un capital considerable.

### **3.5. Análisis Económico**

Para la elaboración del sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas en Novacero Planta Lasso, se tomó en cuenta algunos gastos que a medida del desarrollo del proyecto iban apareciendo y que a su vez representaban un desembolso económico, entre ellos se puede mencionar el uso de la computadora, internet, impresora, bibliografía anexa, fotografías, material de papelería y otros.

#### **3.5.1. Recopilación de Información**

Corresponde las visitas a Novacero Planta Lasso, fotos, copias e información necesaria para el proyecto (Ver Tabla 3.3).

**Tabla 3.3**Recopilación de información

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
01	Movilización	\$ 30,00
02	Fotocopias	\$ 10,00
	<b>Sub total 1</b>	<b>\$ 40,00</b>

**3.5.2. Elaboración**

En esta fase se toma en cuenta los dos tipos de presupuesto determinados en el proyecto aprobado y se utiliza los materiales definidos a continuación en el presupuesto primario se toma en cuenta los elementos utilizados para realizar el medidor y en el secundario están los trámites de grado y todo lo que ahí se incluye, en la tabla final están los valores totales utilizados en el proyecto:

**a. Utilización de Presupuesto Primario****Tabla 3.4:** Presupuesto Primario por unidad a implementar.

<b>CANT.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR</b>
1	Celda de carga tipo s para 2500lb	\$266,00	\$266,00
1	Adaptador para una celda de carga	\$300,00	\$300,00
1	LCD de 2 x 16	\$10,00	\$10,00
1	Fuente de 24 Vdc. a 2 amperios	\$100,00	\$100,00
1	Microcontrolador	\$5,00	\$5,00
1	Regleta de pulsadores de membrana	\$55,00	\$55,00
1	Caja metálica de 20 x 20 x 16	\$40,00	\$40,00
1	Set de resistencias, diodos, relés para la	\$5,00	\$5,70
	<b>Subtotal 1</b>		<b>781,70</b>



**b. Utilización de Presupuesto Secundario**

**Tabla 3.5:** Presupuesto Secundario

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>V. TOTAL</b>
	Trámites de grado	\$300,00	\$300,00
1	Curso de Elaboración de Proyectos	\$30,00	\$30,00
2	Resma de hojas (papel bond)	\$4,50	\$9,00
50	Horas (Internet)	\$1,00	\$50,00
1	Gastos varios	\$70,00	\$70,00
		<b>Subtotal2</b>	<b>\$459,00</b>

**c. Costo Total del proyecto**

**Tabla 3.6: Costo Total**

Recopilación de Información	\$40,00
Presupuesto primario	\$781.70
Presupuesto secundario	\$459,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,280.70</b>

### **3.6. Documento de Aceptación del Usuario.**

## **INFORME DE ACEPTACIÓN DEL USUARIO**

Lasso, 20 de noviembre del 2012

Yo, Fernando Mera, me permito informar que el trabajo de graduación realizado por el Sr. Tamayo Celis Juan Alberto, que consiste en “Diseño e implementación de un sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas en Novacero Planta Lasso”, que se encuentra funcionando en el tren de Laminación número 1 de dicha planta, que es donde yo laboro y está bajo mi responsabilidad, para el efecto he recibido información acerca del funcionamiento del mismo se tiene la ayuda de un manual de usuario que se me ha entregado.

**Atentamente,**

-----  
**Ing. Fernando Mera**  
**Jefe de Mantenimiento Eléctrico Tren 1**

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

- Se instaló el sistema de medición de peso que controla la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas en Novacero Planta Lasso, consiguiendo una mayor seguridad en los puentes grúas.
- El Sistema de medición de peso fue diseñado, construido e implementado en base a la información recopilada, misma que permitió elegir los materiales, elementos y dispositivos más adecuados que ayuden a complementar el conocimiento teórico con la parte práctica.
- Se instaló en el sistema las protecciones necesarias tanto para la parte de potencia o fuerza como la parte de control que va a permitir proteger todos los elementos constitutivos.
- Los trabajadores que operan en el puente que se encuentra instalado el sistema de medición se sienten seguros al realizar su trabajo ya que solo pueden levantar el peso máximo permitido para los equipos instalados.
- Se realizó el manual de operación, configuración y mantenimiento del equipo, con todas las especificaciones necesarias, para que cualquier técnico eléctrico pueda entender, manipular y reparar adecuadamente.

## 4.2. Recomendaciones

- A través de esta investigación recomendar a la Planta Novacero Lasso, que se preocupe por implementar este sistema de medición en los otros puentes.
- Brindar el mantenimiento respectivo al sistema al mismo tiempo que se realice el mantenimiento preventivo al puente en el que está instalado, para que tenga un óptimo funcionamiento.
- Verificar antes de utilizar el sistema que la programación sea la adecuada para el puente en el que está instalado, tomando en cuenta el peso y el número de cables de acero que cuelgan desde la grúa al gancho.
- Diseñar un circuito que permita mostrar el peso que se está cargando actualmente en el puente en una pantalla, para conocimiento de todos los trabajadores y sobre todo del personal que está operando el puente.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ✓ **Amplificador de instrumentación.-** Es un dispositivo creado a partir de amplificadores operacionales. Está diseñado para tener una alta impedancia de entrada y un alto rechazo al modo común (CMRR).
- ✓ **Carro transportador.-** Permite desplazar el elemento de elevación de un lado a otro a lo ancho del puente.
- ✓ **Celda de Carga.-** Es un transductor que se utiliza para convertir un peso en señal eléctrica.
- ✓ **Contactador.-** Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente.
- ✓ **Grúa.-** Una grúa es una máquina de elevación.
- ✓ **Las vigas.-** Sostiene y facilita el desplazamiento del carro y del elemento de elevación.
- ✓ **Microcontrolador.-** Es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).
- ✓ **Pantalla de cristal líquido LCD.-** Es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.
- ✓ **Puentes Grúas.-** Aparatos destinados al transporte de materiales y cargas.
- ✓ **Testeros.-** Los testeros son usados para soportar el peso de las vigas y el peso que ellas llevan encima.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador\\_de\\_instrumentaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_de_instrumentaci%C3%B3n)
- ✓ <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>
- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro\\_electr%C3%B3nico](http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_electr%C3%B3nico)
- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa\\_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_(m%C3%A1quina))
- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador\\_PIC](http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC)
- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_de\\_cristal\\_L%C3%ADquido](http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_L%C3%ADquido)
- ✓ <http://www.directindustry.es/prod/r-m-materials-handling/puente-grua-55185-364337.html>
- ✓ <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=113>
- ✓ <http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario%202009/Monografias%20seminario%202009.pdf>
- ✓ <http://www.rmhoist.com/espanol/crane-acc.htm>
- ✓ <http://www.tadisa.com.ar/pgrua.html>

# **ANEXOS**

## ANEXO A

### MANUAL DEL USUARIO

El circuito está diseñado para trabajar a un voltaje de 110Vac o 220Vac que se los debe aplicar como se muestra en la figura A.1.



Figura A.1. Como conectar el voltaje de alimentación.

Luego se procede a conectar la celda de carga basándose en el manual de la celda y del adaptador de la misma como se muestra en las figura A.2, figura A.3 y figura A.4



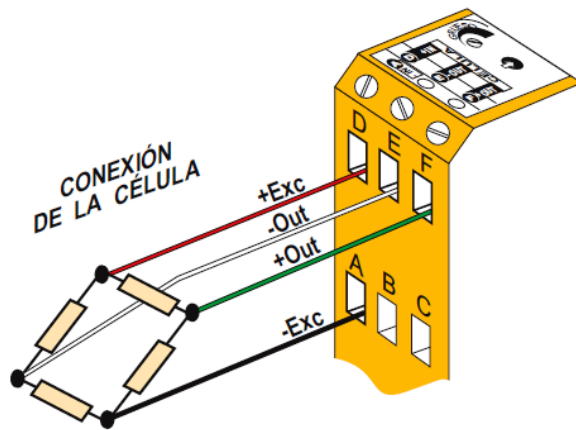


Figura A.2. Conexión del adaptador.

*Cable specifications:*

Cable length: 6m

Excitation +	Red
Excitation -	Black
Output +	Green
Output -	White
Shield	Transparent

Figura A.3. Definición de los cables de la celda.



Figura A.4. Celda conectada con el adaptador.

Cuando el peso máximo es excedido se desactivará un relé, el cual se encuentra conectado en un contacto normalmente abierto que al momento que empieza a trabajar el limitador se cierra, el mismo se debe conectar en serie con el pulsador del botón de subir del circuito de control, en la figura A.5 se muestra las borneras para dicha conexión.

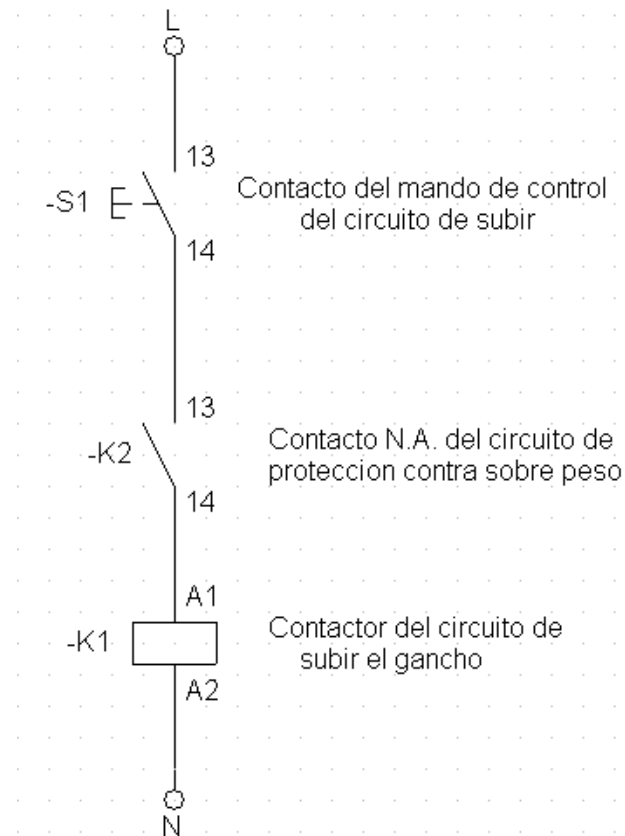


Figura A.5. Conexión al circuito de control.

Una vez conectado todo energizar el circuito para realizar la programación del mismo, aquí se debe seleccionar el peso máximo del puente y la cantidad de hilos que tiene el gancho para levantar la carga.

Este proceso debe ser realizado por personal técnico calificado y cumpliendo las normas de seguridad pertinentes para realizar este procedimiento.

### Manual de configuración interna del medidor

- ✓ Para ingresar al menú se debe aplastar tres veces el botón **C** aparecerá lo que se muestra en la figura A.6.



Figura A.6. Menú principal

- Si selecciona la letra **A** del sub menú, ingresa a seleccionar el peso máximo que tendrá el puente este peso se encuentra en toneladas.
- Si selecciona la letra **B** del sub menú, ingresa a configurar el número de hilos que tiene el puente, esto se refiere a las veces que el cabo de acero pasa por el gancho y vuelve a la grúa.
- ✓ Cuando se seleccione la letra **A**:
- Aparecerá en el LCD ingrese capacidad del puente en toneladas por el lapso de 2 segundos como se muestra en la figura A.7.



