



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE BALANZA
DINÁMICA PARA CONTROL DE PESO EN BANDAS
TRANSPORTADORAS UTILIZANDO
INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL
(LABVIEW) Y PIC**

AUTOR:

JUAN PEDRO PINEDA GONZÁLEZ.

DIRECTOR:

ING. LUIS NEIRA CLEMENTE

GUAYAQUIL, MARZO DE 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Todos los conceptos desarrollados, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo de titulación, son de exclusiva responsabilidad de los autores y la propiedad intelectual es de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Marzo de 2015

(f)

Juan Pineda González.

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo a Dios, y de manera especial a mis padres y hermanos quienes hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, Ellos con su valiosa sabiduría han sido un pilar y apoyo fundamental en todos mis momentos difíciles a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi esposa Cristina León y nuestra hermosa hija Elisa Pineda León.

Con todo Cariño esta tesis les dedico a todos Ustedes.

Juan Pineda González.

f) _____

AGRADECIMIENTO.

Primeramente agradezco a Dios por haberme bendecido en el transcurso de mi vida dándome salud y sabiduría para ser un buen cristiano y honrado ciudadano. A toda mi familia que siempre me ha apoyado en todo momento desde que me vio nacer.

Agradezco a mis profesores quienes al impartir sus buenos conocimientos, amistad experiencia y paciencia, contribuyeron a mi formación.

A la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, sus autoridades, mi tutor, los revisores y quienes han contribuido significativamente para la realización de este trabajo. Gracias a ellos, hoy hago realidad esta meta.

Juan Pineda González.

f) _____

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema.	3
1.2 Delimitación del Problema.	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.	4
1.3.2 Objetivos Específicos.	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Variables e Indicadores.	5
1.5.1 Variables.....	5
1.5.2 Indicadores.	5
1.6 Metodología.....	5
1.6.1 Métodos	5
1.6.2 Técnicas.....	6
1.6.3 Instrumentos de investigación y recolección de datos.	7
1.7 Población y Muestra.	7
1.7.1 Población.	7
1.7.2 Muestra	8
1.8 Descripción de la Propuesta.	9
1.8.1 Beneficiarios.....	10
1.8.2 Impacto.	11
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Seguridad alimentaria.....	13
2.2.1 Buenas prácticas de fabricación (BPF).....	13
2.2.2 Codex Alimentarius.....	14
2.2.3 Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC).	14
2.2.4 Tipos de contaminantes según (OPS/OMS, Noviembre de 2003)	14

2.3 Detectores de metales.	15
2.3.1 Efectos de los metales en un campo magnético.	16
2.3.2 Detección de metales en función de la frecuencia.....	17
2.3.3 Zona sin metales.	18
2.4 Celdas de carga.....	19
2.4.1 Galga Extensiométrica.....	19
2.4.2 Celda de Carga con Galgas Extensiométrica.....	20
2.4.3 Esquema de Cableado de las Celdas de Carga.	20
2.5 Transmisor de peso.....	21
2.6 Bandas Transportadoras.	21
2.7 Neumática.....	23
2.7.1 Ventajas y Desventajas del Aire Comprimido.	23
2.7.2 Compresor.	24
2.7.3 Depósito.....	25
2.8 Actuador Neumático de doble efecto.	26
2.9 Motor de corriente Directa o DC.....	27
2.10 Sensores Ópticos.	29
2.11 Microcontrolador 16F877A.....	29
2.12 Teclado Matricial.....	30
2.13 LCD.	31
2.14 Puerto USB.	32
2.15 LABVIEW.....	34
2.15.1 Tarjeta de adquisición de datos NI MyDaq.	35
2.15.2 Detalles Técnicos.....	36
2.15.3 Entradas Analógicas (AI).	37
2.15.4 Salidas Analógicas (AO).	37
2.15.5 Entradas y Salidas Digitales (DI/DO).	37
2.15.6 Fuentes de Alimentación.	38
2.16 Metrología	40

2.16.1 Metrología Industrial	40
2.16.2 Metrología Legal	40
2.16.3 Metrología Científica.....	41
2.16.4 Error de medición	41
2.16.5 Incertidumbre de medición.....	41
2.16.6 Calibración	41
2.16.7 Trazabilidad metrológica.....	41
2.16.8 Patrón de medición.....	42
2.17 Norma NTE INEN 0483 (1980).....	42
2.17.1 Disposiciones Específicas.	42
CAPÍTULO 3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.	44
3.1 Etapa de detección de metales.....	45
3.1.1 Mandos y señalizaciones del detector de metales	49
3.1.2 Control electrónico del detector de metales.	49
3.2 Etapa de verificación de peso dinámico	52
3.2.1 Motores DC.	53
3.2.2 Bandas transportadoras.....	53
3.2.3 Módulo de pesaje.....	55
3.2.4 Sensores de fibra óptica.....	58
3.3 Etapa de control.....	60
3.3.1 Simulación en el software Proteus.	61
3.3.2 Complementos auxiliares para el arranque del prototipo.....	62
3.4 Sistema de Monitoreo de Prototipo de balanza dinámica.	64
3.4.1 Comunicación Serial entre el PIC y LABVIEW.....	68
3.5 Descripción de las practicas	73
3.5.1 Descripción de la práctica 1	73
3.5.2 Descripción de la práctica 2	74
3.5.3 Descripción de la práctica 3.	75
3.5.4 Descripción de la práctica 4	77
CAPÍTULO 4: PRÁCTICAS DEL SISTEMA DE PESAJE	79

4.1.1 Práctica # 1 Sistema de Pesaje por Tolerancia y Velocidad.....	80
4.1.2 Práctica # 2. Sistema de Pesaje por Velocidad.....	83
4.1.3 Práctica # 3. Sistema de Pesaje por Lote de Producto.....	85
4.1.4 Práctica # 4 Sistema de Pesaje por Peso y metales.	88
CAPITULO 5: RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA	92
CONCLUSIONES.	94
RECOMENDACIONES.	95
CRONOGRAMA	96
PRESUPUESTO	98
ABREVIATURAS.	99
BIBLIOGRAFÍA.....	100
WEBGRAFÍA	103
ANEXO A Diagramas en Autocad el Prototipo.....	104
ANEXO B Programación del PIC en microcode	108
ANEXO C Norma NTE INEN 0483 (1980)	122
ANEXO D Guía de la FDA 555.425.....	131
ANEXO E Certificado de calibración	134
ANEXO F Hoja de datos de celda de carga modelo 1040	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de productos utilizados de muestra	9
Tabla 2 Composicion del aire.....	23
Tabla 3 Pines de coneccion para el LCD	31
Tabla 4 Especificaciones del conector USB	33
Tabla 5 Terminales análogos de MyDaq.....	39
Tabla 6 Terminales digitales de MyDaq	40
Tabla 7 Emp para paquetes de cantidad neta constante	43
Tabla 8 Emp para paquetes de cantidad neta variable	43
Tabla 9 Especificaciones del detector de metales PRISMA	48
Tabla 10 Especificaciones de la celada de carga	56
Tabla 11 Especificaciones del transmisor de peso 201 cardinal.....	57
Tabla 12 Especificaciones del sensor de fibra óptica.....	58
Tabla 13 Pines de conexión para monitoreo en MyDAQ.....	68
Tabla 14 Datos de ingreso de producto en el prototipo.....	79
Tabla 15 Datos obtenidos del sistema de pesaje.....	79
Tabla 16 Datos obtenidos del primer producto.....	80
Tabla 17 Resultados de la primera práctica.....	82
Tabla 18 Datos del segundo producto	83
Tabla 19 Resultados de la segunda práctica	85
Tabla 20 Datos del tercer producto	86
Tabla 21 Resultados de la tercera práctica	87
Tabla 22 Resultados de la tercera práctica	88
Tabla 23 Resultados de la cuarta práctica	91
Tabla 24 Resultados de práctica #1	92
Tabla 25 Resultados de práctica #2	92

Tabla 26 Resultados de práctica #3.....	93
Tabla 27 Resultados de práctica #4.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Foto de chequeo de fundas de azúcar en el prototipo	8
Figura 2. 1 Detector de metales para alimentos	15
Figura 2. 2 Principio de funcionamiento de los detectores de metales.	16
Figura 2. 3 Configuración y señal de salida de los detectores	16
Figura 2. 4 Fenómeno básico de los metales ferromagnéticos.....	17
Figura 2. 5 Fenómeno básico de los metales no ferrosos.....	17
Figura 2. 6 Detectabilidad de varios metales en función de frecuencia.	18
Figura 2. 7 Figura de zona sin metales para detectores.....	18
Figura 2. 8 Diferentes configuraciones de Galgas Extensiométricas.....	19
Figura 2. 9 Puente de Wheatstone para Galga Extensiométrica.....	19
Figura 2. 10 Celda de carga de deflexión con galgas Extensiométricas.	20
Figura 2. 11 Esquema de Cableado de celdas de carga.....	20
Figura 2. 12 Banda transportadora del prototipo.....	22
Figura 2. 13 Fotografía bandas transportadoras.	22
Figura 2. 14 Compresor de Pistón, Etapas de Admisión/Escape	24
Figura 2. 15 Compresor y depósito de aire comprimido.....	26
Figura 2. 16 Actuador neumático de doble efecto.	26
Figura 2. 17 Cilindro Neumático, Sección esquemática	27
Figura 2. 18 Motor DC.....	28
Figura 2. 19 Motor DC en el prototipo.....	28
Figura 2. 20 Sensores ópticos.....	29
Figura 2. 21 Pines de Conexión PIC16F877A.	30
Figura 2. 22 Teclado Matricial de 4x4	30
Figura 2. 23 LCD, LCD 2x16.	32
Figura 2. 24 Puerto USB del prototipo.....	32

Figura 2. 25 Concentrador USB..	33
Figura 2. 26 Clases de puertos USB.....	34
Figura 2. 27 Icono. Identificador del Software LABVIEW	34
Figura 2. 28 NI MYDAQ. Tarjeta de adquisición de datos.	35
Figura 2. 29 Dimensiones NI MyDaq.	36
Figura 2. 30 Diagrama de bloques interno de la NI MyDaq..	36
Figura 2. 31 Vista superior de la NI MyDaq.....	38
Figura 2. 32 Conexiones generales de la MyDaq.....	39
Figura 3. 1 Foto del prototipo.....	44
Figura 3. 2 Diagrama de bloques del detector de metales.....	45
Figura 3. 3 Diagrama de bloques de la balanza dinámica	45
Figura 3. 4 Bobina de detector de metales.	47
Figura 3. 5 Pantalla del detector de metales.	47
Figura 3. 6 Figura para zona sin metales en el detector	48
Figura 3. 7 Transformador de corriente.....	49
Figura 3. 8 Tarjeta fuente y relés.....	50
Figura 3. 9 Tarjeta de pantalla y microcontrolador.....	51
Figura 3. 10 Tarjeta de control de bobinas.....	52
Figura 3. 11 Secuencias físicas para verificación de peso	53
Figura 3. 12 Transmisión banda motor.	53
Figura 3. 13 Regulación de tensión en bandas	54
Figura 3. 14 Sistema antivibraciones de bandas.....	54
Figura 3. 15 Tensión para correas dentadas	55
Figura 3. 16 Fotografía de celda de carga	56
Figura 3. 17 Transmisor de peso Cardinal modelo 201	57
Figura 3. 18 Sensor de fibra Óptica.....	58

Figura 3. 19 Ubicación de sensores en el prototipo..	59
Figura 3. 20 Alineación de sensores ópticos.	59
Figura 3. 21 Distribución del control en el prototipo.	60
Figura 3. 22 Circuito de Control de Pesaje Dinámico.	61
Figura 3. 23 Vista 3D de la Tarjeta de Control.	61
Figura 3. 24 Módulo de 4 Relay.	62
Figura 3. 25 Módulo de 2 Relay.	62
Figura 3. 26 SaberTooth.	63
Figura 3. 27 Banco de Optoacopladores.	63
Figura 3. 28 UART.	64
Figura 3. 29 Ventana de inicio de LabVIEW.	64
Figura 3. 30 WorkSpace de LabView.	65
Figura 3. 31 Paleta Express Leds.	65
Figura 3. 32 Paleta Modern/Array.	66
Figura 3. 33 Paleta Express/Input.	66
Figura 3. 34 Acquire Signals/Digital Input.	66
Figura 3. 35 Line Port DAQ Assistant.	67
Figura 3. 36 Front Panel - Sistema de Monitoreo de Balanza Dinámica.	67
Figura 3. 37 Visa - Configuración de Puerto Serial.	68
Figura 3. 38 Visa - Property Node.	68
Figura 3. 39 Visa - Write.	68
Figura 3. 40 Visa - Close.	69
Figura 3. 41 Visa - Simple Error Handler.	69
Figura 3. 42 Visa - Flush I/O Buffer.	69
Figura 3. 43 Visa - Read.	69
Figura 3. 44 Visa - Match Pattern.	69

Figura 3. 45 Visa - Fract/Exp String To Number.....	70
Figura 3. 46 Concatenate String.	70
Figura 3. 47 Build Array.	70
Figura 3. 48 Index Array.	70
Figura 3. 49 Front Panel Comunicación Serial - Monitoreo.....	71
Figura 3. 50 LCD Primera Presentación.	71
Figura 3. 51 LCD Segunda Presentación.	71
Figura 3. 52 LCD - Opciones de Manual - Automático.....	72
Figura 3. 53 Configuración de puertos de Recepción y Transmisión.	72
Figura 3. 54 Diagrama de Bloques de la Comunicación Serial.....	73
Figura 3. 55 Práctica # 1.....	74
Figura 3. 56 Práctica # 2.....	75
Figura 3. 57 Práctica # 3.....	76
Figura 3. 58 Práctica # 4.....	78
Figura 4. 1 Modelo de VI.	79
Figura 4. 2 Pestaña - Práctica # 1.	82
Figura 4. 3 Pestaña - Práctica # 2.	84
Figura 4. 4 Pestaña - Práctica # 3.	87
Figura 4. 5 Pestaña - Práctica # 4.	90

RESUMEN

AÑO	ALUMNO	DIRECTOR DE TESIS	TEMA DE TESIS
2015	Pineda González, Juan Pedro.	Ing. Neira Clemente, Luis Antonio.	Diseño y Construcción de un prototipo de Balanza Dinámica para control de peso en bandas transportadoras utilizando instrumentación virtual (LABVIEW) y PIC.