Figura A.7. Menú de configuración de peso

- Luego surgirá un mensaje que dice “**A** incremento **B** decremento **C** ok”, en la parte superior de LCD figura A.8.



Figura A.8. Como seleccionar el peso del puente.

- Ahí se debe seleccionar con los botones el peso adecuado del puente, en la parte inferior del LCD aparecerá un mensaje que dice “Peso en TON” y muestra el valor que tiene grabado en la memoria el circuito.
- Cuando ya se ha seleccionado el peso requerido se procede a aplastar el botón **C** y este hace que se guarde en la memoria eeprom del integrado y volverá al menú principal como se muestra en la figura A.6.
- ✓ Cuando se selecciona la letra **B**:
- Aparecerá en el LCD ingrese número de hilos por el lapso de 2 segundos figura A.9.



Figura A.9. Menú de configuración de hilos

- De ahí surgirá un mensaje que dice “**A** incremento **B** decremento **C** ok” en la parte superior y en la parte inferior saldrá "Num. Hilos:" y el valor que el integrado tenga grabado en su memoria interna figura A.10.



Figura A.10. Como seleccionar el número de hilos

- Una vez seleccionado el dato adecuado para el puente en cuestión se procederá a aplastar el botón **C** y con esto se guardará permanentemente en la memoria del integrado y regresa al menú principal figura A.6.
- Para salir del menú de selección aplastar la tecla **C** otra vez y saldrá al estado normal del sistema figura A.11.



Figura A.11. Estado normal de funcionamiento

Mientras el peso sea menor al seleccionado el relé estará activado y el circuito mostrará en el LCD el siguiente mensaje "Peso P. Grúa", "Peso: Kg" aquí se verá el peso en kilogramos que está levantando el gancho como se puede apreciar en la figura A.11, cuando el peso es excedido se mostrará en la pantalla un mensaje que dice "Puente bloqueado", "Peso: Kg.", y se desactivará el relé de control,

esto hace que al aplastar el botón de subir el gancho no realice ninguna acción y solo le permita bajar la carga y disminuirla, para realizar esta acción el circuito tiene un tiempo de retardo ya que cuando el gancho empieza a alzar la carga tiene una oscilación de peso, así como cuando la va transportando y se va moviendo la misma. Cuando el peso bajo del límite establecido, el programa automáticamente enciende el relé y el circuito vuelve a dejarle subir el gancho si así lo requiere el operador.

### Manual de configuración externa del medidor

- ✓ Para realizar esta configuración es necesario conocer los tres potenciómetros que posee el adaptador y la distribución de sus resistencias y de esta manera poder diferenciar cual es el mejor para empezar a mover, en la figura A.12 se puede apreciar la distribución de los mismos.

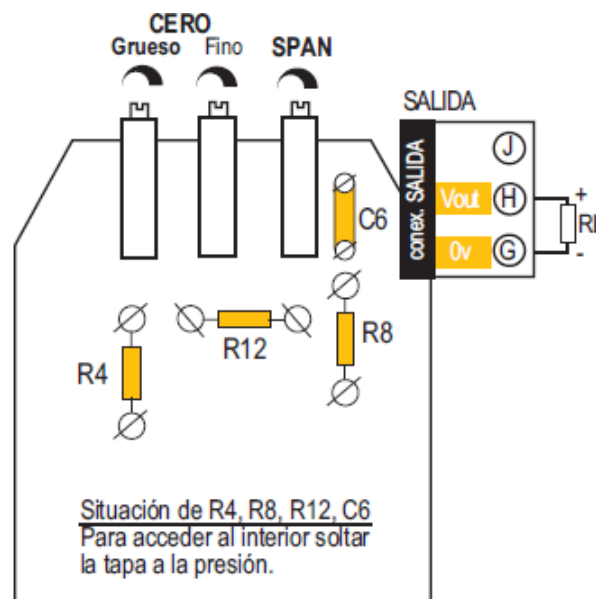


Figura A.12 Distribución de los potenciómetros y resistencias del adaptador.

- ✓ Si el LCD muestra un peso que no es el colocado se procede a calibrarlo mediante los potenciómetros arriba mencionados como son los de cero grueso y fino, también se puede jugar con el span que le da más o menos ganancia al adaptador.

- ✓ También para utilizar celdas de distintos tipos de resolución se puede cambiar la resistencia R4 que sería para una celda de 1mV/V de 100Ω, de 2mV/V de 200Ω y de 3mV/V de 300Ω, estas resistencias deben ser de 1% de desviación de ser posible.

### **Solución de problemas**

A continuación se detallan los posibles problemas a encontrarse con el circuito y como repararlos.

Este proceso debe ser realizado por personal técnico calificado y cumpliendo las normas de seguridad establecidas para realizar dicho trabajo.

#### ✓ **El circuito no se enciende**

Verifique lo siguiente:

- Que llegue alimentación de energía al breaker principal.
- Que tenga energía a la salida del breaker.
- Que exista energía en la entrada de la fuente de voltaje D.C.
- Que haya 24 VDC en la salida de la fuente de control.
- Que la placa de control este alimentada con 24VDC.
- Que el fusible de la misma este en buenas condiciones, para realizar esta comprobación se debe desconectar la alimentación abriendo el breaker principal y cerciorándose de que no existe energía.
- Comprobar que exista 5 VDC en la placa de control y que se esté alimentando tanto el integrado como el LCD, si algún regulador se encuentra en mal estado reemplazarlo por uno nuevo.

✓ **El relé no se activa**

Verificar lo siguiente:

- Que el sistema no se encuentre colgado de ser así reiniciarlo pulsando el botón master reset, si esto no funciona desconectar el circuito de la red de alimentación por unos 20 segundos aproximadamente y volverlo a conectar.
  - Que se encuentre bien programado tanto el peso como el número de hilos requerido por el usuario.
  - Que el relé externo este bien conectado y en buenas condiciones.
  - Que exista voltaje en los contactos del relé de estado sólido (placa del circuito).
  - Que esté llegando la señal del microcontrolador al relé de la placa.
  - Que se active el relé de la placa.
- ✓ **El circuito no regresa a su estado inicial, después de haber tenido una sobrecarga al puente.**

Verificar lo siguiente:

- Comprobar que exista energía en el circuito ya que es una señal normalmente abierta que necesita estar alimentada.
- Ver que el sistema no se haya colgado de ser así presionar el botón que dice master reset, si esto no funciona quitar la energía por unos 20 segundos aproximadamente y volverla a reponer.
- Constatar que los relés no se hayan quedado pegado sus contactos.



- Si el relé se encuentra enclavado eléctricamente revise el relé de estado sólido de la placa si se encuentra en mal estado reemplazarlo, previamente.
- Verificar que el microcontrolador no esté enviando la señal de enclavamiento al relé.

✓ **No se enciende el LCD**

Verificar lo siguiente:

- Que esté llegando los 5 Vdc. de alimentación al LCD, de no ser así verificar todos los voltajes.
- Que el conector del LCD a la placa este bien colocado y que sus cables estén en buen estado y bien soldados.

✓ **No se muestra el peso en el LCD.**

Verificar lo siguiente:

- Existencia de voltaje en el adaptador de la celda de carga y que el socket de la misma este bien conectado, debe tener 24Vdc.
- El cable de la celda este en buen estado y conectado de manera correcta en el adaptador como se muestra en la figura A.2.
- Medir el voltaje de entrada a la celda de carga en el adaptador para la celda de carga entre los cables rojo positivo y negro negativo, tiene que haber un valor de 10 Vdc.
- Medir el voltaje de salida de la celda de carga en el mismo punto entre los cables verde positivo y blanco negativo, este es un valor proporcional al peso en el orden de los milivoltios.

- Comprobar la salida del adaptador de la celda de carga, midiendo el voltaje que esta entrega al circuito integrado este valor oscila entre 0 a 10 Vdc.
  - Verificar el estado de los cables de salida y su conexión a las borneras donde se encuentra colocado el divisor de tensión.
  - Medir el voltaje después del divisor de tensión y revisar el ajuste de los cables del mismo; si no hay voltaje apagar el circuito y comprobar las resistencias que son de 1k $\Omega$ .
  - Verificar la conexión al ingreso de la placa electrónica el positivo marcado con el número 1 debe estar al lado del circuito integrado y el negativo marcado con el número 2 a continuación de la primera bornera que es la de alimentación del mismo y del cable marcado con la letra C.
  - El microcontrolador esté bien colocado y sus patas entren en el socket y no estén dobladas o quebradas.
  - El estado del microcontrolador mediante el computador retirándole del circuito impreso, de ser necesario volverle a programar y probarle.
  - El estado de los elementos, pistas y sueldas de la placa electrónica retirándole de su puesto de trabajo.
- ✓ **La celda de carga se dañó.**

Realizar lo siguiente:

- Cambiarle por una del mismo tipo es decir, tipo S de 3mV/V 5000 lb o más.
- Antes de colocarle verificar que la resolución sea la misma del anterior es decir de 3mV/V de no ser así cambiar la resistencia interna del adaptador guiándose en el manual de configuración externa del medidor, donde se

encuentra expresado las resistencias específicas para cada sensibilidad de las celdas.

- Calibrar el adaptador de la celda de carga mediante sus potenciómetros guiándose en el manual de configuración externa del medidor, colocándole un peso conocido.
- De ser muy grande el error variar el valor de desviación en la programación y volver a programar el microcontrolador.
- Luego de esto comprobar el estado de funcionamiento del circuito colocándole un peso mayor al seteado para comprobar que funcione el medidor.
- ✓ **El microcontrolador se dañó.**
- Verificar cual es el daño del mismo mediante la computadora o visualmente, si tiene arreglo repararlo.
- Proceder a programar un microcontrolador nuevo ya sea un ATmega8 o su similar ATmega48.
- Colocarlo en el circuito electrónico programarlo siguiendo el manual de configuración interna del medidor y el manual de configuración externa del medidor de ser necesario.