La presente tesis **“Diseño y Construcción de un prototipo de Balanza Dinámica para control de peso en bandas transportadoras utilizando instrumentación virtual (LABVIEW) y PIC.”** Se basa en la integración de las diferentes tecnologías estudiadas a lo largo de la carrera de Ingeniería Electrónica para el desarrollo de un prototipo que ayude a la industria alimenticia en la detección de materiales ferromagnéticos que podrían estar presentes en el producto de consumo masivo, como indica la política de cumplimiento de la FDA capítulo 5 subcapítulo 555 sección 425. Para la verificación del peso nos basamos en la norma local de error máximo permisible para productos empaquetados o envasados NTE INEN 0483.

Los sistemas de pesaje dinámico son muy utilizados a nivel industrial para monitorear la calidad del producto final de una línea de fabricación, aceptándolo o rechazándolo según el rango de aceptación del peso.

El prototipo consta de cuatro bandas transportadoras sincronizadas en velocidad. La primera banda se desliza dentro de una bobina de detector de metales para alertar cualquier presencia de material ferromagnético. Posteriormente existe una segunda banda de recepción para la balanza donde ingresa el producto a ser monitoreado. El producto es transportado a la tercera banda donde existen dos celdas de carga conectadas a un indicador y transmisor de peso el cual envía la señal de forma serial a un microcontrolador. Una cuarta banda es la encargada de aceptar o rechazar el producto con la ayuda de un pistón neumático si es que este se encuentra fuera de un rango programado. La velocidad de las bandas se puede regular para para que pasen más o menos productos en un tiempo determinado.

El prototipo posee una programación sencilla y amigable para el usuario de tal manera pueda chequear productos desde 20gr hasta 1000gr y con unas velocidades que pueden ir desde 0.01m/s hasta 0.4m/s, adicionalmente el PIC y el software LABVIEW con la tarjeta de adquisición de datos NI MyDAQ se podrá realizar control y el monitoreo del sistema.

Los beneficiarios directos son los estudiantes de la UPS Guayaquil de la Carrera de Ingeniería Electrónica, ya que podrán contar con un prototipo de balanza dinámica para control de peso, utilizando los tipos de control automático vistos en clase.

PALABRAS CLAVES: Diseño y Construcción de un prototipo de Balanza Dinámica para control de peso en bandas transportadoras utilizando instrumentación virtual (LABVIEW) y PIC. Implementación. Velocidad. Peso. Detección. Rechazo. Comunicación, Adquisición de datos/monitoreo.

ABSTRACT

YEAR	STUDENT	THESIS DIRECTOR	THESIS TOPIC
2015	Pineda González, Juan Pedro.	Ing. Neira Clemente, Luis Antonio.	Diseño y Construcción de un prototipo de Balanza Dinámica para control de peso en bandas transportadoras utilizando instrumentación virtual (LABVIEW) y PIC.

This thesis "**Design and Construction of a prototype of Dynamic Balance for weight control in conveyor belts using virtual instrumentation (LABVIEW) and PIC.**" It is based on the integration of different technologies studied throughout the career of Electronic Engineering for the development of a prototype to help the food industry in detecting ferromagnetic materials that may be present in the product of mass consumption, as indicated by the policy of FDA compliance Chapter 5 555 subchapter section 425. To verify the weight we We rely on local standard allowable maximum error for packaged products or packaged NTE INEN 0483.

Dynamic weighing systems are widely used industrially to monitor the quality of the final product of a manufacturing line, accepting or rejecting it as the range of weight acceptance.

The prototype consists of four synchronized speed conveyors. The first band slides into a coil of a metal detector to alert any presence of ferromagnetic material. There then a second reception band for the balance where it enters the product to be monitored. The product is transported to the third band where two load cells connected to a weight indicator and transmitter which sends the signal to a microcontroller serially exist. A fourth band is responsible for accepting or rejecting the product with the help of a pneumatic piston if this is outside of a programmed range. The speed of the bands can be adjusted for to pass more or less products in a given time.

The prototype has a simple and user friendly programming so can check products from 20gr to 1000gr and speeds that can range from 0.01m / s to 0.4m / s, in

addition, the PIC and LabVIEW software with the card myDAQ NI data acquisition can be made control and monitoring system.

The direct beneficiaries are the students of Guayaquil UPS Electronic Engineer Race, as they will have a prototype of dynamic balance for weight control, using automatic control rates seen in class.

KEYWORDS: Design and construction of a prototype of Dynamic Balance for weight control in conveyor belts using virtual instrumentation (LABVIEW) and PIC. Implementation. Speed. Weight. Detection. Rejection. Communication, Data Acquisition / monitoring.

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto comprende el diseño y construcción de un prototipo de balanza dinámica con Instrumentación virtual LabVIEW y PIC.

El proyecto consta de dos módulos y cuatro bandas transportadoras.

El primer módulo es un detector de metales ferromagnéticos, dentro del cual se desliza una banda encargada de hacer pasar el producto por el núcleo de las bobinas del detector o también llamado boca del detector. Cuando producto tiene partículas metálicas ferromagnéticos y pasan por el núcleo del detector este produce una alteración al campo magnético de las bobinas, emitiendo una alarma de presencia de metales ferromagnéticos en el producto que está pasando.

El segundo módulo es una balanza dinámica que consta de tres bandas. La primera banda es la encargada de recibir el producto que llega a la balanza para luego ser enviada a una segunda banda que descansa sobre dos celdas de carga. Este módulo junto con la segunda banda es el encargado de pesar el producto de forma dinámica. Las dos celdas de carga de alta presión y sensibilidad con galgas extensiométricas conectadas en configuración tipo puente Wheatstone nos entregan en su salida una resistencia variable proporcional al peso, esta señal de resistencia es leída por un transmisor de peso marca CARDINAL modelo 201 y enviada en unidades de kilogramos de manera serial al microcontrolador 16F877A, el cual también recibe una señal de dos sensores de fibra óptica de rápida respuesta que detectan cuando el producto entra y sale del módulo de peso.

Una tercera banda transportadora en la balanza tiene un actuador neumático que se activa para rechazar el producto en caso de que el peso este fuera de los límites tolerables de peso saeteados por el usuario. De la misma manera si el peso está dentro de rango seteado por el usuario, no se activa el actuador permitiendo que el producto siga su rango seteado hasta llegar a un depósito de material aceptado.

El prototipo esta enlazado de manera serial a LabVIEW con el cual se hace un monitoreo de la cantidad de producto aceptado y rechazado.

Este proyecto tiene gran importancia a nivel de prácticas de Laboratorio Universitarias en cuanto se trata de peso, ya que refuerza los conocimientos teóricos

adquiridos en las aulas. A nivel industrial tendría mucha acogida ya que todas las fábricas que necesitan un control de peso al final de su producción por control de calidad, podrían tener un equipo similar basado en este prototipo. Tomando como esa referencia la idea anterior podemos decir que a nivel profesional los estudiantes que conozcan el prototipo podrán entregar soluciones óptimas al sector industrial colaborando así el control de calidad de una fábrica en donde sus productos se venden por peso.

En el **Capítulo I** se describen los hechos preliminares del prototipo de balanza dinámica, se definen variables, metodología, técnicas los objetivos que se plantean.

En el **Capítulo II** se establece como marco teórico sobre el prototipo desarrollado e implementado, dando a conocer los conceptos específicos de cada elemento que contiene la balanza dinámica.

En el **Capítulo III** se explica detalladamente los diferentes procesos de la implementación y construcción de la balanza dinámica con su instrumentación virtual Labiew y el PIC.

En el **Capítulo IV** se detalla las prácticas para elaboración de pruebas de la balanza.

En el **Capítulo V** se detalla los resultados de las pruebas de la balanza.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

Actualmente en los laboratorios de Electrónica del bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) sede Guayaquil, no cuentan con un sistema que les permita familiarizarse con los sistemas de peso estático y dinámico junto con la detección de metales, muy fundamental a nivel industrial para la gestión de controles de calidad.

Las prácticas que se realizan en los laboratorios suelen ser en su mayoría de manera virtual, directamente en el programa LABVIEW y muy pocas realizando la comunicación con una tarjeta electrónica, debido a que no se cuenta con ciertos equipos que puedan realizar físicamente el elaborado en el entorno de programación gráfico y de esta manera ver la interacción tanto de manera virtual como física.

1.2 Delimitación del Problema.

La propuesta a desarrollar fue implementada en el laboratorio de Electrónica Analógica del bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana ubicada en las calles Chambers 227 y 5 de Junio de la Ciudad de Guayaquil.

Se diseñó y construyó un prototipo de balanza dinámica para chequear pesos que van desde 20g hasta 1000g con una precisión de 2g. La velocidad de la banda es programable hasta un máximo de 0.4m/s. Con instrumentación virtual (LABVIEW) donde se pueden registrar los pesos aceptados y rechazados.

Las dimensiones del equipo que constan del módulo de detección de metales y el módulo chequeo de peso dinámico son de 1.50m de alto x 2.0m ancho x 0.90m de profundidad.

Se construyó la tarjeta electrónica de control teniendo en cuenta las respectivas normas para el diseño de PCB utilizando el programa ARES de PROTEUS, para su respectivo sistema de control para la implementación de balanza dinámica.

Se realizaron 4 prácticas básicas en las se pueda realizar la comunicación y procesamiento de señales entre el programa LABVIEW con el prototipo.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Diseñar y construir un prototipo de balanza dinámica para verificación de pesos utilizando instrumentación virtual LABVIEW, microcontrolador y sensores de peso de alta precisión.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Construir y diseñar la estructura para la implementación de un sistema de control de pesaje dinámico.
- Realizar el montaje mecánico del prototipo, y sus conexiones eléctricas y de control.
- Instalar los sensores de pesaje y fibra óptica en el prototipo de balanza dinámica para toma de lecturas en peso dinámico.
- Programar el PIC mediante microcode para control de bandas y lecturas de peso en dinámico.
- Realizar pruebas de los algoritmos de programación y las partes ya instaladas en la chequeadora.
- Programar el sistema de monitoreo en LabVIEW para el prototipo.
- Realizar pruebas con productos de diferentes pesos.
- Elaborar prácticas para los estudiantes de laboratorio de instrumentación.

1.4 Justificación.

Debido a la falta de un sistema de pesaje dinámico, para verificación de diferentes pesos, en los laboratorio de Electrónica del bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana en la ciudad de Guayaquil, se ha tomado en consideración realizar el diseño y construcción de un prototipo de una balanza para la verificación del peso en forma dinámica, muy necesarios a nivel industrial en la calidad del producto final, con fabricación en serie donde sus productos se venden por peso.

Este trabajo pretende mejorar los controles de los equipos en una línea de producción que una fábrica o industria debe tener para evitar la baja calidad en la producción. También el prototipo fue realizado para que los Estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil de la carrera de Ingeniería Electrónica puedan hacer prácticas de laboratorio de pesos estáticos y dinámicos, con la finalidad de que conozcan este tipo de soluciones.

1.5 Variables e Indicadores.

1.5.1 Variables.

- Peso.
- Velocidad.
- Detección de metales.

1.5.2 Indicadores.

- **Registro de Peso:** Peso del producto a ser medido en el prototipo para ejecutar la acción de rechazo o aceptación.
- **Registro de Velocidad:** Velocidad de las bandas pueden ser reguladas desde 0.01m/s hasta 0.4m/s, para que se ajusten o sincronicen con la velocidad de producción.
- **Detección de metales.** Variable que nos indica cuando existe la presencia de un metal en el producto.

1.6 Metodología.

1.6.1 Métodos.

1.6.1.1 Método Inductivo.

Se usó este método ya que con la fusión de varios conocimientos de Electrónica Analógica, Electrónica Digital, Procesamiento de Señales Digitales, Neumática, Micro-Controladores y sensores para diseñar y construir el prototipo de una balanza dinámica y detección de metales.

Este prototipo podrá ser utilizado en las diferentes materias impartidas que tengan como herramienta el software de programación gráfica LABVIEW y Microcontroladores en la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil.

1.6.1.2 Método Deductivo.

Mediante la unión de los conceptos básicos de peso y velocidad será diseñado y construido el prototipo de balanza dinámica. Muy útil para verificar el peso de los productos que pasaran por el prototipo desde un peso de 0.1 hasta 1Kg. La velocidad de la banda en el prototipo juega un papel importante en la producción, para la sincronización de la velocidad donde se utiliza un PIC el cual también es el encargado del registro de cada producto pesado en la segunda banda.

Mediante la tarjeta de adquisición de datos NI MyDAQ y el software de programación gráfica LabVIEW utilizado para el monitoreo, podemos estar al tanto de las acciones del sistema de pesaje dinámico. Con este prototipo los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil serán los principales beneficiarios pudiendo hacer prácticas de laboratorio con un alcance proyectado a futuro a nivel industrial.

1.6.2 Técnicas.

1.6.2.1 Técnica Documental.

El marco teórico del prototipo de balanza fue realizado a partir de los conceptos y fundamentos que fusionan lo teórico con lo práctico basado en los principios del funcionamiento de los sensores actuadores y control de electrónica industrial junto con el monitoreo en tiempo real.

1.6.2.2 Técnica de Campo.

Técnica que se utilizó a través de las pruebas reales a los sensores y actuadores para el buen funcionamiento del prototipo, la precisión y comportamiento de éstos a la hora de poner a funcionar el equipo en todas sus posibles situaciones y su interacción total incluido con el software LabVIEW al momento de adquirir los datos.