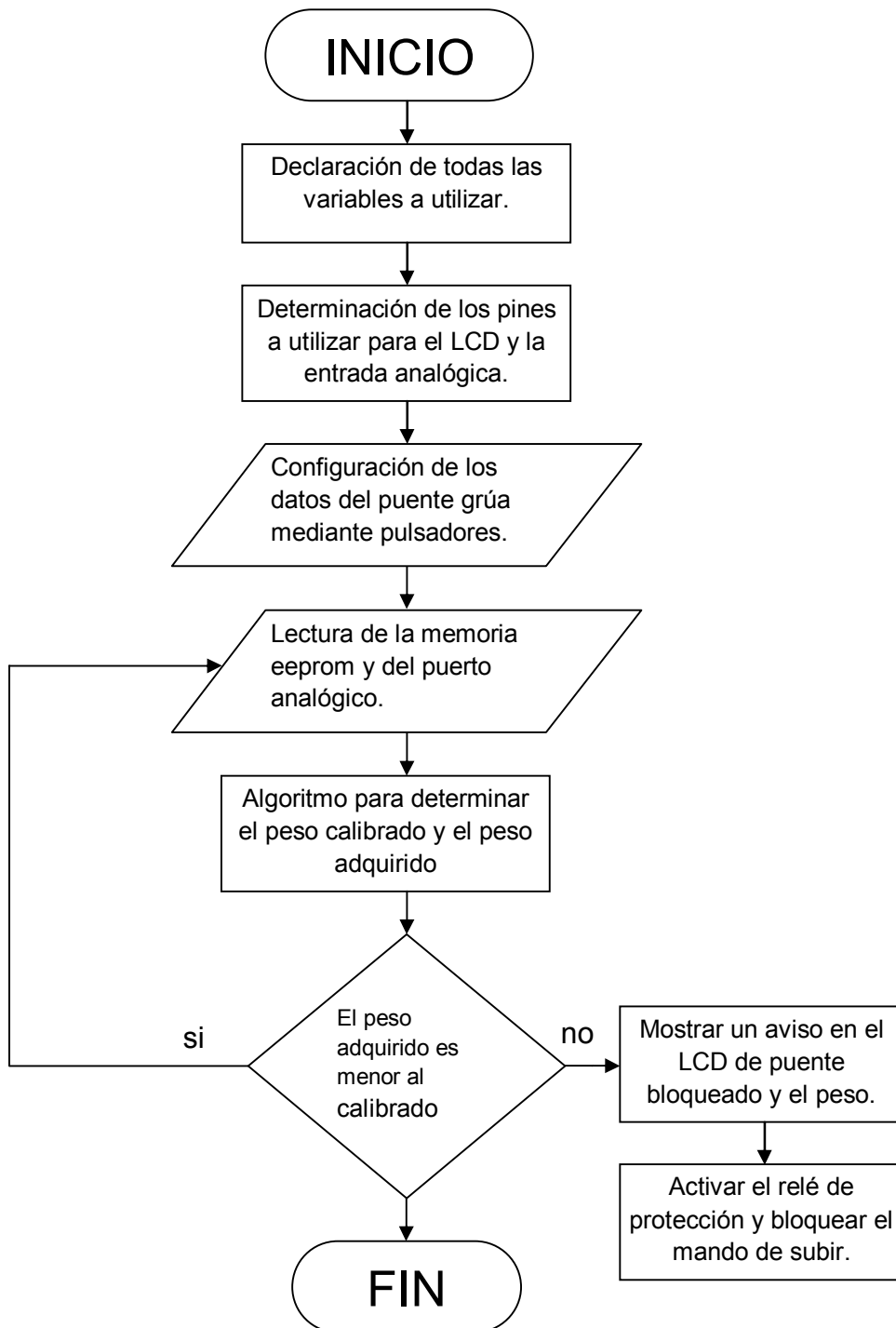
### **Manual de mantenimiento**

Este trabajo debe ser realizado por personal calificado y cumpliendo todos los métodos de trabajo seguro.

Para garantizar el completo funcionamiento del equipo se recomienda realizarle un mantenimiento programado cada 6 meses siguiendo los siguientes pasos.

- ✓ Primero verificar la ausencia de tensión.
- ✓ Realiza el ajuste y verificación del estado de los cables y sus terminales.
- ✓ Energizar y comprobar visualmente el estado del LCD.
- ✓ Verificación del estado de la celda colocándole un peso y midiendo a la entrada del adaptador de la celda el voltaje en milivoltios y su respectivo valor en el LCD, de ser necesario calibrarle referirse con el manual de configuración externa.
- ✓ Verificar el estado del relé y de ser necesario reemplazarlo.
- ✓ Colocar un peso mayor al seteado ya sea modificando sus parámetros o con un elemento o máquina y comprobar que el funcionamiento sea correcto ver manual de programación y manual del usuario.

## ANEXO B



**ANEXO C**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**¿Cómo medir el peso de la carga en los puentes grúa y evitar que los operadores sobre carguen el mismo?**

**POSTULANTE:**

**A/C. TAMAYO CELIS JUAN ALBERTO**

**03 DE OCTUBRE DE 2011**

**DATOS REFERENCIALES:**

**INSTITUCIÓN:**

**NOVACERO S.A.**

**ÁREA DE INFLUENCIA A LA QUE PERTENECE EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

**TREN DE LAMINACIÓN N°1**

**Fecha de presentación:**

**Latacunga, 03 de octubre de 2011**

**Responsable del trabajo de graduación:**

**A/C. Tamayo Celis Juan Alberto**

## CAPÍTULO I

### 1. EL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del Problema

Los puente grúas son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de industrias o depósitos.

Generalmente consta de una o dos vigas móviles sobre carriles, apoyadas en columnas, consolas, a lo largo de dos paredes opuestas de un edificio rectangular.

Los puentes grúas en Novacero Planta Lasso, sostienen y facilita el desplazamiento del carro y del elemento de elevación, pero no existe un mecanismo para medir el peso que se levanta, causando inseguridad en el elemento humano y en la maquinaria que opera en la planta.

Novacero siempre pensando en la seguridad de sus trabajadores y de los equipos que en ella funcionan y debido a que no existe en la actualidad un equipo que realice el trabajo adecuado en el Ecuador, ha creído conveniente desarrollar un equipo para medir el peso que se levanta con sus puentes grúas ya que la carga que se encuentra suspendida en el aire, pasa muchas veces sobre las máquinas y lo que es más peligroso sobre la cabeza de los trabajadores; y si esta carga es más pesada que la que soporta el gancho, el cabo o las vigas, la carga se puede caer causando un accidente muy grave ya sea para el personal que ahí trabaja o para las máquinas, ocasionando una pérdida muy grande para la empresa.

Además el equipo que disponemos en el mercado ecuatoriano es muy caro y de mala calidad, no es un equipo especializado sino una adaptación que se le ha realizado para cumplir el trabajo; debido a esto nos hemos propuesto construir un equipo que mida el peso que se les pone a los puentes grúas mediante una celda de carga, un circuito de adaptación para las señales de la celda de carga y un

procesador para comparación del peso adecuado y que éste también realice la desconexión inmediata si el peso es superior al indicado para el puente.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cómo medir el peso de la carga en los puentes grúa y evitar que los operadores sobre carguen el mismo?

## **1.3. Justificación e Importancia**

Esta investigación surge debido a que Novacero en su afán de ser una empresa líder en todos los sentidos se ha propuesto desde hace mucho tiempo ser una de las plantas más confiables en lo que se refiere a seguridad y por lo tanto calificar para las normas oshas 18000 que se refieren a **Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional**.

Con esta investigación nos proponemos encontrar un método para reducir el riesgo de accidentabilidad por exceso de peso en los puentes grúa y que estos equipos sean confiables frente a todas las circunstancias que se presentan en la planta y duraderos con el fin de evitar en todo momento un accidentes por sobre peso para el puente que se esté ocupando.

De aquí que con esta investigación podremos darle a la empresa una herramienta para hacer a sus puentes grúas mucho más seguros y confiables para las personas que operan y los que caminamos cerca de ellos; todo esto se da como medida de seguridad ya que en lo primero que pensamos son en los seres humanos que laboramos ahí, también en producir con seguridad para poder llegar a casa sanos y salvos y disfrutar con nuestras familias de los mejores momentos.



## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar un sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Investigar cual es la señal típica que nos da la celda de carga tipo S y adecuar esa señal para tenerla en datos manejables por un microcontrolador
- Realizar el circuito de control con el microcontrolador para poder seleccionar el peso adecuado para el puente en que va a operar.
- Fundamentar científicamente la investigación.

## **1.5. Alcance**

La presente investigación se lo realizará en la Planta Novacero Lasso, en la sección del tren de laminación # 1, en los puentes grúas que se encuentran instalados, se tomará una muestra representativa del personal de despachos, operadores del turno de laminación y los ingenieros inmersos en el problema, para realizar la encuesta en lo referente a los métodos para controlar el peso que se transporta en los puentes grúa, la seguridad con la que hoy se trabaja y con la que se debería trabajar.

## **CAPÍTULO II**

### **2 PLAN METODOLÓGICO**

#### **2.1. Modalidad básica de la investigación**

En esta ocasión se va a realizar una investigación de campo no participante ya que podremos saber de primera mano la opinión que van a verter los operadores y los jefes de las áreas afectadas sobre el problema a investigar.

#### **2.2. Tipos de Investigación**

Se realizará una investigación de tipo no experimental debido a que se encuestará a los operadores de los puentes grúas y los jefes de las áreas afectadas ya que ellos son las personas que más saben sobre los problemas que se están teniendo con los puentes porque trabajan a diario en esta sección.

#### **2.3. Niveles de Investigación**

Vamos a utilizar el nivel de investigación descriptivo puesto que de esta manera buscaremos especificar las características de los puentes grúas y llegaremos a saber lo que podemos mejorar o qué equipo nos hace falta para tener un control adecuado sobre la carga que estos soportan dando así mayor seguridad para todos.

#### **2.4. Universo, Población y Muestra**

Se realizara la encuesta a todos los jefes que trabajan en el tren # 1, así como los operadores de los puentes grúas del tren # 1 en Novacero Planta Lasso.

## **2.5. Recolección de datos**

### **2.5.1. Técnicas**

Se utilizará la técnica de campo mediante la aplicación de cuestionarios autoadministrados a los encargados de la operación de los puentes y a los jefes de las distintas áreas afectadas.

## **2.6. Procesamiento de la información.**

Se realizará una revisión crítica de la información recogida, luego la tabulación de las mismas para conocer la frecuencia con la que se repiten los datos de las variables y poder representarlos en cuadros estadísticos.

## **2.7. Análisis e interpretación de resultados.**

Una vez que se ha recopilado y tabulado la información, se procederá al análisis de los resultados en cuanto a porcentajes para comprender la magnitud de los datos y el significado de los mismos, se emitirá una interpretación escrita.

## **2.8. Conclusiones y Recomendaciones.**

### **2.8.1. Conclusiones**

Se determinarán las causas del problema

### **2.8.2. Recomendaciones.**

Se presentará la solución.

## CAPÍTULO III

### 3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

#### 3.1. Marco Teórico

##### 3.1.1. Antecedentes de la investigación

Sobre control del peso en los puentes grúas de NOVACERO Planta Lasso, no existe investigación alguna, tampoco se ha propuesto realizar un sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas, en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico no existen investigaciones sobre el presente tema.

##### 3.1.2. Fundamentación Teórica

#### Puentes Grúas

Los puente grúas (Fig. 3.1) son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de industrias o depósitos.

Generalmente consta de una o dos vigas móviles sobre carriles, apoyadas en columnas, consolas, a lo largo de dos paredes opuestas de un edificio rectangular.

El bastidor del puente grúa consta de dos vigas transversales en dirección a la luz de la nave (vigas principales) y de uno o dos pares de vigas laterales (testeros), longitudinales en dirección a la nave y que sirven de sujeción a las primeras y en donde van las ruedas. <sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=113>



Fig. 3.1

Las partes principales de un puente-grúa son:

**A) La Grúa:** Una grúa es una máquina de elevación de movimiento discontinuo destinado a elevar y distribuir cargas en el espacio suspendidas de un gancho.

Por regla general son ingenios que cuentan con poleas acanaladas, contrapesos, mecanismos simples, etc. para crear ventaja mecánica y lograr mover grandes cargas.

Las primeras grúas fueron inventadas en la antigua Grecia, accionadas por hombres o animales.

Las grúas modernas utilizan generalmente motores de combustión interna o sistemas de motor eléctrico e hidráulico para proporcionar fuerzas mucho mayores, aunque las grúas manuales todavía se utilizan en los pequeños trabajos o donde es poco rentable disponer de energía.

Existen muchos tipos de grúas diferentes, cada una adaptada a un propósito específico. Los tamaños se extienden desde las más pequeñas grúas de horca, usadas en el interior de los talleres, grúas torres, usadas para construir edificios altos, hasta las grúas flotantes, usadas para construir aparejos de aceite y para rescatar barcos encallados. <sup>(2)</sup>

2. [http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa\\_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_(m%C3%A1quina))

También existen máquinas que no caben en la definición exacta de una grúa, pero se conocen generalmente como tales. <sup>(3)</sup> (Fig. 3.2 y Fig. 3.3).



Fig. 3.2

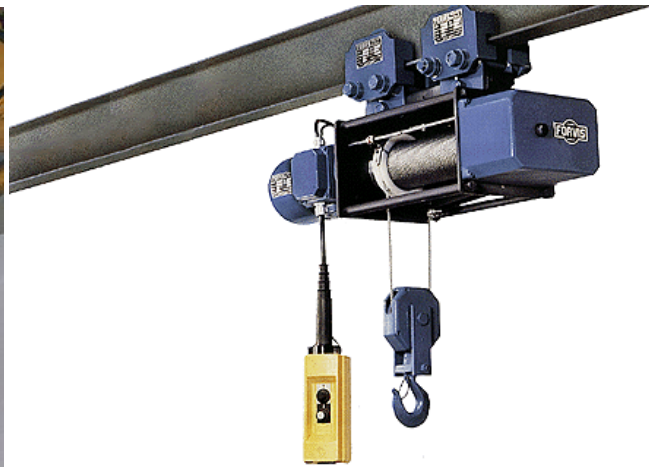


Fig. 3.3

Por lo general lo que más se ocupa en una empresa donde se tiene que apilar material son grúas con motores en corriente alterna y de velocidad variable por lo general tienen 2 velocidades la de arranque o velocidad lenta que tiene más torque para romper la inercia y la velocidad rápida que una vez rota la inercia hace que la carga ascienda a mayor velocidad para reducir el tiempo en que un operador se demora en coger la carga y transportarla a su destino, también constan de un freno para motor que evita que la carga resbale al momento que el motor se encuentra parado y sin energía, dicho elemento trabaja en corriente debido a que el magnetismo es más rápido y el motor inicia su trabajo sin estar frenado.

**a. Gancho y cable de acero:** El gancho es el que sostiene la carga y el cable de acero es el que soporta el peso y permite el izaje a través del movimiento de ascenso y descenso de la grúa, en ellos se puede colocar la carga a ser transportada de un lugar a otro. (Fig. 3.4 y Fig. 3.5)<sup>(4)</sup>

3. <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=113>

4. [http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa\\_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_(m%C3%A1quina))

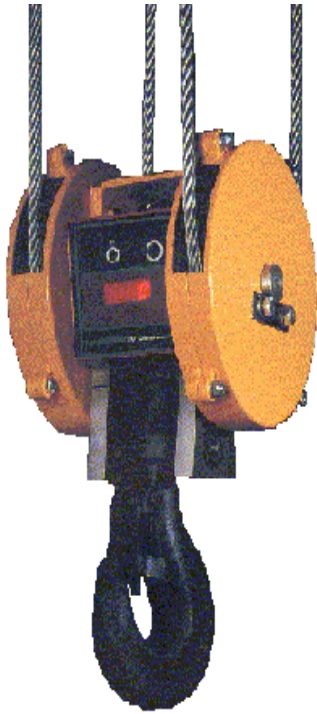


Fig. 3.4



Fig. 3.5

b. **Sistema de control para la grúa:** Para realizar el control del motor ac de la grúa y darle sus dos velocidades se utiliza un sistema con contactores 2 normales para la velocidad lenta e inversión de giro y uno especial para la velocidad rápida, a más de eso un contactor y un rectificador de onda completa para el freno.

- **Contactor:** Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina. Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".<sup>(5)</sup>

5. <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

## **Conmutación "todo o nada"**

La función conmutación todo o nada establece e interrumpe la alimentación de los receptores. Esta suele ser la función de los contactores electromagnéticos. En la mayoría de los casos, el control a distancia resulta imprescindible para facilitar la utilización así como la tarea del operario, que suele estar alejado de los mandos de control de potencia. La conmutación todo o nada también puede realizarse con relés y contactores estáticos. Del mismo modo, puede integrarse en aparatos de funciones múltiples, como los disyuntores motores o los contactores disyuntores.

## **Carcasa**

Es el soporte fabricado en material no conductor que posee rigidez y soporta el calor no extremo, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores al contactor. Además es la presentación visual del contactor.

## **Electroimán**

Es el elemento motor del contactor, compuesto por una serie de dispositivos, los más importantes son el circuito magnético y la bobina; su finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando así un campo magnético muy intenso, que provocará un movimiento mecánico.<sup>(5)</sup>

## **Bobina**

Es un enrollamiento de cable de cobre muy delgado con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes, se separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que en el circuito solo se tiene la resistencia del conductor.

5. <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>



Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura y a la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo.

Una vez que el circuito magnético se cierra, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce, obteniendo así una corriente de mantenimiento o de trabajo más baja. Se hace referencia a las bobinas de la siguiente forma: A1 y A2.

### **Núcleo**

Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina, para atraer con mayor eficiencia la armadura. <sup>(5)</sup>

### **Espira de sombra**

Forma parte del circuito magnético, situado en el núcleo de la bobina, y su misión es crear un flujo magnético auxiliar desfasado 120° con respecto al flujo principal, capaz de mantener la armadura atraída por el núcleo evitando así ruidos y vibraciones.

### **Armadura**

Elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina cota de llamada.

- Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realicen de forma muy rápida, alrededor de unos 10 milisegundos.

5. <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no logrará atraer a la armadura o lo hará con mucha dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la armadura no se producirá con la rapidez necesaria. <sup>(5)</sup>

## Contactos

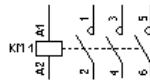


Fig. 3.6

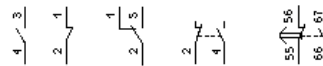


Fig. 3.7

Simbología de polos (arriba) y Contactos Auxiliares (abajo).

Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente en cuanto la bobina se energice. Todo contacto está compuesto por tres conjuntos de elementos:

- Dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva el mencionado resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.
- Contactos principales: su función es establecer o interrumpir el circuito principal, consiguiendo así que la corriente se transporte desde la red a la carga. Simbología: se referencian con una sola cifra del 1 al 16 Fig. 3.6.
- Contactos auxiliares: son contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de la corriente a las bobinas de los contactores o los elementos de señalización Fig. 3.7, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas. Los tipos más comunes son:

5. <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

- Instantáneos: actúan tan pronto se energiza la bobina del contactor, se encargan de abrir y cerrar el circuito.
- Temporizados: actúan transcurrido un tiempo determinado desde que se energiza la bobina llamados on delay (temporizados a la conexión) o desde que se desenergiza la bobina llamados off delay (temporizados a la desconexión).<sup>(5)</sup>
- De apertura lenta: el desplazamiento y la velocidad del contacto móvil es igual al de la armadura.
- De apertura positiva: los contactos cerrados y abiertos no pueden coincidir cerrados en ningún momento.

En su simbología aparecen con dos cifras donde la unidad indica:

- 1 y 2, contacto normalmente cerrados, NC.
- 3 y 4, contacto normalmente abiertos, NA.
- 5 y 6, contacto NC de apertura temporizada o de protección.
- 7 y 8, contacto NA de cierre temporizado o de protección.

Por su parte, la cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto en el contactor. En un lado se indica a qué contactor pertenece.

### **Relé térmico**

El relé térmico es un elemento de protección que se ubica en el circuito de potencia, contra sobrecargas. Su principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos elementos, bimetales, bajo el efecto de la temperatura, para accionar, cuando este alcanza ciertos valores, unos contactos auxiliares que desactiven todo el circuito y energicen al mismo tiempo un elemento de señalización.

5. <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

El bimetálico está formado por dos metales de diferente coeficiente de dilatación y unidos firmemente entre sí, regularmente mediante soldadura de punto.

El calor necesario para curvar o reflexionar la lámina bimetálica es producida por una resistencia, arrollada alrededor del bimetálico, que está cubierto con asbesto, a través de la cual circula la corriente que va de la red al motor.

Los bimetálicos comienzan a curvarse cuando la corriente sobrepasa el valor nominal para el cual han sido dimensionados, empujando una placa de fibra hasta que se produce el cambio de estado de los contactos auxiliares que lleva.

El tiempo de desconexión depende de la intensidad de la corriente que circule por las resistencias.

## **Resorte**

Es un muelle encargado de devolver los contactos a su posición de reposo una vez que cesa el campo magnético de la bobina. <sup>(5)</sup>

**B) Carro transportador:** Permite desplazar el elemento de elevación de un lado a otro a lo ancho del puente, es muy útil para poder ubicar las cargas en todo lo ancho de la nave ya que este consta en su parte inferior de 4 o más ruedas para su movimiento, dichas ruedas son impulsadas por dos motores en corriente alterna que generalmente vienen con un variador de velocidad y se le selecciona en dos velocidades específicas dependiendo del trabajo que van a realizar y del peligro que la carga caiga sobre alguien; operan a frecuencias de 120Hz estos motores a pesar de que solamente tienen por lo general 0.75Hp son capaces de mover cargas muy pesadas. Existen de dos tipos de construcción para movilizar el puente de un lugar a otro y estos son: monorriel, cuando solo tienen una viga por la cual va a circular el carro transportador (Fig. 3.8) y birriel, cuando el puente posee dos vigas por las cuales se va a desplazar el carro transportador (Fig. 3.9). <sup>(6)</sup>

5. <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactador>

6. <http://www.directindustry.es/prod/r-m-materials-handling/puente-grua-55185-364337.html>

En la figura 3.10 se puede ver los motores con sus reductores que son usados para mover el carro transportador a lo ancho del puente.



Fig. 3.8



Fig. 3.9



Fig. 3.10

**C) Las vigas:** Sostiene y facilita el desplazamiento del carro y del elemento de elevación, en su parte superior constan de rieles estas están diseñadas de acuerdo al peso que tienen que soportar; la forma depende del peso que puede soportar la estructura donde va a ir el puente montado, este peso se calcula sumando el peso total del puente más la carga máxima que el puente va a soportar y con este valor se puede decidir si se compra un monorriel o un birriel. En la figura 3.11 podemos ver las vigas y las rieles por las cuales se desplaza el carro o los carros transportadores<sup>(7)</sup>.