1.6.3 Instrumentos de investigación y recolección de datos.

Para el desarrollo del prototipo se utilizó la investigación científica y la experimental.

1.6.3.1 Investigación Científica.

Científica ya que se utilizó información de fuentes y normativas nacionales como la NTE INEN 0483 (1980) productos empaquetados o envasados. Error máximo permisible

Recomendaciones Internacionales científicas como la **FDA** Food and Drug Administration, (Administración de Alimentos y Fármacos, por sus siglas en inglés) presentes en el producto de consumo como indica la política de cumplimiento de la FDA capítulo 5 subcapítulo 555 sección 425 sobre la presencia y el riesgo de objetos duros o afilados en los alimentos.

Recolección de fuentes sobre el software LabVIEW, Microcode Studio, transmisores de peso, detectores de metales, sensores de peso, fibra óptica y modelos de mediciones para peso estático y dinámico.

1.6.3.2 Investigación Experimental.

Experimental ya que para el buen funcionamiento del prototipo se corrieron pruebas en tiempo real para verificar las normativas NTE INEN 0483 y FDA CGP SEC 555.425 en los productos que fueron verificados y de esta forma comprobar el correcto funcionamiento del prototipo.

1.7 Población y Muestra.

1.7.1 Población.

La población objetivo para el uso del prototipo está elaborado para los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Electrónica que estén cursando las materias donde se use como herramienta de estudio el programa labVIEW y los microcontroladores en el laboratorio del Bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

1.7.2 Muestra.

Como muestra se escogen 25 fundas de alimentos procesados para que sean verificados de acuerdo a tolerancias de peso dispuestas por la norma local vigente NTE INEN 0483 (1980) y metales según las recomendaciones de la FDA 555.425 en ese caso solo para metales ferrosos, aunque la norma diga que es para cualquier cuerpo extraño, la limitación del prototipo es detectar solo materiales ferromagnéticos. El prototipo rechazará el producto que no cumpla las especificaciones.

En el sistema de pesaje dinámico se asignan los pesos y tolerancias permitidas para el pesaje del producto, para después de cierto tiempo tener un número de productos aceptados y rechazados por el sistema de control de pesaje dinámico.

El las prácticas se escoge otros tipos de productos para muestra como leche la vaquita, Avena Quaker, y gelatina royal. Como todos estos productos cumplen con la normativa en algunos casos intencionalmente se le ha sumado peso y muestras de metales ferrosos solo para fines prácticos del sistema.



Figura 1. 1 Foto de chequeo de fundas de azúcar en el prototipo.

Tabla 1**Tabla de productos utilizados como muestra.**

Nombre del Producto.	Peso de presentación en gramos.	Tolerancia según NTE INEN 0483	Metales según FDA 555.425 (solo metales ferrosos)	Total productos que pasaron	Total Aceptados	Total Rechazados
Azúcar Blanca Granulada San Carlos presentación 250g.	250g	±5g.	≥7mm	25	25	0
Azúcar Blanca Granulada San Carlos presentación 500g.	500g	±10g.	≥7mm	25	25	0
Azúcar Blanco Valdez presentación 250g.	250g	±5g.	≥7mm	25	25	0
Azúcar Blanco Valdez presentación 500g.	500g	±10g.	≥7mm	25	25	0

Nota: Prueba de productos aceptados o rechazados por el prototipo, utilizando muestras de fundas de azúcar de 250 y 500 gramos.

1.8 Descripción de la Propuesta.

El prototipo chequea de forma dinámica o en movimiento los metales presentes en el producto y el peso del mismo. En caso de que el producto este fuera del rango programado por el cliente, este los rechazara expulsándole de la banda y enviándolo a una caja de producto rechazado.

En el desarrollo se utilizó los conocimientos de peso estático y dinámico, normas locales vigentes como la NTE INEN 0483 (1980) y guías de cumplimientos como la FDA 555.42, detección de metales, microcode studio y microcontroladores. Toda la información le llega el PIC donde este ejecuta un algoritmo de programación

cargado y transmite al LabVIEW la información para el monitoreo continuo en caso de que el usuario así lo requiera.

Las balanzas dinámicas conocidas como chequeadoras de peso, a nivel industrial son muy esenciales. La mayoría de productos alimenticios se venden por peso para lo cual la industria productora puede chequear de forma muy rápida y precisa el 100% de sus productos ayudando a eliminar errores humanos o de sistemas que en algún momento no pueden funcionar de manera correcta.

Este prototipo será usado para que los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana conozcan y se familiaricen con los sistemas de chequeo de peso tanto estáticos como dinámicos y será entregado al laboratorio de instrumentación de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil con la finalidad que de los estudiantes de esta materia tengan la capacidad de conocer el banco, y puedan hacer las prácticas de ajustes, velocidades y calibraciones colaborando así con la extensa enseñanza que la Universidad Politécnica Salesiana imparte a sus alumnos en la práctica Industrial.

Las dimensiones del equipo 1.50m de alto x 2.0m ancho x 0.90m de profundidad

Prácticas de laboratorio:

- Calibración de balanzas estáticas. Verificación de peso dinámico a una velocidad constante.
- Verificación de peso dinámico constante con velocidad regulable.
- Verificación de peso con ingreso del número de productos que van a pasar.
- Verificación de peso dinámico con una velocidad regulable y detección de metales.

1.8.1 Beneficiarios.

Los beneficiarios son los estudiantes que realizan prácticas en el laboratorio de instrumentación en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil de la carrera de ingeniería Electrónica que los prepararía para su ámbito profesional en resolver problemas y manejar equipos a nivel industrial.

1.8.2 Impacto.

El impacto con el módulo de balanza dinámica para la universidad Politécnica Sede Guayaquil es positivo tanto para los estudiantes que realizan las prácticas, como para los profesores. Tomando en cuenta que la mayoría de fábricas tienen al final de su línea de producción una balanza dinámica por control de calidad de su producción. Se puede asegurar que los estudiantes que hagan prácticas en la Universidad con este módulo podrán entender y tener un alto conocimiento referente a balanzas estáticas y dinámicas en el campo profesional.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes.

Aproximadamente en el año 3500 antes de Cristo el comercio era una de las actividades más relevantes, especialmente en lo que se refiere al intercambio de productos. Debido a aquellas circunstancias el pueblo Egipcio se vio forzado medir o pesar esos productos destinados a la venta y aquella herramienta o instrumento que ayudara a su comercialización resultaba esencial. Aquí es donde nace la primitiva balanza egipcia que consistía en una columna con un astil atado con una cuerda y a sus extremos otras cuerdas sostenían dos bandejas, en la una pesaban el producto para intercambio y en la otra bandeja un peso de valor que debía ser convenido. Desde aquel entonces han evolucionado mejoras en sus sistemas, ya cerca del año 1500 a.c tenían una plomada para nivelar la balanza. Posterior la civilización Romana cerca de los 200 a.c lograron darle forma a lo que luego se conoció como romana de gancho y tan importante sería esta creación de los romanos que se convertiría en el perfecto antecedente de las llamadas basculas de plataforma debido a que su robustez les permitían soportar grandes cantidades de peso.

En la actualidad contamos con innumerables marcas y modelos de balanzas especializadas que pueden pesar desde los 1×10^{-11} Kg . hasta decenas de toneladas de kilogramos como un tráiler totalmente cargado. Actualmente la tecnología está muy adelantada y es muy indispensable que nos adaptemos a ella y creo que la manera de adaptarnos es aprovechando esa tecnología para mejorar ya sea nuestra enseñanza, un producto o sistema.

Casi a diario consumimos alimentos que los compramos por peso y puede ser que en el momento de la venta no lo pongan en una balanza pero la mayoría de productos de alimentos viene indicado el peso o cantidad que compramos por el valor que se paga. Muchos de estos productos tuvieron en algún momento su proceso de fabricación o empaquetado, dentro del cual la industria alimentaria muy responsablemente trabaja todos los días por la buena calidad del producto en todas sus formas para beneficio del consumidor. Adicional existen normas que regulan el

error máximo permisible de los productos empaquetados o envasados en peso y dimensiones como la NTE INEN 0483 o las guías de política de cumplimiento de la FDA 555.425 para presencia de cuerpos extraños en alimentos.

En el año 2010 en la Escuela Politécnica Nacional, Dixie Gabriela Alarcón Mesa de facultad de ingeniería química y agroindustria realizó como proyecto de tesis “desarrolló de un plan de prevención de cuerpos extraños en una fábrica de pulverización de leche” con el objetivo de mejorar la calidad del producto de la leche en polvo previniendo el ingreso de cuerpos extraños.

En el año 2013 en la Universidad politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Henry Antonio Pincay Bajaña y Oswaldo Israel Tigrero Serrano de la carrera de Ingeniería Electrónica realizaron como proyecto de tesis “Diseño y construcción de una báscula de pesaje dinámico para dosificación de materia Sólida” con el objetivo de monitorear y controlar la cantidad del producto que pasa por dicha balanza para que los estudiantes tengan herramientas donde poner en práctica sus conocimientos adquiridos en clase.

Luego de una gran historia de las balanzas y normas de seguridad alimentaria, vemos que existen varios proyectos del tipo similar, incluso en nuestra Universidad, lo cual es de mucha ayuda en la enseñanza de los docentes, dándoles herramientas para que puedan impartir sus clases de manera práctica y desarrollando investigaciones futuras en las diferentes materias que usen este módulo lo cual es de gran aporte a la sociedad.

2.2 Seguridad alimentaria.

Todas la leyes de seguridad alimentaria se basan en que los alimentos deben ser puros. Significa que los alimentos no deben contener sustancias o materiales extraños, microbios, ni productos químicos que puedan poner en peligro la salud de los consumidores. (Garcia Fajardo , 2011)

2.2.1 Buenas prácticas de fabricación (BPF).

Constituyen los principios básicos y prácticas de higiene que los procesadores de alimentos deben tomar en cuenta en todas sus etapas, producción, industrialización y comercialización.

2.2.2 Codex Alimentarius.

El Codex alimentarius o Código alimentario promueve la producción de alimentos más sanos y es una recopilación de normas y directrices alimentarias internacionales.

2.2.3 Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC).

El objetivo de este sistema es prevenir, reducir o controlar los peligros potenciales (físicos, químicos y microbiológicos) que pueden afectar los alimentos en un proceso productivo. Es un sistema preventivo que sirve para asegurar la producción de alimentos inocuos que aplica principios científicos y técnicos usando el sentido común.

2.2.4 Tipos de contaminantes según (OPS/OMS, Noviembre de 2003)

Los contaminantes en los alimentos pueden ser los siguientes:

- **Físicos:** Se encuentran el polvo, piedras, astillas, madera, metales, huesos, y toda materia sólida o viscosa visible en un alimento y que sea percibido como indeseable para el consumidor.
- **Químicos:** Están los insecticidas, detergentes, pesticidas, metales pesados entre otros.
- **Biológicos:** Las bacterias y sus toxinas, los parásitos, los hongos y sus toxinas, y los virus.

Según la FDA la presencia de un cuerpo extraño en los alimentos y el perjuicio que pueda ocasionar al consumidor está muy relacionada con el tamaño del contaminante físico, pudiendo ocasionar daños en el tejido de su boca, garganta o perforación de sus tejidos tracto-intestinales.

La información Científica de la FDA señala que no se ha informado lesiones con objetos de 7 milímetros o menos y proporciona las siguientes recomendaciones en su cuadro de Evaluación de Peligros a la Salud o Health Hazard Evaluation Board (HHEB).

Disco con objetos afilados de 7 a 25mm de largo presentan un peligro potencial físico en los alimentos.

Los objetos extraños que se encuentran a menos de 7 mm, máxima dimensión, rara vez causan un trauma o lesión grave, excepto en los grupos de riesgo, como los niños, los pacientes de cirugía y los ancianos.

En los países bajos hay un límite de 2mm según las normativas reguladoras vigentes. Por el momento no hay límite inferior de reconocimiento internacional pero sin embargo un límite de 2mm también es objeto de debate en el Codex Alimentarius. (OPS/OMS, Noviembre de 2003)

La prevención en la mayoría de plantas alimenticias está bien definida como una disciplina diaria que comprende las buenas prácticas de fabricación (BPF) análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC) y técnicas para la detección de cuerpos extraños.

2.3 Detectores de metales.



Figura 2. 1 Detector de metales para alimentos. Fuente (Sartorius Intec, 2009)

El detector de metales está formado por tres bobinas completamente paralelas entre ellas sobre un soporte no metálico o núcleo. La bobina central es alimentada con una corriente eléctrica de alta frecuencia que genera un campo magnético, ésta bobina es conocida como la transmisora y las otras dos bobinas laterales actúan como receptoras dado que son idénticas y se encuentran a la misma distancia de la transmisora por lo que la tensión inducida en ambas es la misma. Si estas bobinas se conectan en oposición, estas tensiones se anulan entre si y se produce una salida cero. (Mettler Toledo, 1996)

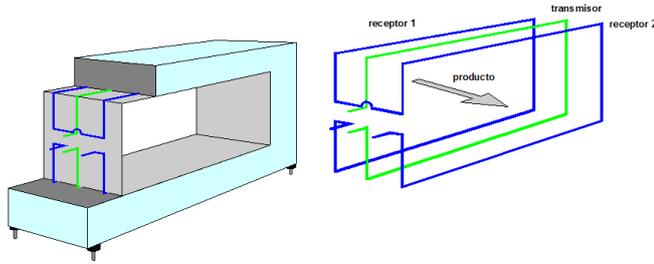


Figura 2. 2 Principio de funcionamiento de los detectores de metales. Fuente (Sartorius Intec, 2009)

Cuando una partícula metálica pasa por el conjunto de bobinas del detector el campo magnético de alta frecuencia se altera primero en la proximidad de una de las bobinas receptoras y a continuación en la proximidad de la otra. Esa acción cambia la tensión generada en los receptores alrededor de los nano-voltios y esta señal se puede amplificar y procesar para detectar la presencia de contaminantes metálicos. (Mettler Toledo, 1996)

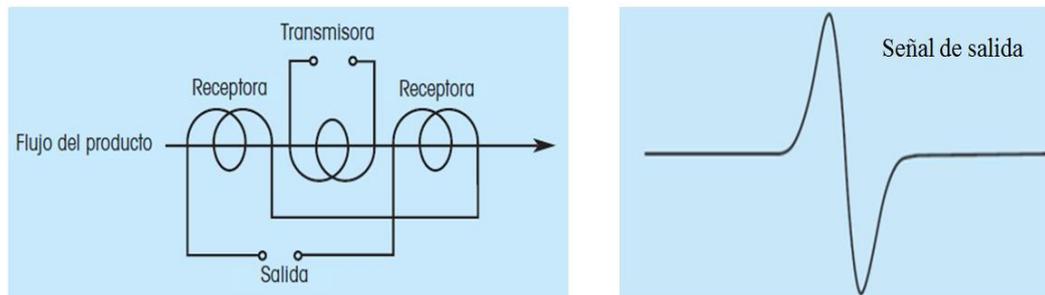


Figura 2. 3 Configuración y señal de salida de los detectores de metales. Fuente (Mettler Toledo, 1996)

2.3.1 Efectos de los metales en un campo magnético.

2.3.1.1 Metales ferromagnéticos.

Los metales ferromagnéticos son los que contienen hierro y en el momento en el cual el metal es colocado dentro del habitáculo de detección, las líneas de los campos magnéticos son propensas a la concentración.