7. <http://www.tadisa.com.ar/pgrua.html>

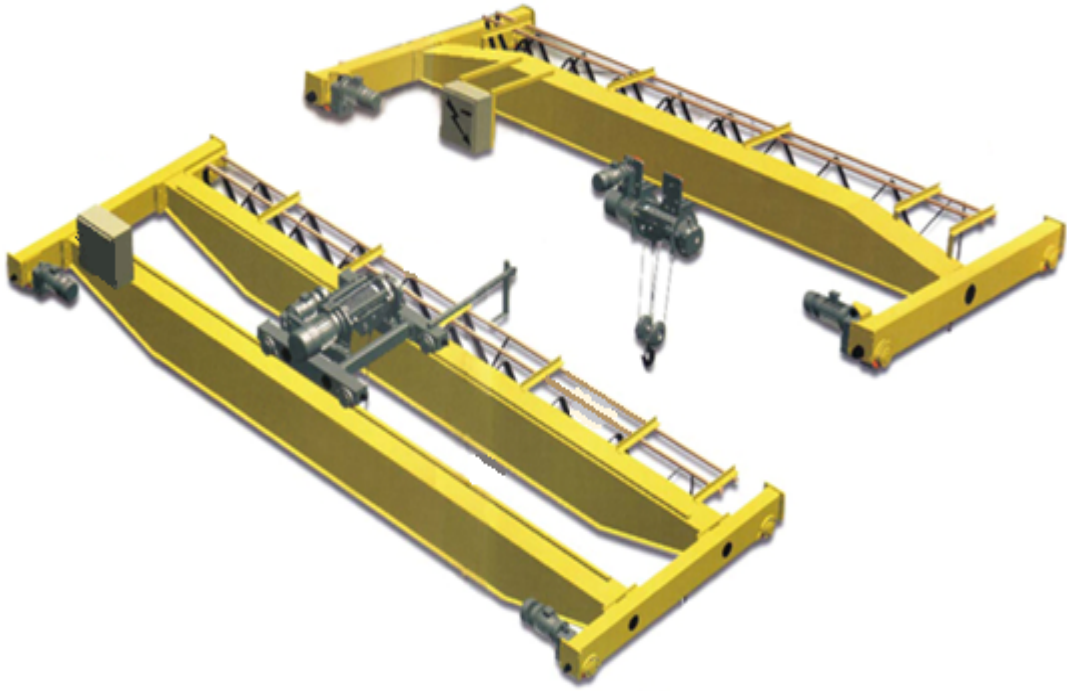


Fig. 3.11

**D) Testeros:** Los testeros son usados para soportar el peso de las vigas y el peso que ellas llevan encima y están diseñados con dos ruedas metálicas cada uno, apoyadas sobre las rieles transversales de la estructura, son las que se van a desplazar al puente a lo largo de la nave estas están impulsadas a su vez por dos motores en corriente alterna y con un variador ya que habrá momentos en que se tenga que desplazar la carga una distancia considerable entonces se dispondrá de la velocidad más rápida y cuando se tiene que mover el puente una distancia muy corta se utiliza la velocidad lenta que es más utilizada para cuadrar la carga en el sitio de descarga; también se utiliza un freno que es en corriente directa para cada motor para evitar que el puente se mueva al momento que la carga se balancee. Fig. 3.12 <sup>(8)</sup>

8. <http://www.rmhoist.com/espanol/crane-acc.htm>

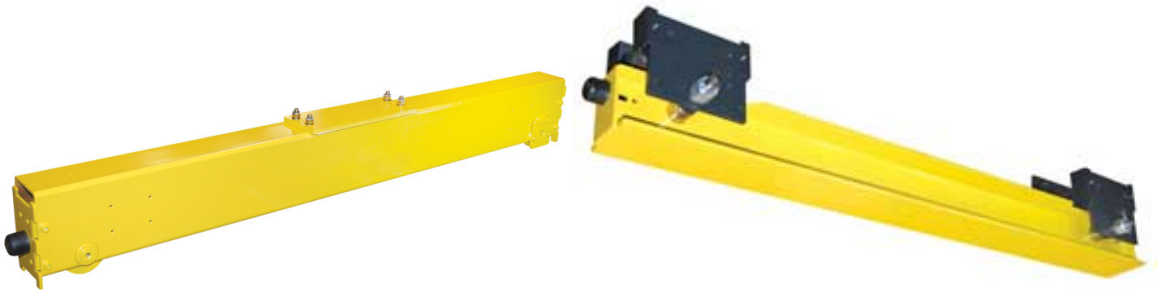


Figura 3.12

**Celda de Carga.-** Una celda de carga (Fig.3.15) es un transductor que se utiliza para convertir una fuerza en señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se da en dos etapas. Con un arreglo mecánico, la fuerza que se aplica deforma un medidor de deformación. El extensómetro convierte la deformación en señales eléctricas. Una célula de carga por lo general consta de una configuración de cuatro medidores de tensión en un puente de Wheatstone (Fig. 3.14), también existen en el mercado configuraciones de tres y dos medidores.<sup>(9)</sup>

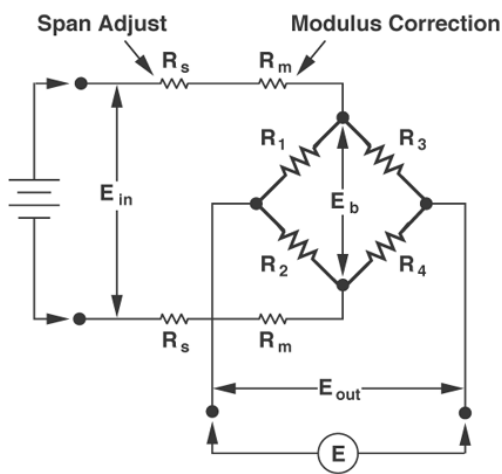


Figura 3.14

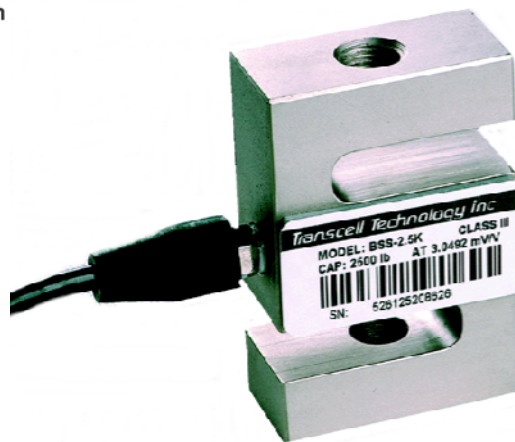


Figura 3.15

9. <http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario%202009/Monografias%20seminario%202009.pdf>

Tipos de celdas de carga:

- Celdas de carga de compresión

Como lo dice su nombre, son celdas de carga que miden según su compresión con una excelente estabilidad a largo plazo. En su mayoría, son construidas en acero inoxidable para asegurar la fiabilidad en entornos industriales. Están diseñadas para operar montadas a una superficie plana, y tienen un botón de carga mecanizado como parte integrante de la celda de carga básica. Sus precios van desde unos 460 a 700 dólares, dependiendo de la carga máxima soportada (rango de 11 Kg a 23000 Kg). (Fig. 3.16).<sup>(9)</sup>



Figura 3.16

9. <http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario%202009/Monografias%20seminario%202009.pdf>



- Celdas de carga de tensión y compresión

Estas celdas permiten medir tanto la tensión como la compresión de las cargas. Están hechas de acero inoxidable, son de tamaño pequeño y son capaces de ofrecer lecturas de alta precisión. En la Figura 3.17 se observa el tamaño de una de estas celdas comparada con una moneda, y también una rosca macho que poseen para adjuntarse a la carga. El precio de estas celdas ronda en los 750 dólares y soportan un rango de carga de entre 1Kg y 450 Kg.



Figura 3.17

- Celdas de carga con viga en forma de S

Estas celdas obtienen su nombre de su forma de S. Pueden proporcionar una salida de acuerdo con la tensión o la compresión y ofrecen rechazo de carga lateral superior. Las capacidades máximas de carga van desde los 11 Kg a los 18200 Kg, variando su costo entre 300 y 875 dólares. (Fig.3.18)<sup>(9)</sup>

9. <http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario%202009/Monografias%20seminario%202009.pdf>



Figura 3.18

- Celdas de carga de flexión de viga

Son utilizadas en múltiples aplicaciones de celdas de carga, tanques de pesaje y control de procesos industriales. Estas celdas tienen un amplio margen de medida máximo, el cual va desde los 45 Kg a 45500 Kg, variando así de unos 340 a unos 800 dólares en el mercado. (Fig. 3.19)<sup>(9)</sup>



Figura 3.19

9. <http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario%202009/Monografias%20seminario%202009.pdf>

- Celdas de carga de un solo punto

Este tipo de celdas se usan en sistemas de pesaje comerciales e industriales.

Proporcionan lecturas precisas, independientemente de la posición de la carga en la plataforma. Esta última característica las hace un poco más costosas que las anteriores, variando en un rango de 760 dólares a 1100 dólares, y con máximos de carga de entre 2 Kg a 230000 Kg. (Fig. 3.20)



Figura 3.20

9. <http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario%202009/Monografias%20seminario%202009.pdf>

**Amplificador de instrumentación.-** Un amplificador de instrumentación es un dispositivo creado a partir de amplificadores operacionales. Está diseñado para tener una alta impedancia de entrada y un alto rechazo al modo común (CMRR). Se puede construir a base de componentes discretos o se puede encontrar encapsulado (por ejemplo el INA114). La operación que realiza es la resta de sus dos entradas multiplicada por un factor. Su utilización es común en aparatos que trabajan con señales muy débiles. (Fig.3.21)<sup>(10)</sup>

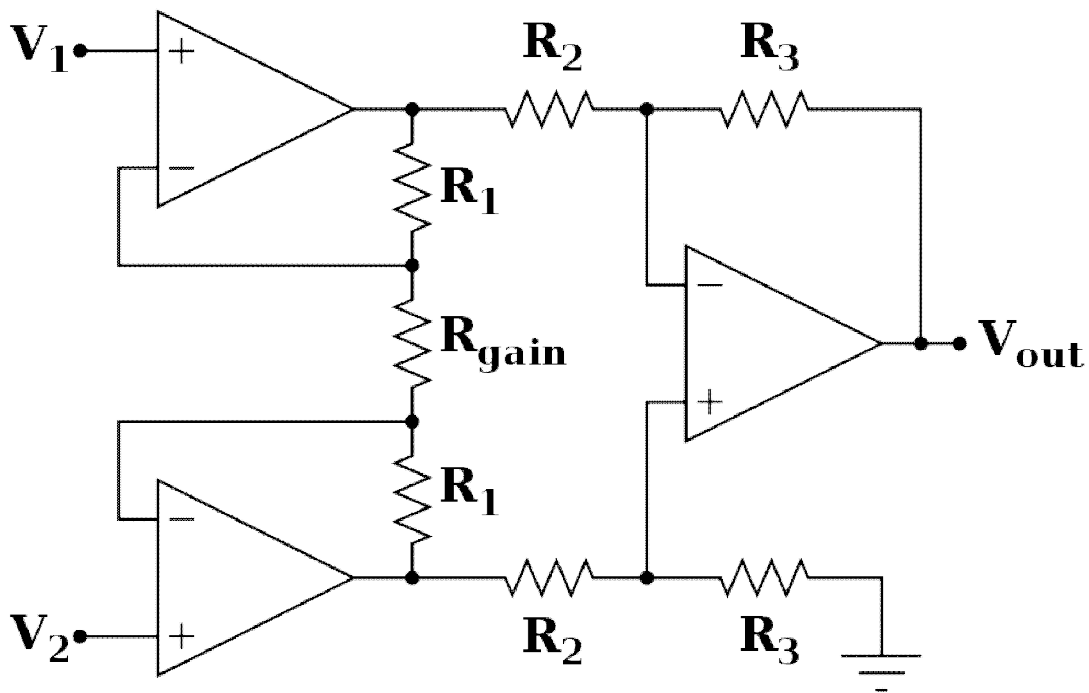


Fig. 3.21

**Filtro.-** Un filtro eléctrico o filtro electrónico es un elemento que discrimina una determinada frecuencia o gama de frecuencias de una señal eléctrica que pasa a través de él, pudiendo modificar tanto su amplitud como su fase.