La heterogeneidad resultante de la transmisión de los campos produce diferencias inducidas de voltaje en las dos bobinas receptoras, y esa diferencia se expresa en una señal de evaluación metálica

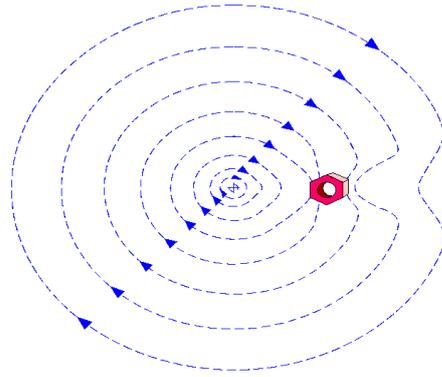


Figura 2. 4 Fenómeno básico de los metales ferromagnéticos en una concentración de un habitáculo de detección. Fuente (Sartorius Intec, 2009)

2.3.1.2 Metales no ferrosos.

Los metales no ferrosos dentro de un habitáculo de detección según la ley de Lenz, el campo magnético que aparece en el metal se opone al campo provocado. El campo adicional alrededor del metal es desplazado o torcido.

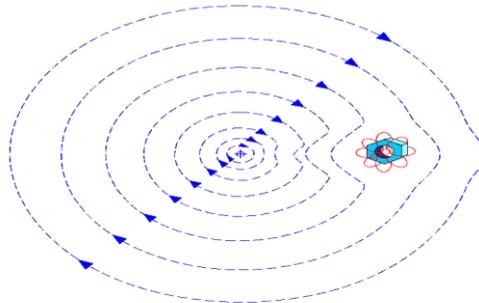


Figura 2. 5 Fenómeno básico de los metales no ferrosos, desplazamiento del campo. Fuente (Sartorius Intec, 2009)

2.3.2 Detección de metales en función de la frecuencia.

En la práctica habitual, los metales ferrosos y no ferrosos aparecen usualmente combinados. Dependiendo de la frecuencia de transmisión, una corriente arremolinada de mayor o menor magnitud se formará en la superficie de una partícula ferromagnética y dependiendo de la medida de la partícula metálica y de la frecuencia de operación, un pedazo del metal puede generar una señal en la cámara de detección. (Sartorius Intec, 2009)

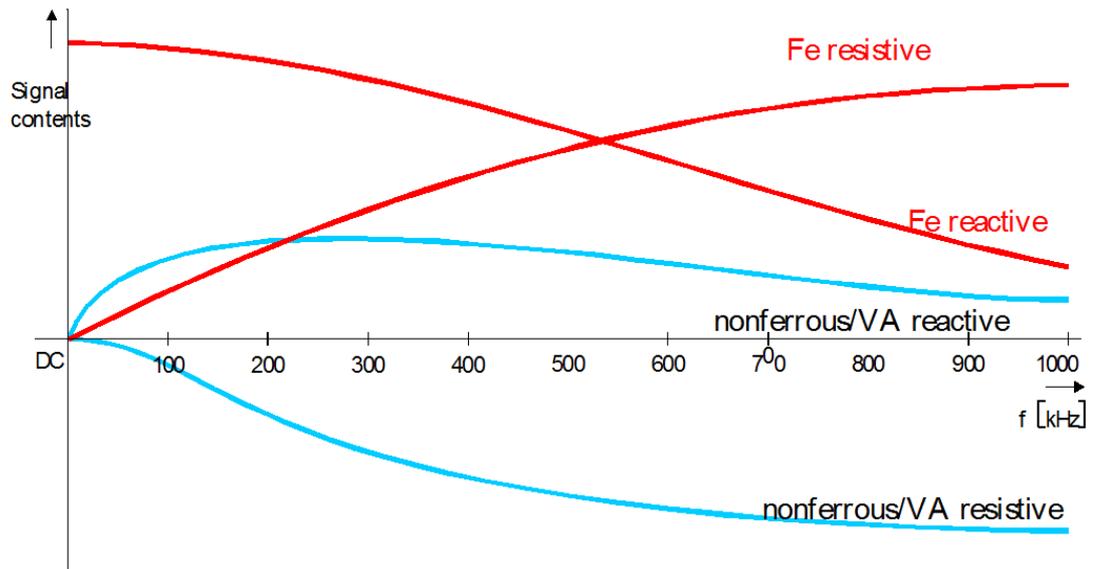


Figura 2. 6 Detectabilidad de varios metales en función de frecuencia. Fuente (Sartorius Intec, 2009)

2.3.3 Zona sin metales.

Para lograr las mejores prestaciones de los detectores de metales, ninguna parte metálica debe encontrarse cerca de la apertura más de lo especificado en la siguiente figura.

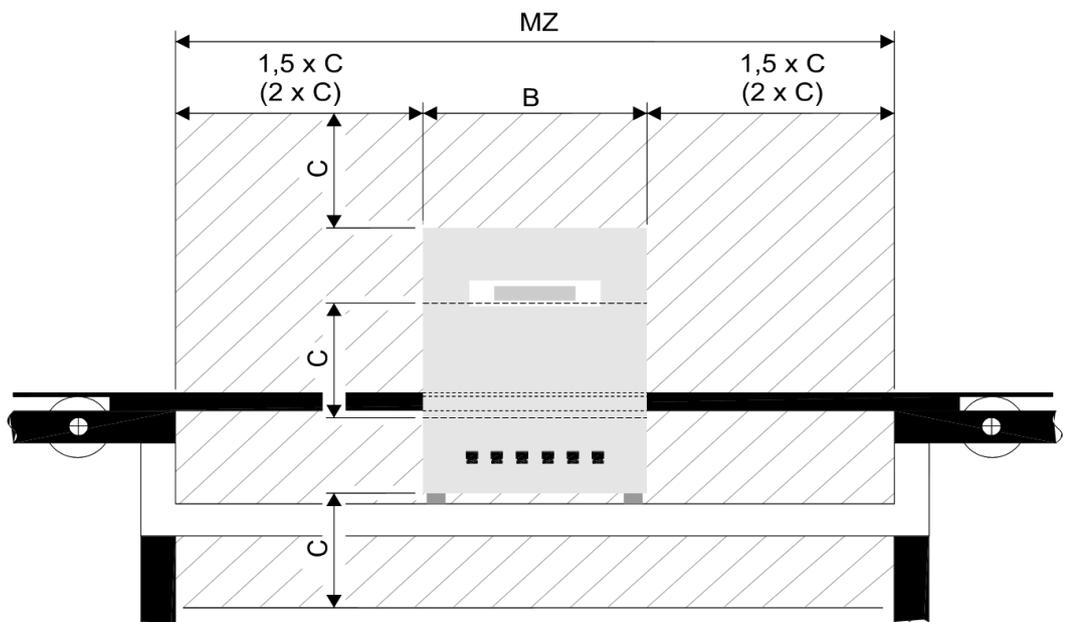


Figura 2. 7 Figura para zona sin metales donde C es la altura y B el hacho de la boca del detector de metales. Fuente (Sartorius Intec, 2009)

2.4 Celdas de carga.

2.4.1 Galga Extensiométrica.

La galga extensiométrica es un sensor pasivo que puede medir diversas magnitudes mecánicas como pueden ser la carga, presión, torque, deflexión o deformación. Este dispositivo varía de forma proporcional al esfuerzo que está sometido.

Está formada generalmente por una Strain Gauge, que está formada por un hilo muy fino o papel aluminio dispuesto en forma de grilla la cual va pegada a un fino respaldo no conductor llamado “carrier” el cual va sujeto directamente a la pieza bajo medida. En consecuencia el esfuerzo presentado por la pieza es transferido directamente al Strain Gauge, el cual responde con cambios lineales de resistencia. (Creus Solé, 1997, pág. 81).

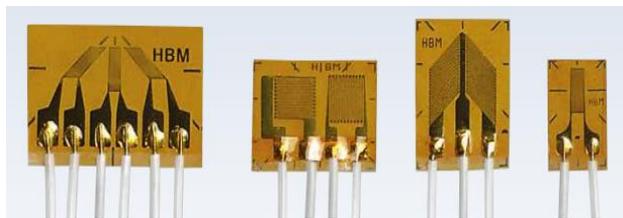


Figura 2. 8 Diferentes configuraciones de Galgas Extensiométricas. Fuente (HMB, 2003)

La galga extensiométrica convierte el desplazamiento o deformación en una señal eléctrica. Generalmente una celda de carga se compone de cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone, sin embargo es posible adquirir celdas de carga con solo una o dos galgas extensiométricas.

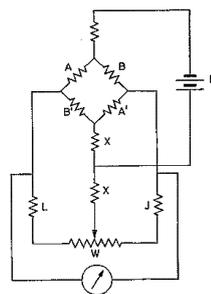


Figura 2. 9 Puente de Wheatstone para Galga Extensiométrica. Fuente (Creus Solé, pág. 82).

2.4.2 Celda de Carga con Galgas Extensiométricas.

La celda de carga se compone de un metal que sufre una deformación conforme se aplica una fuerza. Pegado a este metal en la parte más flexible se encuentra una galga extensiométrica que al flexionarse el metal cambia su resistencia, de tal forma que al alimentarse con un voltaje DC entregan una señal de voltaje proporcional a la fuerza aplicada. La señal de voltaje entregada a la salida de la celda de carga, generalmente está en el orden de los milivoltios. (Creus Solé, 1997, pág. 303).



Figura 2. 10 Celda de carga de deflexión con galgas extensiométricas. Fuente (HMB, 2003)

Además existen algunos tipos de celdas de carga de acuerdo a su aplicación:

- Celdas de carga de compresión.
- Celdas de carga de Tensión.
- Celdas de carga tipo viga.
- Celdas de carga de un solo punto.

2.4.3 Esquema de Cableado de las Celdas de Carga.

La configuración Estándar de las celdas de carga se encuentra de la siguiente forma. Una señal de excitación por donde ingresa el voltaje, y la señal de salida que es proporcional al peso o la fuerza aplicada en dicha celda.

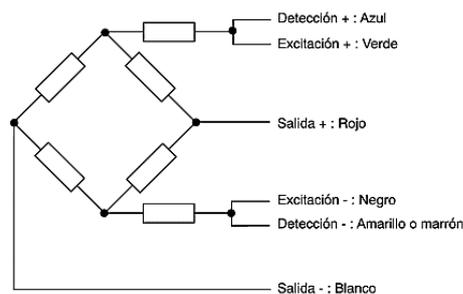


Figura 2. 11 Esquema de Cableado, Configuración de conexiones de células de carga.

2.5 Transmisor de peso

Son equipos electrónicos de alta precisión diseñados para procesar y convertir una señal generada por una ó por un conjunto de Celdas de Carga (sensor utilizado para medir peso) a un formato proporcional estandarizado que permite la conexión del transmisor directamente a un sistema de control del proceso Industrial.

Existen transmisores análogos y transmisores digitales:

Transmisor Análogo

Es un equipo electrónico de alta precisión que procesa y convierte una señal generada por una ó por un conjunto de celdas de carga a un formato estándar de Corriente 0/4 a 20 mA y/o a un formato estándar de Voltaje 0/2 a 10 VDC, siendo estos formatos típicamente usados en el control de procesos Industriales utilizados, por ejemplo, por PLC. Existen otras alternativas de formatos, sin embargo, estos son los más usados.

Transmisor Digital.

Es un equipo electrónico de alta precisión que procesa y convierte una señal generada por una ó por un conjunto de Celdas de Carga a un formato estándar interfaz Digital típicamente usada en transmisión de datos: RS232C, RS422/485 ó también a formato de Bus de Campo: PROFIBUS, DEVICE NET ó también en sistemas de comunicación de alto nivel interfaz ETHERNET TPC/IP. Estas son interfaces y protocolos usados en Sistemas de Control Industrial.