Las características que definen un filtro vienen determinadas por los siguientes conceptos:

- ✓ Filtro de Butterworth, con una banda de paso suave y un corte agudo<sup>(11)</sup>

10. [http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador\\_de\\_instrumentaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_de_instrumentaci%C3%B3n)

11. [http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro\\_electr%C3%B3nico](http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_electr%C3%B3nico)

- ✓ Filtro de Chebyshev, con un corte agudo pero con una banda de paso con ondulaciones
- ✓ Filtros elípticos o filtro de Cauer, que consiguen una zona de transición más abrupta que los anteriores a costa de oscilaciones en todas sus bandas
- ✓ Filtro de Bessel, que, en el caso de ser analógico, aseguran una variación de fase constante

### **Tipos de Filtros**

- ✓ Filtro paso bajo: Es aquel que permite el paso de frecuencias bajas, desde frecuencia 0 o continua hasta una determinada. Presentan ceros a alta frecuencia y polos a bajas frecuencia.
- ✓ Filtro paso alto: Es el que permite el paso de frecuencias desde una frecuencia de corte determinada hacia arriba, sin que exista un límite superior especificado. Presentan ceros a bajas frecuencias y polos a altas frecuencias.
- ✓ Filtro paso banda: Son aquellos que permiten el paso de componentes frecuenciales contenidos en un determinado rango de frecuencias, comprendido entre una frecuencia de corte superior y otra inferior.
- ✓ Filtro elimina banda: También llamado filtro rechaza banda, atenúa banda o filtro Notch, es el que dificulta el paso de componentes frecuenciales contenidos en un determinado rango de frecuencias, comprendido entre una frecuencia de corte superior y otra inferior.
- ✓ Filtro multibanda: Es que presenta varios rangos de frecuencias en los cuales hay un comportamiento diferente.
- ✓ Filtro variable: Es aquel que puede cambiar sus márgenes de frecuencia.<sup>(11)</sup>

11. [http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro\\_electr%C3%B3nico](http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_electr%C3%B3nico)

## Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).

Los PIC (Fig.3.22) son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument. El nombre completo es PICmicro, aunque generalmente se utiliza como *Peripheral Interface Controller* (controlador de interfaz periférico).<sup>(12)</sup>

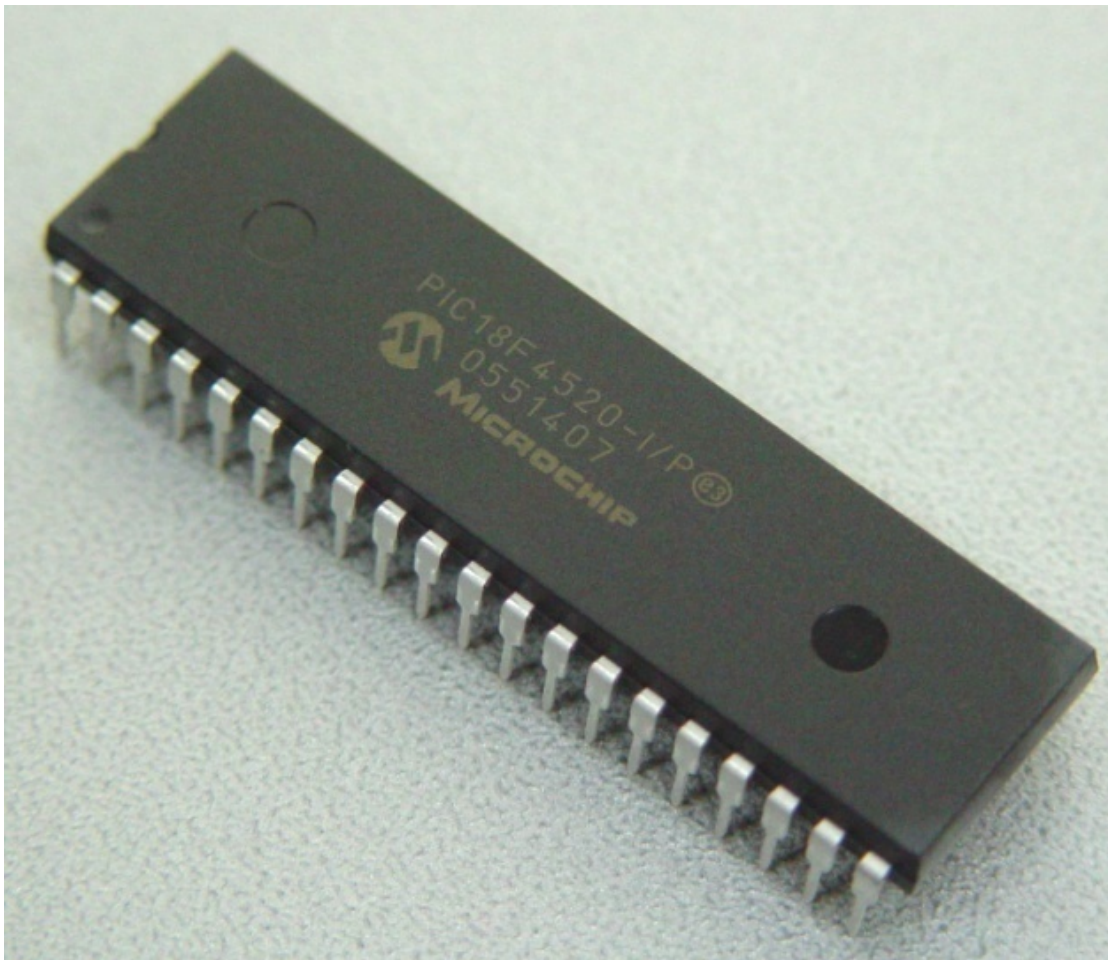


Figura 3.22

12. [http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador\\_PIC](http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC)

**Pantalla de cristal líquido LCD.-** Es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica. Fig. (3.23)

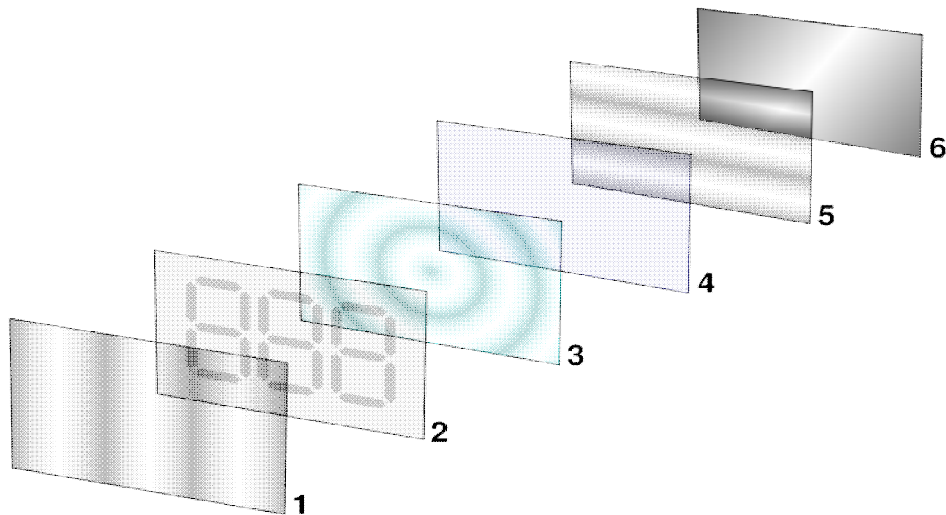


Fig. 3.23

Capas que componen un LCD:

1. Film de filtro vertical para polarizar la luz que entra.
2. Sustrato de vidrio con electrodos de Óxido de Indio ITO. Las formas de los electrodos determinan las formas negras que aparecen cuando la pantalla se enciende y apaga. Los cantos verticales de la superficie son suaves.
3. Cristales líquidos "Twisted Nematic" (TN).
4. Sustrato de vidrio con film electrodo común (ITO) con los cantos horizontales para alinearse con el filtro horizontal.
5. Film de filtro horizontal para bloquear/permitir el paso de luz.
6. Superficie reflectante para enviar/devolver la luz al espectador. En un LCD retro iluminado, esta capa es reemplazada por una fuente luminosa.<sup>(13)</sup>

13. [http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla\\_de\\_cristal\\_l%C3%ADquido](http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido)

### **3.2. Modalidad básica de la Investigación**

Se realizó una investigación de campo no participante ya que obtuvimos de primera mano la opinión de los operadores, los jefes de las áreas afectadas y los responsables del sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional sobre el problema a investigar.

### **3.3. Tipos de investigación**

Se llevó a cabo una investigación de tipo no experimental, para lo cual se encuestó a los operadores de los puentes grúas, los jefes de las áreas afectadas y los responsables del sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional ya que ellos son las personas que más saben sobre los problemas que se están teniendo con los puentes.

### **3.4. Niveles de Investigación**

Utilizamos el nivel de investigación descriptivo puesto que de esta manera buscamos especificar las características de los puentes grúas y llegaremos a saber lo que podemos mejorar o qué equipo nos hace falta para tener un control adecuado sobre la carga que estos soportan dando así mayor seguridad para todos.

### **3.5. Universo, Población y Muestra**

Se aplicó la encuesta a:

- 2 Jefes de mantenimiento del tren 1
- 10 operarios

### **3.6. Recolección de Datos**

Para la obtención de información que sustente la investigación, se aplicó la técnica de cuestionarios autoadministrados a los encargados de la operación de los puentes y a los jefes de las distintas áreas afectadas.



Además para el desarrollo del marco teórico del proyecto se obtuvo datos bibliográficos de algunos libros y folletos, como también se recurrió a información proveniente del internet.

### **3.7. Procesamiento de la información**

#### **3.7.1. Tabulación de las Encuestas**

Las encuestas estuvieron dirigidas a los jefes del área así como a los operarios del tren de laminación número 1 de Novacero Planta Lasso.

Con los datos obtenidos se tabuló la información utilizando Microsoft Excel con la aplicación de gráficos

#### **ENCUESTA APLICADA A LOS JEFES DE MANTENIMIENTO DEL TREN 1**

##### **Pregunta # 1 y 2**

**¿Conoce usted sobre métodos para controlar el peso que se transporta en los puentes grúa?**

**Si** ( )

**No** ( )

**Tabla 3.1** Tabulación pregunta # 1 encuesta jefes de área

<b>Respuesta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	2	100%
No	0	0%

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis



**Fig. 3.24** Porcentaje pregunta 1 encuesta jefes de área

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis

### **Análisis e Interpretación de la tabla 3.1**

Mediante los resultados obtenidos nos podemos dar cuenta que los ingenieros encuestados están completamente informados sobre el tema que se está investigando, y sugieren que se puede utilizar un sistema para amplificar la señal con amplificadores de instrumentación y con microcontroladores para procesar la información obtenida de la parte de la amplificación.

### **Pregunta # 3**

**¿Conoce si alguno de los puentes que operan en el área de su responsabilidad tiene instalado un método para controlar el peso que se transporta?**

**Si** ( )

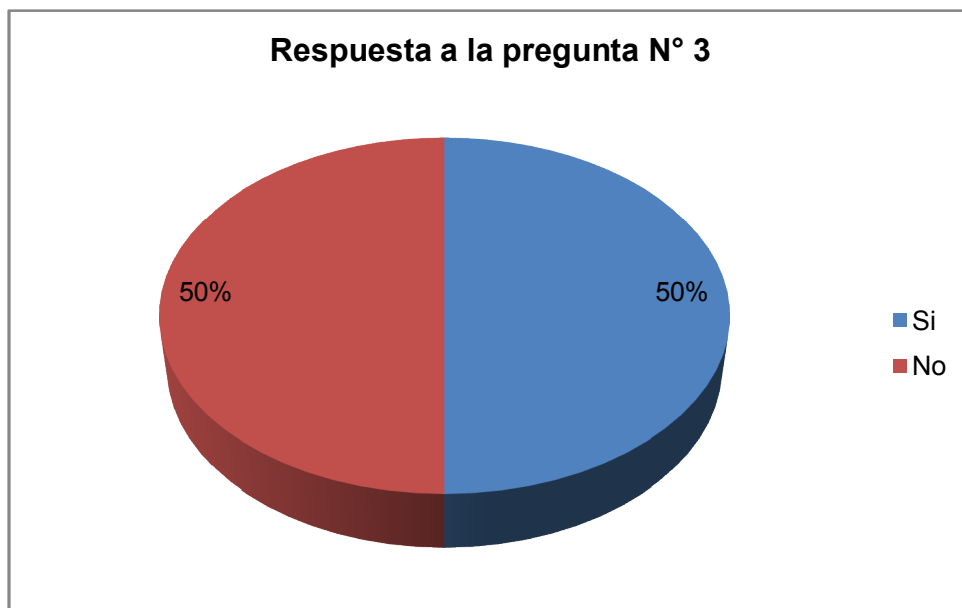
**No** ( )

**Tabla 3.2** Tabulación pregunta # 3 encuesta jefes de área

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	1	50%
No	1	50%

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis



**Fig. 3.25** Porcentaje pregunta 3 encuesta jefes de área

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis

### **Análisis e Interpretación de la tabla 3.2**

Según los datos obtenidos podemos darnos cuenta que tiene un sistema uno de los puentes grúa pero que no es el adecuado ya que es una balanza cortada las pistas y puesta a funcionar como sensor de carga.

#### **Pregunta # 4**

**¿Cree usted que ese es el adecuado o se puede hacer uno mejor?**

#### **Análisis e Interpretación de la pregunta #4**

De las respuestas obtenidas podemos deducir que se puede mejorar el sistema ya que podemos ocupar accesorios más modernos y óptimos para realizar el trabajo.

#### **Pregunta # 5**

**¿Cuál sería su recomendación para usar un sistema de celda de carga?**

#### **Análisis e Interpretación de la pregunta #5**

Según las contestaciones deducimos que podemos hacerle a nuestro sistema más eficiente si utilizamos equipos para aplicaciones industriales comprobados contra ruido.

#### **Pregunta # 6**

**¿Qué tipos de puentes poseen y que carga soportan los mismos?**

#### **Análisis e Interpretación de la pregunta #6**

Según los datos obtenidos podemos decir que los mismos hay de 5, 10 y 18 toneladas.

## ENCUESTA APLICADA A LOS OPERARIOS

### Pregunta # 1

¿Qué piensa sobre la seguridad que se tiene en los puentes grúa al momento de levantar cargas?

Buena ( )

Mala ( )

Regular ( )

Tabla 3.3 Tabulación pregunta # 1 encuesta operarios

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Buena	2	20%
Mala	6	60%
Regular	2	20%

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Juan Alberto Tamayo Celis

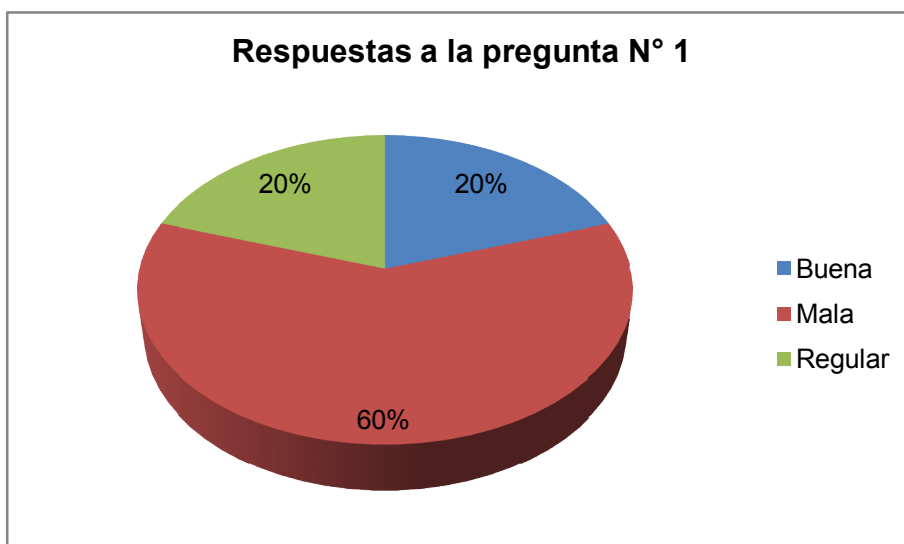


Fig. 3.26 Porcentaje pregunta 1 encuesta operarios

Fuente: Trabajo de campo

Elaborado por: Juan Alberto Tamayo Celis

### **Análisis e Interpretación de la tabla 3.3**

De los datos obtenidos podemos deducir que la mayoría piensa que la seguridad en los puentes grúa al momento de levantar cargas es mala, un 20% piensan que es regular y otro 20% que es buena.

### **Pregunta # 2**

**¿Se encuentra instalado un método para controla el peso que se transporta en el puente que usted opera?**

**Si** ( )

**No** ( )

**Tabla 3.4** Tabulación pregunta # 2 encuesta operarios

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	1	10%
No	9	90%

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis



**Fig. 3.27** Porcentaje pregunta 2 encuesta operarios

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis

### **Análisis e Interpretación de la tabla 3.4**

De los datos obtenidos el 90% de los encuestados dice que no existe instalado en el puente que el opera un sistema que les permita solamente levantar el peso correcto, y un 10% dice que si lo tiene.

### **Pregunta # 3**

**¿Se siente seguro de operar un puente en las condiciones en las cuales se trabaja?**

**Si** ( )

**No** ( )

**Tabla 3.5** Tabulación pregunta # 3 encuesta operadores

<b>Respuesta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	1	10%
No	9	90%

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis



**Fig. 3.28** Porcentaje pregunta 3 encuesta operarios

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis

### **Análisis e Interpretación de la tabla 3.5**

Según los datos obtenidos podemos interpretar que la gran mayoría de operarios no se sienten seguro operando los puentes grúa en la manera que se lo está haciendo y una pequeña parte piensa que si se puede trabajar así.



#### Pregunta # 4

¿Cree que poniendo un sistema para limitar el peso podríamos mejorar la seguridad en las cargas que se transportan?

Si ( )

No ( )

**Tabla 3.6** Tabulación pregunta # 3 encuesta operadores

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
Si	10	100%
No	0	0%

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis



**Fig. 3.29** Porcentaje pregunta 4 encuesta operarios

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis

### **Análisis e Interpretación de la tabla 3.6**

De acuerdo a las respuestas el 100% de los encuestados piensan que se puede trabajar mejor sabiendo que existe un sistema que les permita solamente levantar el peso adecuado sin sobrecargar el puente

### **Pregunta # 5**

**¿Qué capacidad de carga tiene el puente que usted opera?**

**5 Ton** ( )

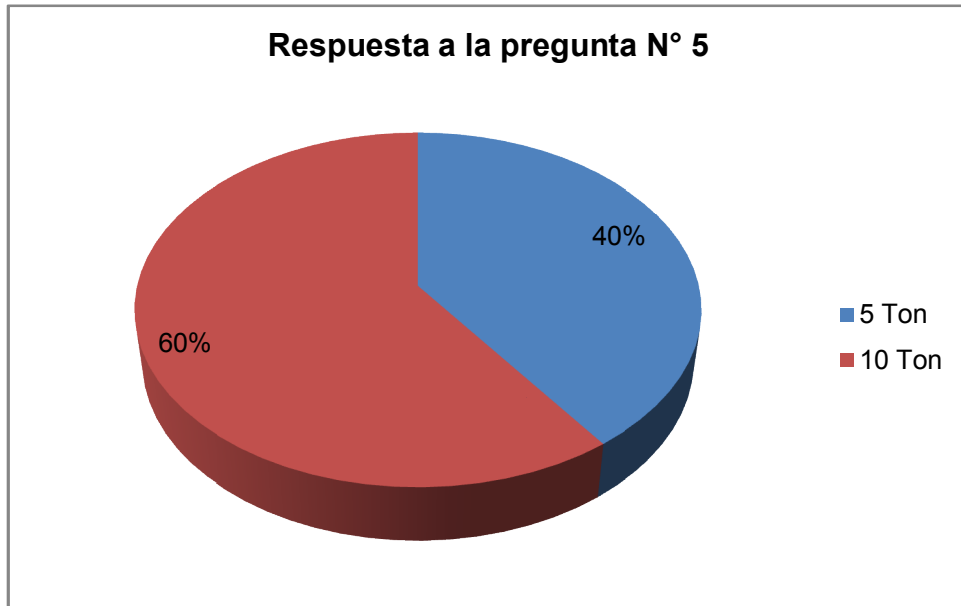
**10 Ton** ( )

**Tabla 3.7** Tabulación pregunta # 3

<b>Respuesta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
5 Ton	4	40%
10 Ton	6	60%

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis



**Fig. 3.30** Porcentaje pregunta 5 encuesta operarios

**Fuente:** Trabajo de campo

**Elaborado por:** Juan Alberto Tamayo Celis

### **Análisis e Interpretación de la tabla 3.7**

Según los datos obtenidos podemos ver que existen varios tipos de puentes grúa por lo que nos toca realizar un circuito que permita seleccionar el peso adecuado para el puente grúa.

### **3.8. Análisis e Interpretación de Resultados**

Las respuestas a las preguntas que se encuentran en las encuestas permiten justificar nuestro objetivo general de la investigación. Así en las preguntas 1 y 2 aplicadas a los jefes de mantenimiento del tren 1, se nota claramente un conocimiento profundo del tema por parte de los Ingenieros encuestados y sugieren la amplificación de la señal con el uso de amplificadores de instrumentación y con microcontroladores para procesar la información obtenida, ya que el único control que se tiene es una balanza cortada las pistas y puesta a funcionar como sensor de carga.