2.6 Bandas Transportadoras.

Según (Ferreira Pereira & Manjarres Rivas, pág. 3) las bandas transportadoras son accesorios auxiliares de las diferentes industrias, el objetivo de éstas es recibir un producto de forma seguida para conducirlo a otro punto del proceso. Estos mecanismos por lo general funcionan solos en las líneas de proceso, las bandas transportadoras tienen una gran variedad que dependen del funcionamiento que se les dé, en el funcionamiento de las bandas transportadoras se tienen en cuenta los siguientes puntos:

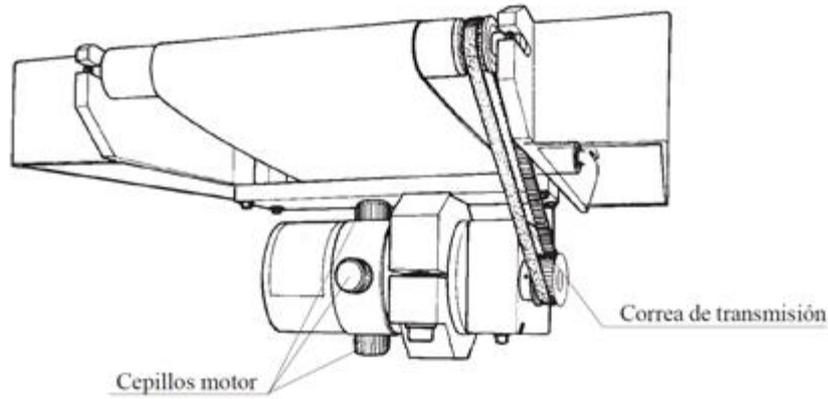


Figura 2. 12 Banda transportadora del prototipo

Energía y Trabajo: Están relacionados debido a que ambos son expresados en la misma unidad, ya que el trabajo es el resultado de una fuerza y la distancia a recorrer y la energía es la capacidad de realizar un trabajo.

Tensión en una correa: Es la fuerza que se va ejerciendo a lo largo de la banda o cinta tendiendo a elongarla. La tensión de la correa es medida en Newton, cuando una tensión es referida a una única sección de la cinta, es conocida como una tensión unitaria y es medida en KiloNewtons por metro.

Potencia: Es la realización de un trabajo o transmisión de energía, la unidad mecánica de la potencia es el watt, definida como un Newton-Metro por segundo. La potencia empleada en un periodo de tiempo produce trabajo permitiendo realizar su medición en kilowatt-hora.



Figura 2. 13 Fotografía bandas transportadoras. Bandas transportadoras usadas en el prototipo.

2.7 Neumática.

Es la ciencia que trata acerca de los movimientos y procesos del aire. El aire es usado como forma de energía desde la antigüedad. Sin embargo, la neumática es usada en la industria solo a partir de la mitad del siglo XX, empleándola para mejorar procesos de fabricación. (Guillén Salvador, 1993)

Tabla 2

Composición del aire.

ELEMENTO	APORTE	SÍMBOLO
Nitrógeno	78,09%	N_2
Oxígeno	20,95%	O_2
Argón	0,93%	Ar
Otros	0,03%	

Nota: El aire está compuesto por una mezcla de diferentes compuestos químicos y se indica el aporte de cada uno de los elementos al total de la mezcla. Fuente (Gómez, 2007)

2.7.1 Ventajas y Desventajas del Aire Comprimido.

2.7.1.1 Ventajas del aire comprimido.

- **Económico:** No implica costos ya que se lo puede conseguir como fluido de trabajo tomándolo de la atmosfera.
- **Seguro:** No posee propiedades explosivas por lo que hay pocos riesgos de accidentes.
- **Abundante:** Se encuentra en la tierra en grandes cantidades.
- **No contamina:** El aire utilizado se devuelve al ambiente sin representar contaminación del medio.
- **Rápida respuesta:** Permite que los actuadores puedan trabajar a altas velocidades.
- **No requiere líneas de retorno:** No requiere volver al generador, a diferencia de otros medios como la hidráulica, sino que se devuelve al ambiente sin problemas.
- **Fácil montaje y mantenimiento:** Instalación sencilla, rápida y limpia.

2.7.1.2 Desventajas del aire comprimido.

- **Humedad:** Al salir el aire del compresor puede tener una alta temperatura lo que puede producir una condensación, traduciéndose en presencia de agua en las tuberías. Este es uno de los más graves inconvenientes que se pueden presentar ya que la humedad puede afectar a los dispositivos de trabajo.
- **Ruido:** Al operar los elementos de trabajo ocasionan gran cantidad de ruido lo que obliga a usar silenciadores en los escapes de las válvulas, aumentando el costo y no eliminando el ruido: El compresor también produce mucho ruido, por lo cual se debe instalar apartado del área de producción de la empresa.
- **Limitación de fuerza:** Al trabajar con aire comprimido no se logran fuerzas muy grandes por lo que obliga a utilizar otras alternativas como la hidráulica. La fuerza máxima es de 30000N aproximadamente.
- **Difícil detección de fugas:** Normalmente se detectan las fugas por el sonido que producen, pero en una industria hay gran presencia de ruido, lo que dificulta el determinar que hay fugas.
- **Costosa producción:** Se hace costosa la generación de aire comprimido ya que el compresor consume mucha energía.

2.7.2 Compresor.

Realiza la compresión del aire un pistón que actúa dentro de una camisa. Este tipo de compresor es usado para bajo, medio y alta presión, convirtiéndolo en uno de los más apetecidos por la industria, se pueden lograr presiones de 60psig como máximo para una etapa y de 220psig para dos etapas. (Gómez, 2007)

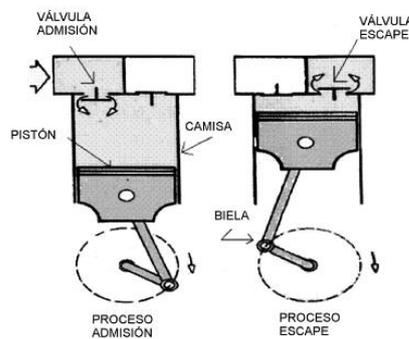


Figura 2. 14 Compresor de Pistón, Etapas de Admisión / Escape. (Gómez, 2007)

2.7.2.1 Inconvenientes de los compresores.

Aumenta el nivel de humedad en la línea de distribución ya que el aire sale a alta temperatura del compresor, si no se realiza mantenimiento periódicamente al

compresor puede presentarse desgastes en los anillos que van en el pistón, lo que permite el paso de aceite sucio convirtiéndose en una gran preocupación para las industrias que necesitan el aire muy limpio porque puede contaminar el producto produce gran cantidad de ruido, lo que obliga a que este en una sala de compresores para que no afecte a la operación de la planta.

2.7.3 Depósito.

Los depósitos cumplen múltiples funciones en una instalación de aire comprimido:

- Amortigua las pulsaciones del caudal de los compresores alternativos.
- Permite que los motores de arrastre de los compresores puedan trabajar de manera intermitente.
- Hace frente a las demandas punta del caudal sin que provoquen caídas de presión en la red.

Por lo general los depósitos son cilíndricos, de chapa de acero y van provistos de accesorios diversos como: un manómetro, una válvula de seguridad y una llave de purga para evacuar los condensados, un presostato para arranque y paro del motor.

Para pequeños compresores los depósitos suelen ir montados debajo del mismo compresor y en sentido horizontal.

Para caudales grandes suelen estar separados, en posición vertical montados después del refrigerador.

Los factores que influyen en el dimensionado de los depósitos son:

- Caudal del compresor
- Variaciones de la demanda
- Tipo de refrigeración que determina unos periodos aconsejables de paro o marcha en vacío.

Como principio, el caudal del compresor multiplicado por el factor de utilización recomendado debe superar el valor medio de la demanda y la presión debe superar la de utilización.



Figura 2. 15 Compresor y depósito de aire comprimido. Utilizado para el funcionamiento del actuador neumático del prototipo de balanza.

2.8 Actuador Neumático de doble efecto.

Los cilindros de doble efecto tienen dos tomas de aire, de esta manera pueden efectuar trabajo útil en ambos sentidos. Son los más usados en la neumática. Su funcionamiento se puede regular con más facilidad que los de simple efecto al no tener muelle de retorno dando como resultado un trabajo más preciso y versátil presentando algunas ventajas como.

- Pueden desarrollar trabajo en ambos sentidos.
- No hay pérdida de esfuerzo por compresión con muelle de retorno y su régimen de funcionamiento se puede ajustar con mucha precisión.
- La carrera tanto de avance como de retorno corresponde a la longitud del cilindro.



Figura 2. 16 Actuador neumático de doble efecto. Cilindro plano de doble efecto vástago simple de 32mm de diámetro del embolo y 200mm de carrera usado para rechazo de productos en la cuarta banda para el prototipo de balanza dinámica

Parámetros Básicos y Funcionalidades.

Según (Millan Teja, 1995) Son actuadores de acción lineal; transforman la energía del aire comprimido en trabajo mecánico definido por:

$$T = F \cdot e = P \cdot S \cdot L$$

Siendo:

$$P = \text{Presion}$$

$$S = \text{Superficie}$$

$$L = \text{Carrera}$$

Por su morfología los cilindros tienen dos constantes: Sección y Carrera.

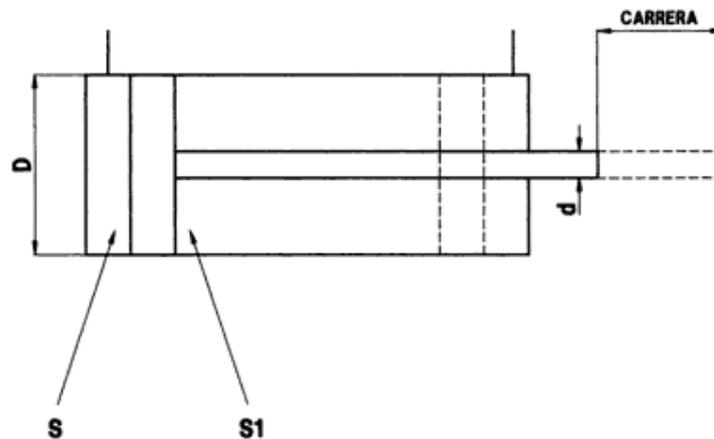


Figura 2. 17 Cilindro Neumático, Sección esquemática. Fuente (Millán Teja, 1995).

2.9 Motor de corriente Directa o DC.

Los motores DC de corriente directa son los más simples y tienen dos terminales o borneras, cuando un terminal del motor se conecta al terminal positivo una fuente de corriente continua el otro terminal se conecta a tierra de la fuente, el motor gira en una dirección. Si se intercambia la conexión de los terminales, el que estaba conectado a tierra pasa a ser conectado al terminal positivo de la fuente y viceversa, el motor girara en dirección contraria, mientras más corriente atraviese el motor (es decir, cuanto más voltaje se le aplique al motor suponiendo que su resistencia es constante), el motor girara a más velocidad de una forma casi lineal proporcional. (Artero, 2013)



Figura 2. 18 Motor DC. Motor de 4 escobillas 24VDC 3000rpm marca GEC ALSTHOM. Motor encargado de mover las bandas del prototipo.

Los motores DC tienen un consumo eléctrico bastante elevado para conseguir la velocidad de giro adecuada. Esto quiere decir que muchas veces el pin de “5 V” de los microcontroladores no serán suficientes, y el motor deberá ser alimentado a partir de una fuente externa, o bien mediante un amplificador de corriente (como un transistor).

Generalmente los motores DC son capaces de girar hasta varios millares de rpm. Pero no tienen un torque demasiado elevado. Si queremos aumentar el torque, se puede conectar al motor un conjunto de engranajes (lo que se llama un “reductor” o “caja reductora”); el precio a pagar es la reducción de la velocidad máxima de giro. Los motores que incorporan este sistema son llamados motores “gearhead” o “garmotors”. (Artero, 2013)

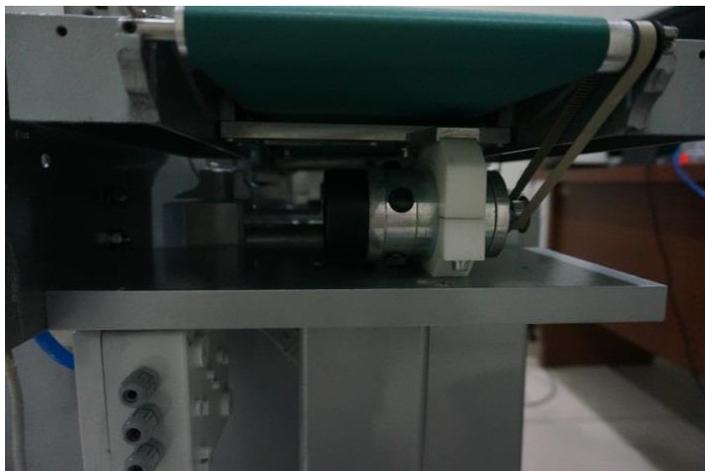


Figura 2. 19 Motor DC en el prototipo. Motor conectado a la banda mediante una correa dentada para transmitir el movimiento.

2.10 Sensores Ópticos.

Según (Perez Conde, 1996) este tipo de sensores emplean como estímulo físico la radiación electromagnética y todos los métodos ópticos de análisis químico se basan en la interacción de esta con la materia. El uso de los sensores ópticos cubre ciertas regiones del espectro, UV- visible - IR, siendo los intervalos de onda más utilizados los siguientes:

- UV desde 200 a 400 nm
- Visible desde 400 a 780 nm
- IR cercano (NIR) desde 0.78 a 3 μm
- IR desde 3 a 50 μm

Los datos que se obtienen de la radiación electromagnética cuyo objetivo es poder cuantificar ciertos parámetros, se suele llevar a cabo midiendo su intensidad, pero en haz de radiación se pueden obtener mucha más información que su intensidad, hay una sin número de magnitudes físicas relacionadas con la fenomenología óptica como el índice de refracción, variaciones en la dirección de la luz, fenómenos relacionados con la difracción o con la polarización. (pág. 26)



Figura 2. 20 Sensores ópticos, aplicación de trabajo del sensor óptico. Fuente (Leuse Electronic, 2013)

2.11 Microcontrolador 16F877A.

Un microcontrolador de fábrica, no ejecuta ninguna acción, este debe ser programado para que pueda ejecutar desde el encendido de un led hasta la manipulación de un robot. Un microcontrolador es capaz de realizar tareas de N

circuitos lógicos como compuertas AND, OR, NOT entre otras simplificando todo su tamaño a una placa reducida con pocos elementos (Reyes, 2008, pág. 17).