Los demás respuestas nos llevan a tener un panorama más amplio sobre el sistema de celda de carga, ya que la sugerencia es utilizar equipos para aplicaciones industriales comprobados contra ruido y que ofrezcan una señal de salida con amplia ganancia para que sea más fácil manejar la señal por el microcontrolador.

Con respecto a la encuesta realizada a los operarios, manifiestan que la seguridad en los puentes grúas es mala y no tienen seguridad al trabajar en esas condiciones, por lo que sería conveniente realizar un circuito que permita seleccionar el peso adecuado para el puente y que nos garantice que no se va a poder levantar ningún peso excesivo que pueda dañar el equipo o peor aún causar un accidente.

### **3.9 Conclusiones y Recomendaciones**

#### **3.9.1. Conclusiones**

- La Planta Novacero Lasso, cuenta con 8 puentes grúas en el tren de laminación #1 para transportar ya sea el producto terminado o las casetas de laminación y objetos pesados en general, los cuales no tienen un sistema adecuado que controle el peso que se transporta .
- Uno de los puentes grúas tiene un sistema de peso no adecuado ya que es una balanza cortada las pistas y puesta a funcionar como sensor de carga es un circuito que cumple con lo requerido pero no es el óptimo para el trabajo.
- Los trabajadores que operan en los puentes no se sienten seguros al realizar su trabajo ya que los puentes grúas no tienen instalado un sistema que permita levantar solo el peso correcto.
- El riesgo de un accidente al romperse el cable de acero o más que eso las vigas o el mismo gancho es alto esto repercutiría en la economía de la fábrica y sobre todo en las lesiones de los trabajadores.

### **3.9.2 Recomendaciones**

- A través de esta investigación podemos recomendar a la Planta Novacero Lasso, que se preocupe por hacer más seguro el trabajo en sus puentes grúas tanto para sus operadores como para las personas que caminan cerca de ellos.
- Se debe dar una pronta solución e instalar un sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas.
- Para este sistema se debe realizar el circuito de control con un microcontrolador que nos permita seleccionar el peso adecuado para el puente en que va a operar y nos dé una indicación del peso levantado y pueda parar la operación del puente cuando este sobrecargado.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. FACTIBILIDAD DEL TEMA**

Luego de la investigación realizada, veremos las mejores alternativas para el desarrollo del proyecto en los aspectos: técnico, operacional y económico.

#### **4.1 Factibilidad Técnica**

Una vez analizado los factores técnicos, se ha visto la factibilidad de diseñar un circuito para controlar la carga mediante el uso de elementos técnicos como microcontroladores y un acondicionador para una celda de carga, puesto que el sistema actual utiliza un mecanismo obsoleto y no brinda las seguridades necesarias para el trabajo que está realizando.

El sensor de carga estará compuesto por los siguientes elementos:

- Microcontrolador
- Pulsadores de membrana
- Relé
- Acondicionador para una celda de carga
- Un LCD de 2 x 16
- Potenciómetro
- Resistencias
- Diodos
- Regulador de voltaje
- Fuente de 24 Vdc.
- Una celda de carga tipo S
- Caja metálica de 30 x 30 x 16

Luego de haber realizado un análisis sobre el diseño del controlador de carga, se ha determinado que permitirá el control del peso de carga de los puentes y

además será un aparato que puede ser utilizado como guía para otros estudiantes que deseen realizar trabajos relacionados con microcontroladores.

### **4.3 Factibilidad Operacional**

El sensor de carga será implementado con todas las seguridades y protecciones en el tren de laminación número 1 de la Empresa NOVACERO S.A. Planta Lasso, el mismo que brindará seguridad a todo el personal que labora en los puentes y los que transitan en la zona, además la planta estará cumpliendo con las normas de seguridad del personal.

El sensor de carga, que se va a implementar para su correcto funcionamiento, constará con sus respectivos manuales de manejo y mantenimiento para los encargados del mantenimiento de los puentes grúa.

### **4.4 Factibilidad Económica**

Los recursos económicos y materiales que se necesita para la elaboración del Proyecto están disponibles, siguiendo lógicamente con los pasos requeridos, razón por la cual se concluye que la realización del proyecto es económicamente realizable, existiendo la relación costo-beneficio.

### **4.5 Recursos**

#### **4.5.1 Recurso Humano**

**Tabla 4.1 Recursos Humanos**

<b>NOMBRES</b>	<b>CARGO</b>
Juan Alberto Tamayo Celis	INVESTIGADOR

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado Por:** Juan Tamayo

#### 4.5.2 Recurso Material

- Computadora.
- Impresora.
- Dos (2) resma de hojas.
- Internet.
- Material eléctrico y electrónico

#### 4.5.3 Presupuesto

##### d. Presupuesto Primario

**Tabla 4.2:** Presupuesto Primario POR unidad a implementar.

<b>CANT.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR</b>
1	Celda de carga tipo s para 2500lb	\$266,00	\$266,00
1	Adaptador para una celda de carga	\$300,00	\$300,00
1	LCD de 2 x 16	\$10,00	\$10,00
1	Fuente de 24 Vdc. a 2 amperios	\$100,00	\$100,00
1	Microcontrolador	\$5,00	\$5,00
1	Regleta de pulsadores de membrana	\$55,00	\$55,00
1	Caja metálica de 20 x 20 x 16	\$40,00	\$40,00
1	Set de resistencias, diodos, relés para la	\$5,00	\$5,70
<b>Subtotal 2</b>			<b>781,70</b>

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado Por:** Juan Tamayo



**e. Presupuesto Secundario**

**Tabla 4.3:** Presupuesto Secundario

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>V. TOTAL</b>
	Tramites de grado	\$300,00	\$300,00
1	Curso de Elaboración de Proyectos	\$30,00	\$30,00
2	Resma de hojas (papel bond)	\$4,50	\$9,00
50	Horas (Internet)	\$1,00	\$50,00
1	Gastos varios	\$70,00	\$70,00
		<b>SubTotal2</b>	<b>\$459,00</b>

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado Por:** Juan Tamayo

**f. Presupuesto Total**

**Tabla 4.4:** Presupuesto Total

Presupuesto primario	\$781.70
Presupuesto secundario	\$459,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,240.70</b>

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado Por:** Juan Tamayo

## ANEXO D

Fotografías de los puentes grúas de Novacero Planta Lasso.



**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Juan Tamayo Celis



**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Juan Tamayo Celis



**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Juan Tamayo Celis

## ANEXO E

### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “AERONÁUTICO”

**CARRERA:** Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica

**ENCUESTA PARA:** Operadores de los Puentes Grúas

**OBJETIVO:** Investigar el criterio sobre el peso que se transporta en los puentes grúas y los métodos para controlarlo

**INDICACIONES:** Por favor sírvase contestar el siguiente cuestionario con toda veracidad, marque con una x en los espacios de si o no y con un breve comentario en las líneas.

**1. ¿Qué piensa sobre la seguridad que se tiene en los puentes grúa al momento de levantar cargas?**

Buena ( )

Mala ( )

Regular ( )

**2. ¿Se encuentra instalado un método para controla el peso que se transporta en el puente que usted opera?**

Si ( )

No ( )

**3. ¿Se siente seguro de operar un puente en las condiciones en las cuales se trabaja?**

Si ( )

No ( )

**4. ¿Cree que poniendo un sistema para limitar el peso podríamos mejorar la seguridad en las cargas que se transportan?**

Si ( )

No ( )

5. ¿Qué capacidad de carga tiene el puente que usted opera?

5 Ton ( )

10 Ton ( )

## ANEXO F

### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “AERONÁUTICO”

**CARRERA:** Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica

**ENCUESTA PARA:** Jefes de Mantenimiento del Tren #1

**OBJETIVO:** Investigar el criterio sobre el peso que se transporta en los puentes grúas y los métodos para controlarlo

**INDICACIONES:** Por favor sírvase contestar el siguiente cuestionario con toda veracidad, marque con una x en los espacios de si o no y con un breve comentario en las líneas.

1. **¿Conoce usted sobre métodos para controlar el peso que se transporta en los puentes grúa?**

Si ( )

No ( )

2. **¿Si los conoce cuál cree que es el mejor de ellos?**

---

---

3. **¿Conoce si alguno de los puentes que operan en el área de su responsabilidad tiene instalado un método para controlar el peso que se transporta?**

Si ( )

No ( )

4. **¿Cree usted que ese es el adecuado o se puede hacer uno mejor?**

---

---

5. **¿Cuál sería su recomendación para usar un sistema de celda de carga?**

---

---

6. ¿Qué tipos de puentes poseen y que carga soportan los mismos?

---

---



## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: A/C Tamayo Celis Juan Alberto

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

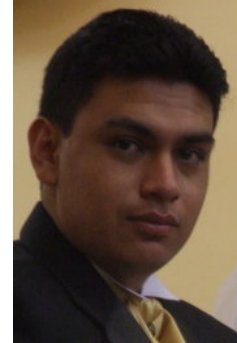
FECHA DE NACIMIENTO: 9 de Julio de 1987

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1804120630

TELÉFONOS:032804635 - 095663525

CORREO ELECTRÓNICO: alberth\_16@yahoo.es

DIRECCIÓN: Calle Jorge Icaza 1-93 y Demetrio Aguilera Malta, Ciudadela Félix  
Valencia, Barrio Rumipamba.



### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIA** : Escuela Fiscal Mixta “Trece de Septiembre”

**SECUNDARIA** : Instituto Tecnológico Superior Docente “Guayaquil”

**SUPERIOR** : Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller Técnico Industrial especialidad Electrónica

### PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- ✓ Prácticas profesionales en FAIRIS

### EXPERIENCIA LABORAL

- ✓ NOVACERO Planta Lasso, desde 26 de Enero del 2009 hasta la presente fecha.

## **CURSOS Y SEMINARIOS**

- ITSA.** : Suficiencia en el idioma inglés.
- ITSA.** : Seminario de Sistemas Especiales de Aviónica
- ITSA.** : III Jornadas de Ciencia y Tecnología ITSA 2006 Capitulo Aeroespacial
- Siemens** : Curso de motores eléctricos
- Siemens** : Curso de TIA, PLC S7 1200 y HMI
- Schneider** : Curso de diseño de circuitos eléctricos y protecciones
- En Excelencia** : Programa de empoderamiento con lenguaje transformador
- En Excelencia** : Programa de crecimiento personal y familiar.
- CICE** : Licencias de prevención de riesgos para el sector eléctrico

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA  
EL AUTOR**

---

**TAMAYO CELIS JUAN ALBERTO**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA  
MENCION INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

---

**ING. PILATASIG PABLO**

---

Latacunga, 20 de Noviembre del 2012

## CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, TAMAYO CELIS JUAN ALBERTO, Egresado de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, en el año 2008, con Cédula de Ciudadanía N° 1804120630, autor del Trabajo de Graduación **Diseño e implementación de un sistema de medición de peso que controle la carga máxima que se puede aplicar a los puentes grúas en Novacero Planta Lasso**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**TAMAYO CELIS JUAN ALBERTO**

---

Latacunga, 20 de Noviembre del 2012