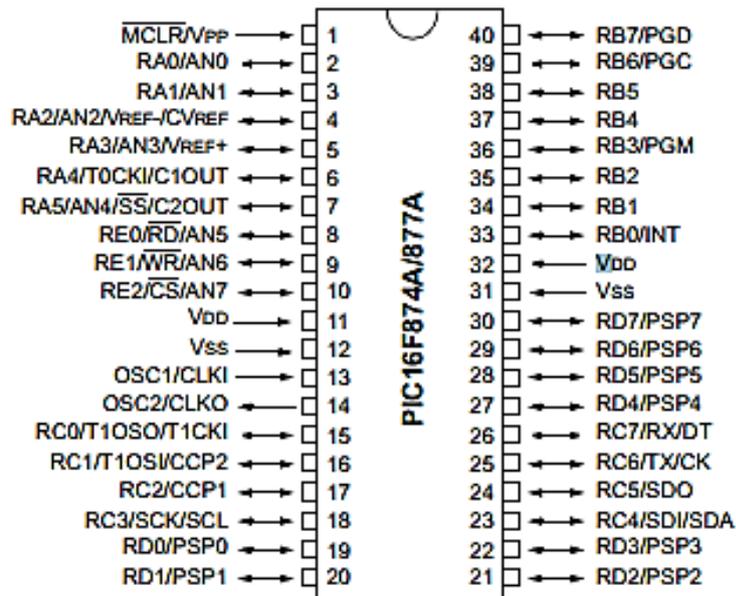


Figura 2. 21 Pines de Conexión Pic16F877A. Fuente (Castillo Silos, 2009)

2.12 Teclado Matricial.

El teclado matricial es el periférico más utilizado actualmente para generar datos y dar órdenes a un procesador digital, dicho teclado está conformado por un conjunto de pulsadores que por lo general se acciona uno en cada instante. Esto hace que se realice un proceso de conversión de la información para almacenarla en un código binario numérico u alfanumérico. (Microcontroladores PIC, 2007, pág. 148).

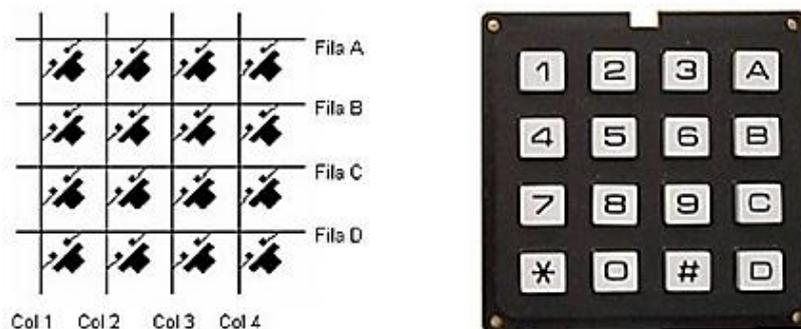


Figura 2. 22 Teclado Matricial de 4x4, Esquema de conexión del teclado Matricial. Fuente (Reyes C. , 2006)

2.13 LCD.

El LCD (Display de Cristal Líquido), son empleados para mostrar mensajes que indican al operario/usuario, para dar instrucciones o para mostrar valores.

El LCD es de gran ayuda ya que es una herramienta de comunicación entre la máquina y el operador, ya que este puede mostrar cualquier carácter ASCII, y consumen menos que un display de 7 segmentos. (Reyes, 2008, pág. 79)

Existen varias presentaciones por ejemplo:

- Display de 2 líneas por 8 caracteres, 2x16 – 2x20 – 4x20 – 4x40.
- Sin Backlight – 14 pines.
- Con Backlight – 16 pines.

El LCD más popular y empleado es de 2x16, de 2 líneas de 16 caracteres cada una, que más se emplean para proyectos básicos, dependiendo las necesidades del proyecto es la elección del LCD.

Tabla 3

Pines de conexión para LCD

PIN	SIMB.	DESCRIPCIÓN
1	Vss	Tierra de alimentación GND
2	Vdd	Alimentación
3	Vo	Ajuste del contraste del Cristal Líquido (0 a +5v)
4	RS	Selección del registro control/datos RS= 0 Reg. Control RS= 1 Reg. Datos
5	R/W	Lectura/Escritura en LCD R/W= 0 escritura R/W= 1 lectura
6	E	Habilitación E=0 módulo desconectado
7	D0	Bit menos significativo (bus de datos bidireccional)
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	Bit más significativo (bus de datos bidireccional)
15	A	Alimentación del backlight +3.5v o +5V C.D
16	K	Tierra GND del backlight

Nota: Función de cada Pin del LCD. (Reyes, 2008).

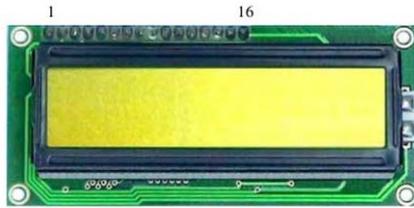


Figura 2. 23 LCD, LCD 2x16 con controlador Hitachi 44780 y BackLight en color amarillo. Fuente (Reyes, 2008).

2.14 Puerto USB.

Las siglas USB (Universal Serial Bus), es un sistema ampliamente utilizado para la interconexión de múltiples dispositivos periféricos gracias a las múltiples características que ofrece principalmente una de ellas el bajo costo.

Utilizando un sistema Plug-and-play, que permite trabajar con el dispositivo periférico conectado sin necesidad de reiniciar el equipo. (Gallego & Folgado, pág. 104)



Figura 2. 24 Puerto USB del prototipo. Puerto USB para comunicación del prototipo de balanza dinámica a la computadora.

Actualmente existen 3 versiones de puerto USB que detallamos a continuación:

- **Versión 1.0:** Son de baja velocidad destinada a dispositivos lentos: ratón, teclado, impresoras y a su vez admite 2 velocidades baja de 1.5Mbits/s y completa de 12Mbits/s.
- **Versión 2.0:** Con velocidad superior a la anterior versión alcanza hasta 480Mbits/s

- **Versión 3.0:** Alcanza hasta 4.8Gbits/s, diez veces más que la versión 2.0, tiene el mismo formato pero se alcanza esta velocidad solo si el dispositivo conectado es compatible con esta versión.



Figura 2. 25 Concentrador USB. Concentrador usado para conexión a un solo USB desde el prototipo hacia la computadora para visualización con software labVIEW.

Tabla 4

Especificaciones del concentrador.

Compatibilidad	USB 3.0 y versiones tempranas
Velocidad soportada	Hasta 5Gbps
Cable	USB-A a USB Micro B de 3 PINES
Tipo de Puerto	USB-A
Adaptador.	5V DC, 3A

Nota: Especificaciones del concentrador RadioShack utilizado en el prototipo para comunicación entre LabVIEW y microcontrolador PIC 16F877A.

En el mercado podemos encontrar diferentes tipos de puertos y conectores USB según sea la necesidad o la aplicación destinada:

- **USB-A:** Conocido como el USB estándar y suele conectarse al ordenador.
- **USB-B:** Es el conector que se conecta al periférico, normalmente comparte el mismo cable que dispone de conector USB-A
- **Mini-USB:** Es la versión más pequeña del USB normal y suele ser utilizada para la conexión de cámaras digitales, etc.
- **Micro-USB:** Es aún más pequeño que el MINI-USB y se emplea en teléfonos móviles, cámaras digitales, etc.



Figura 2. 26 Puertos USB, Clases de puertos USB. (Gallego & Folgado)

2.15 LABVIEW.

(National Instruments, 2014) “LABVIEW es un software con entorno de programación gráfica en la que se emplea íconos, terminales y cables en lugar de texto para ayudarle a programar de la misma forma en que usted piensa. Tal como aprender cualquier software de programación nuevo, LABVIEW requiere saber cómo navegar en el entorno. LABVIEW ofrece herramientas para resolver los problemas de hoy en día y la capacidad para la futura innovación, más rápido y de manera más eficiente.”

Además LabVIEW nos permite adquirir señales externas para realizar simulaciones en tiempo real de procesos industriales.



Figura 2. 27 Icono. Identificador del Software LABVIEW. Fuente (Entorno de Labview, 2014)

2.15.1 Tarjeta de adquisición de datos NI MyDaq.

2.15.1.1 Conceptos y Generalidades.

(González Castillo, 2011) La NI MyDaq (tarjeta de adquisición de datos) es un dispositivo de bajo costo que funciona con el software LABVIEW el cual brinda a los estudiantes la facilidad y habilidad para medir y analizar señales del mundo real en cualquier lado, a cualquier hora.

La NI MyDaq cubre las necesidades de los estudiantes para lo siguiente:

- Tiempo con herramientas: Múltiples instrumentos en una plataforma DAQ de bajo costo.
- Tiempo con conceptos: Portátil, energizado por USB y construido para durar.
- Tiempo para descubrir: Relación inmediata, programabilidad y proyectos listos.

Esta interfaz es el núcleo para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación, por lo cual se le asignará una mayor importancia, contiene una sola tarjeta con la cual tendremos la posibilidad de controlar todos los sistemas planteados en el proyecto, ya que, esta interfaz cuenta con entradas y salidas, tanto digitales como analógicas que harán posible la comunicación entre el módulo y los programas a desarrollar.



Figura 2. 28 NI MYDAQ. Tarjeta de adquisición de datos. Fuente (National Instruments, 2011).

2.15.2 Detalles Técnicos.

- Dimensiones.

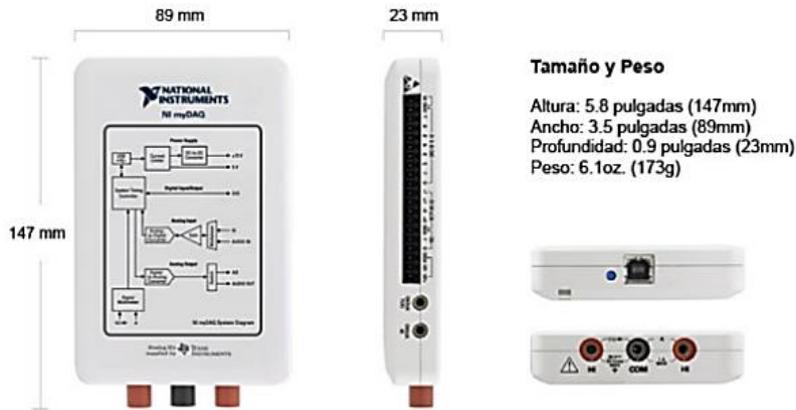


Figura 2. 29 Tarjeta de adquisición de datos. Dimensiones NI MyDAQ. Fuente (National Instruments, 2011).

Según (González Castillo, 2011) “La NI MyDAQ proporciona entradas analógicas (AI), salidas analógicas (AO), entradas y salidas digitales (DIO), de audio, fuentes de alimentación, y un Multímetro digital (DMM) funciones en un compacto dispositivo USB.

Los circuitos integrados suministrados por Texas Instruments forma el poder y la analógica / subsistemas S de NI myDAQ. Y la función de los subsistemas de NI myDAQ.”

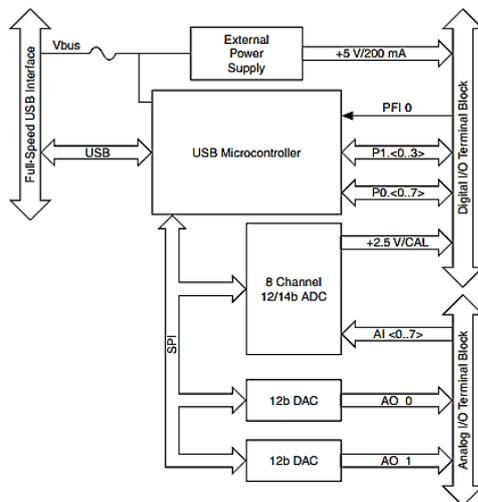


Figura 2. 30 Tarjeta de adquisición de datos. Diagrama de bloques del hardware interno de la NI MyDAQ. Fuente (National Instruments, 2011).

Realizando un análisis de cada uno de los bloques que componen el hardware interno de la NI MyDaq podemos notar que tenemos varios circuitos ya analizados en electrónica como los convertidores ADC, DAC, Multiplexores y Amplificadores.

Mientras se analiza el diagrama de bloques podemos notar las respectivas entradas de la tarjeta para las señales y el respectivo procesamiento de las mismas.

(González Castillo, 2011) Detalla las especificaciones sobre la MyDaq:

2.15.3 Entradas Analógicas (AI).

La NI MyDaq (tarjeta de adquisición de datos) cuenta con dos entradas analógicas, estas entradas se las puede configurar como tensión diferencial para uso general de una alta impedancia de entrada de audio. Las entradas analógicas son multiplexadas es decir estas señales se convierten de analógico al digital, usando el modo general estas entradas pueden llegar a obtener mediciones hasta $\pm 10\text{v}$. En modo audio, los dos canales izquierdo y derecho representan entradas estéreo de nivel de línea. Las entradas analógicas se pueden medir hasta $200\text{ kS} / \text{s}$ por canal, por lo que son útiles para la adquisición en forma de onda.

2.15.4 Salidas Analógicas (AO).

La NI MyDaq (tarjeta de adquisición de datos) cuenta con puertos de salida analógica que pueden ser configurados como tensión de salida en estos puertos o en la salida de audio, estos cuenta con un CDA (convertidor de digital analógico) ya que gracias a esto puede trabajar de forma simultánea, usando el modo general estos puertos de salida pueden generar $\pm 10\text{v}$. En el modo de audio, se pueden usar los dos canales de salidas estéreo de la izquierda y la derecha.

2.15.5 Entradas y Salidas Digitales (DI/DO).

La NI MyDaq (tarjeta de adquisición de datos) cuenta con ocho E/S digital (DIO) y cada línea de esta interfaz de funciones programables (PFI), esto significa que se la puede configurar como un software de propósito general-tiempo de entrada o salida digital, que puede actuar como una entrada de funciones especiales o de salida para un contador digital.

Nota: Las líneas digitales (I/O) son de $3,3\text{ V}$ TTL y son tolerantes a entradas de 5 V . La salida digital no es compatible con los niveles lógicos CMOS de 5V .

2.15.6 Fuentes de Alimentación.

La NI MyDaq (tarjeta de adquisición de datos) cuenta con tres fuentes de alimentación, la primera de 5v que puede ser empleada para energizar componentes digitales como integrados, pic's, entre otros dispositivos, sus otras dos fuentes de alimentación es la de $\pm 15v$ que puede ser empleada para la energización de amplificadores operacionales, transistores entre otros elementos. La potencia total disponible para las fuentes de alimentación, salidas analógicas y productos digitales está limitado a 500 mW (típico) / 100 mW (mínimo).

Por ejemplo: si utiliza 50 mA en 5 V, 2 mA a 15 V, 1 mA en -15 V, uso de cuatro líneas DIO para conducir a los 3 LEDs mA cada uno y tiene una carga de 1 mA en cada canal de AO, el consumo de potencia de salida total es de:

$$5 \text{ V} \times 50 \text{ mA} = 250 \text{ mW}$$

$$+15 \text{ V} \times 2 \text{ mA} = 30 \text{ mW}$$

$$-15 \text{ V} \times 1 \text{ mA} = 15 \text{ mW}$$

$$3,3 \text{ V} \times 3 \times 4 \text{ mA} = 39,6 \text{ mW}$$

$$15 \text{ V} \times 1 \text{ mA} \times 2 = 30 \text{ mW}$$

La producción total de consumo de energía:

$$250 \text{ mW} + 30 \text{ mW} + 15 \text{ mW} + 39,6 \text{ mW} + 30 \text{ mW} = 364,6 \text{ mW}$$

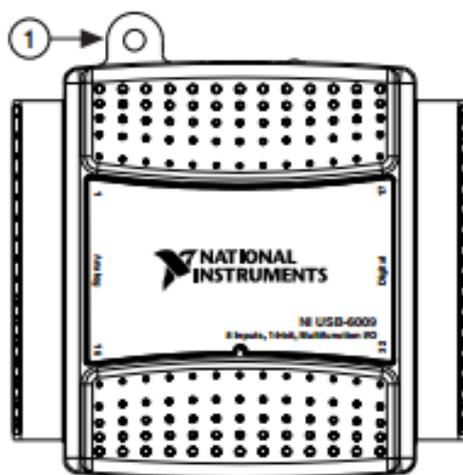


Figura 2. 31 Tarjeta de adquisición de datos. Vista superior de la NI MyDaq. Por (National Instruments, 2011).

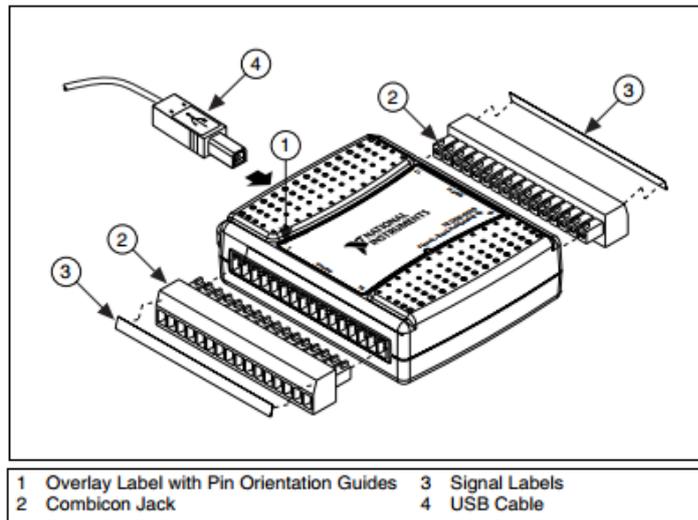


Figura 2. 32 Tarjeta de adquisición de datos. Conexiones generales de la MyDaq. Por (National Instruments, 2011).

A continuación en las siguientes tablas se detallan los pines de conexión de las entradas y salidas de la tarjeta de adquisición de datos.

Tabla 5
Asignación de Terminales Analógicos.

TERMINALES ANALÓGICOS.		
TERMINALES	SIGNAL, SINGLE-ENDED MODE	SIGNAL, DIFFERENTIAL MODE
1	GND	GND
2	AI 0	AI 0+
3	AI 4	AI 0-
4	GND	GND
5	AI 1	AI 1+
6	AI 5	AI 1-
7	GND	GND
8	AI 2	AI 2+
9	AI 6	AI 2-
10	GND	GND
11	AI 3	AI 3+
12	AI 7	AI 3-
13	GND	GND
14	AO 0	AO 0
15	AO 1	AO 1
16	GND	GND

Nota: Pines de conexión para la recepción y emisión de señales analógicas.

Tabla 6
Asignación de Terminales Digitales.

TERMINALES DIGITALES	
TERMINALES	SEÑAL
17	P0.0
18	P0.1
19	P0.2
20	P0.3
21	P0.4
22	P0.5
23	P0.6
24	P0.7
25	P1.0
26	P1.1
27	P1.2
28	P1.3
29	PFI 0
30	+2.5 V
31	+5 V
32	GND

Nota: Pines de conexión para la recepción y emisión de señales analógicas.

2.16 Metrología.

Según (Rodríguez Saucedo, 2014) la metrología es la ciencia de la medición. Su objetivo principal es garantizar la confiabilidad de las mediciones. Es una ciencia en constante evolución y desarrollo; muchos de los progresos tecnológicos de la actualidad se dan gracias al avance de la metrología. La metrología puede dividirse en las siguientes clases.

2.16.1 Metrología Industrial.

Este campo tiene como objetivo garantizar la confiabilidad de las mediciones que se realizan día a día en la industria. Se aplica en calibración de equipos de medición y prueba, diseño de un producto o servicio, inspección de materias primas, proceso y producto terminado, durante un servicio técnico o acciones de mantenimiento.

2.16.2 Metrología Legal.

Su objetivo es proteger a los consumidores para que reciban los bienes y servicios con las características que ofrecen o anuncian los diferentes fabricantes. Debe ser ejercida por los Gobiernos.

2.16.3 Metrología Científica.

En este campo se investiga intensamente para mejorar los patrones, las técnicas y métodos de medición, los instrumentos y la exactitud de las medidas. Se ocupa de actividades como mantenimiento de patrones internacionales y búsqueda de nuevos patrones que representen o materialicen de mejor manera las unidades de medición.

2.16.4 Error de medición.

El error de una medición se define como:

$$\text{error} = \text{Resultado de medición} - \text{Valor verdadero}$$

2.16.5 Incertidumbre de medición.

En la mayoría de situaciones de la vida real no se tiene un valor convencionalmente verdadero con el cual comparar el resultado de una medición. Incertidumbre es el parámetro más apropiado para evaluar la calidad del resultado de la medida. Es un parámetro que establece un intervalo alrededor del resultado de la medición de los valores que también podrían haberse obtenido durante la medición con cierta probabilidad.

2.16.6 Calibración.

Según (VIM Vocabulario Internacional de metrología , 2012) Calibración es el conjunto de operaciones que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

2.16.7 Trazabilidad metrológica.

Según (VIM Vocabulario Internacional de metrología , 2012) trazabilidad es la propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.

2.16.8 Patrón de medición.

Según (VIM Vocabulario Internacional de metrología , 2012) es una medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud que sirva como referencia.

En la actualidad existen varios laboratorios que prestan los servicios de calibración con trazabilidades internacionales y con acreditación ISO 17025 para laboratorios de calibración y ensayo.

2.17 Norma NTE INEN 0483 (1980)

El objetivo de esta norma es establecer el error máximo permisible en la cantidad de un producto empaquetado o envasado para ser vendido en forma individual o lote.

Esta norma es aplicable a productos empaquetados o envasados que son expuestos para la venta y sirven para el consumo o uso de una o varias personas.

Entendemos por error máximo permisible que es el error máximo de un paquete para ser vendido o tomado en cuenta en el control de calidad.

Entendemos por contenido neto que es la cantidad de producto sin considerar su envoltura o envase.

Los productos empaquetados o envasados deben cumplir las normas técnicas ecuatorianas expedidas por el INEN, en lo que se refiere a ganancia o pérdida de humedad.

2.17.1 Disposiciones Específicas.

Para paquetes o envases cuya declaración de cantidad neta dada en unidades de masa.

Para paquetes o envases cuya de cantidad neta constante, el error máximo permisible en la tabla 1 de la norma anexo A y para su aplicación se tomará en cuenta el tamaño de elemento unitario del producto. (tabla 7 para este documento)

El error máximo permisible para productos en estado semi-sólido (pastoso) y productos aerosoles es correspondiente a productos de granulación extrafina y polvos del anexo A tabla 1 de la norma. (Para este documento es la tabla 7)

Tabla 7

Error máximo permisible para paquetes de cantidad neta constante.

cantidad declarada	productos de granulación extrafina y polvos (nota 1)	productos de granulación fina	productos de granulación media	Productos de granulación
1 g	± 50 mg			
2	50			
3	50			
5	50			
10	100	± 150 mg		
20	200	300		
30	300	450		
50	500	750		
100	1 g	1,5 g	± 2 g	
200	2	3	4	
300	3	4,5	6	
500	5	7,5	10	± 15 g
1 kg	10	15	20	30
2	20	25	30	40
3	30	40	45	50
5	50	60	65	70
10	100	100	100	100
20	200	200	200	200
30	300	300	300	300
más de 50	500	500	500	500

Nota: Tabla 1 correspondiente al **ANEXO A** de la norma nacional vigente **NTE INEN 0483(1980)**. Fuente (INEN, 1980)

Para paquetes que contengan un solo elemento unitario del producto, el error máximo permisible es igual a $\pm 1\%$ del contenido neto declarado.

Para paquetes de cantidad variable, el error máximo permisible se establece en la tabla 2 de la norma.

Tabla 8

Error máximo permisible para paquetes de cantidad neta variable.

Cantidad declarada		Error máximo permisible
De	Hasta	
	200 g	± 5
201 g	500	10
501	1 000	20
1 001	2 000	30
2 001	5 000	50
más de 5 001		100

Nota: Tabla 2 de la norma **NTE INEN 0483(1980)**. Se puede apreciar que para cantidades netas variables el error máximo permisible es mayor. Fuente (INEN, 1980)

Para mayor información la norma completa está en **ANEXO C** de este documento

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Esta sección trata acerca del diseño y construcción del prototipo físico para el chequeo dinámico de peso y detección de metales ferrosos en el producto, se determinan las dimensiones, especificaciones y las ubicaciones de sus componentes físicos como la estructura, sensores, actuadores, el diseño esquemático y las simulaciones de las tarjetas para el control realizado en el Software Proteus. La programación del microcontrolador y el software de entorno gráfico LabVIEW que se utiliza para el monitoreo del prototipo.

En la figura 3.1 se puede observar el prototipo completo para verificación de peso y detección de metales

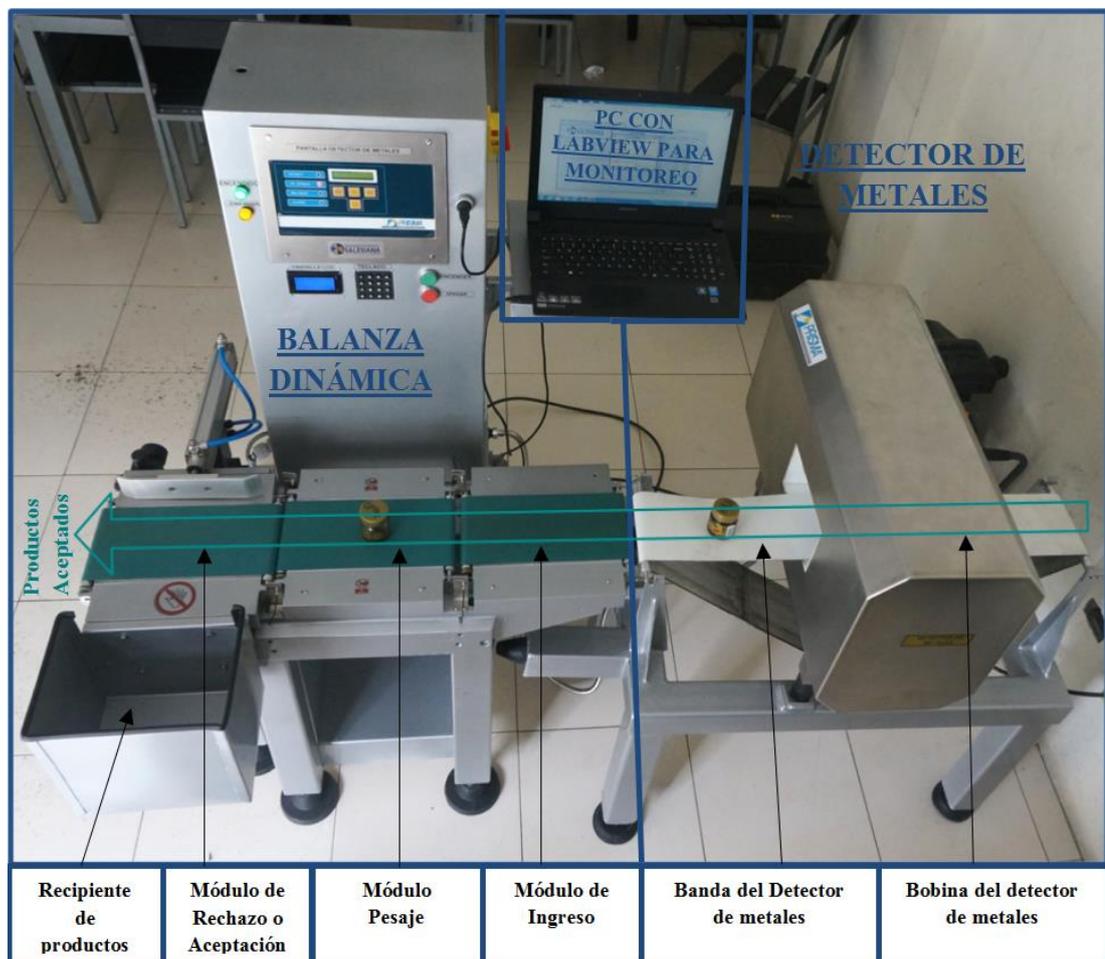


Figura 3. 1 Foto del prototipo. Se puede apreciar una fotografía completa del prototipo chequeando peso y metales de cajas plásticas.

Se muestra un diagrama de bloques del funcionamiento del detector de metales.

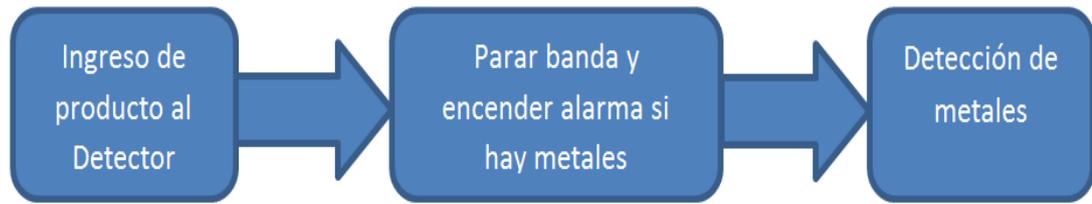


Figura 3. 2 Diagrama de bloques del detector de metales. Se visualiza el funcionamiento general en diagrama de bloques del detector de metales marca Prisma.

A continuación se muestra un diagrama de bloques del funcionamiento de la balanza dinámica.



Figura 3. 3 Diagrama de bloques de la balanza dinámica. Se visualiza el funcionamiento general en diagrama de bloques del prototipo de balanza dinámica,

3.1 Etapa de detección de metales.

La etapa de detección de metales es la encargada de detectar metales ferrosos en el producto que pasara por la banda de dicho equipo.

Según el REGLAMENTO NACIONAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA ALIMENTOS PROCESADOS mediante decreto ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002 nos indican que los alimentos deben estar libres de sustancias o materiales extraños, microbios, ni productos químicos que puedan poner en peligro la salud de los consumidores. (Decreto ejecutivo, 2002)

Según la FDA la presencia de un cuerpo extraño en los alimentos y el perjuicio que pueda ocasionar al consumidor está relacionado con el tamaño del contaminante físico pudiendo ocasionar danos en el tejido de su boca, garganta o perforación de sus tejidos tracto-intestinales.

De acuerdo a la información Científica de la FDA señala que no se ha informado lesiones con objetos de 7 milímetros o menos y proporciona las siguientes recomendaciones en su cuadro de Evaluación de Peligros a la Salud o Health Hazard Evaluation Board (HHEB).

Disco con objetos afilados de 7 a 25mm de largo presentan un peligro potencial físico en los alimentos.

Los objetos extraños que se encuentran a menos de 7 mm, máxima dimensión, rara vez causan un trauma o lesión grave, excepto en los grupos de riesgo, como los niños, los pacientes de cirugía, y los ancianos.

En los países bajos hay un límite de 2mm según las normas reguladoras vigentes. Por el momento no hay límite inferior de reconocimiento internacional pero sin embargo un límite de 2mm también es objeto de debate en el Codex Alimentarius. (OPS/OMS, Noviembre de 2003)

De acuerdo a las consideraciones anteriores para aceptar o rechazar un producto alimentario tomaremos como productos buenos o aceptables basados en la información científica de la FDA discos u objetos afilados de 7mm de largo como máximo para rechazar un producto o decir que este está contaminado.

NOTA: Se limita a detectar solo metales ferrosos ya que el detector de metales no puede detectar materiales no ferrosos, huesos ni contaminantes químicos o biológicos.

Para esta etapa del proceso se utilizará un Detector de metales de frecuencia variable marca PRISMA modelo Metal Detector Serie: MFN 11, Serie 0554501 del año 2002 alimentado a 230VAC.



Figura 3. 4 Bobina de detector de metales. Fotografía del detector de metales el cual detecta el paso de material ferromagnético que lleve la banda transportadora.

A continuación se muestra la pantalla del detector de metales mediante la cual se programa la sensibilidad del detector para que pueda detectar partículas más o menos pequeñas.



Figura 3. 5 Pantalla del detector de metales. En esta pantalla se programa la sensibilidad del detector y la salida de alarma, también trae LEDs indicadores del status del equipo.

A continuación se indica la tabla de especificaciones del detector de metales.

Tabla 9

Especificaciones del detector de metales.

Equipo	Detector de Metales Multifrecuencia
Marca	Prisma
Modelo	PR08
Serie	MNF 11
Matrícula	00554201
Versión	003
Año de fabr.	2008
Potencia	0,2kW.
Peso	190Kg

Nota: Se puede observar las especificaciones del detector de metales usado para la detección de metales del prototipo.

Es necesario que cerca del detector de metales no existan metales ya que pueden alterar el buen funcionamiento del detector haciendo que este nos dé una falsa alarma de detección. Para esto se muestra una figura con zona libre de metales el cual se debe respetar en todas sus etapas de funcionamiento del equipo.

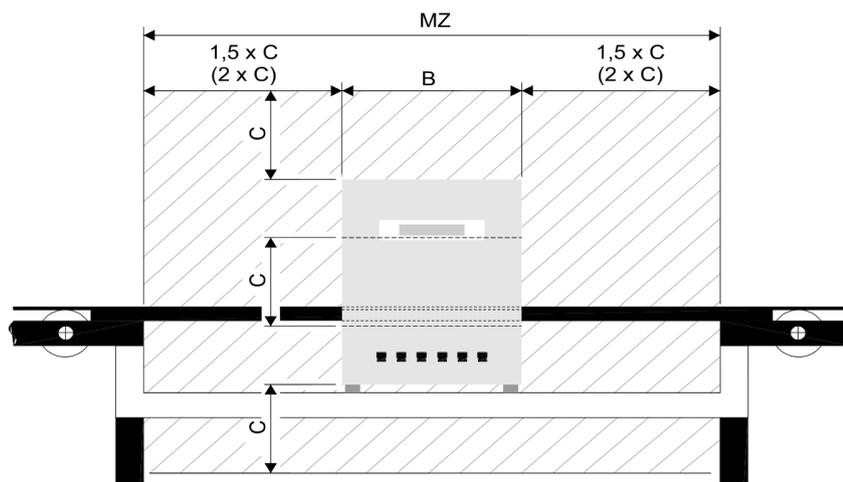


Figura 3. 6 Figura para zona sin metales donde $C=200\text{mm}$, $B=600\text{mm}$ el ancho de la boca del detector de metales. Fuente (Sartorius Intec, 2009)

3.1.1 Mandos y señalizaciones del detector de metales

En la parte superior del tablero del prototipo se encuentra la pantalla del detector de metales donde se tiene los siguientes mandos.

Teclado para la programación

El teclado se utiliza para introducir los datos en los programas disponibles o la sensibilidad.

Pantalla alfanumérica.

La pantalla alfanumérica tiene la función de visualizar los parámetros seleccionados de la programación.

Como la alimentación del detector de metales es a 230VAC y todo el prototipo va a funcionar a 115V se utiliza un transformador de corriente de 1500Wattios, que tiene como entrada primaria 115VAC y nos entrega a su salida un voltaje de 220VAC.



Figura 3. 7 Transformador de corriente. Transformador de 1500Watts utilizado para la alimentación requerida por el detector de metales, entrada 115V y salida 230V.

3.1.2 Control electrónico del detector de metales.

El detector de metales tiene tres tarjetas electrónicas para su funcionamiento, la tarjeta de pantalla y microcontrolador, la tarjeta de fuente y la tarjeta de frecuencia o control de bobinas.

3.1.2.1 Tarjeta de fuente y relés.

Esta tarjeta es la encargada de recibir la alimentación de 220V y mediante su fuente DC incorporada alimentar a las demás tarjetas del detector. Adicionalmente incluye una salida de 24VDC 300mA máximo, tres relés de contacto para Alarmas, y cuatro salidas digitales para control del detector.

En la presencia de metales, el relé de alarma se activa enviando 5VDC al microcontrolador para que el sistema actúe de acuerdo a la programación sesteada por el Usuario.



Figura 3. 8 Tarjeta fuente y relés. Se puede apreciar en bloques la distribución, las salidas y entradas del detector de metales marca PRISMA modelo PR08.

3.1.2.2 Tarjeta de pantalla y microcontrolador.

En esta tarjeta se encuentra el microcontrolador marca PILIPHS P80C5521BA y sus memorias. Adicional en la parte posterior de la tarjeta se encuentra conectada la pantalla y el teclado.

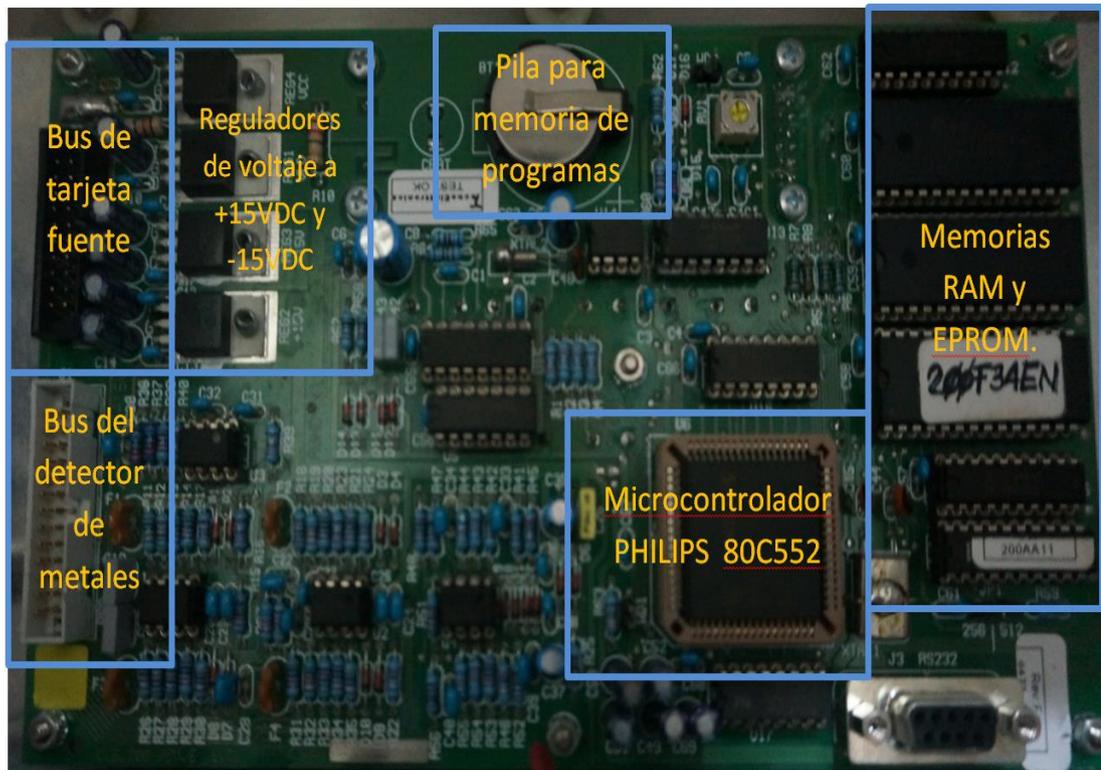


Figura 3. 9 Tarjeta de pantalla y microcontrolador. Se puede apreciar la distribución en bloques de la tarjeta donde en su parte posterior está conectada la pantalla y el teclado de programación para el detector de metales.

3.1.2.3 Tarjeta de frecuencia o control de bobinas.

Esta tarjeta es la encargada de controlar la bobina transmisora del detector de metales y la medición de las dos bobinas receptoras. Esta tarjeta mediante un Bus IDE se comunica con la tarjeta de microcontrolador y a su vez es alimentada por el mismo bus. Tiene una gran cantidad de electrónica de montaje superficial, en esta tarjeta se controla la frecuencia en la bobina transmisora y la lectura de las bobinas receptoras para luego enviarla por I2C a la tarjeta principal de detección de metales.

Antes que empiece a funcionar el detector de metales, se recomienda que no esté instalado en un lugar expuesto a vibraciones, metales demasiado grandes cerca a la bobina, electrostática, campos electromagnéticos o variaciones de temperatura superiores a los 2°C/h ya que estos factores afectan el funcionamiento en la detección de metales del equipo.



Figura 3. 10 Tarjeta de control de bobinas. Se puede apreciar gran cantidad de electrónica con elementos de montaje superficial esta tarjeta controla la frecuencia en la bobina transmisora y la lectura de las bobinas receptoras para luego enviarla por I2C a la tarjeta del microcontrolador la señal de detección de metales.

3.2 Etapa de verificación de peso dinámico.

En esta etapa se verifica el peso que pasa por el prototipo para aceptar o rechazar el producto con las tolerancias seteadas por el cliente. Esta etapa consta de 3 bandas las cuales funcionan a la misma velocidad. La primera banda es la encargada de recibir el producto en el prototipo, en la segunda banda se pesa y en la tercera banda se rechaza el producto en caso de que este fuera de la tolerancia del peso. El sistema de verificación de peso puede funcionar de forma manual o automática, en este segundo caso mediante el software LabVIEW se puede programar al prototipo para su funcionamiento y a la vez monitorearlo.



Figura 3. 11 Secuencias físicas para verificación de peso. En la fotografía se puede apreciar cada una de las secuencias que tiene el prototipo para su verificación del peso, en caso de que este se encuentre fuera de la tolerancia permitida en la banda de rechazo actúa un cilindro neumático para botar el producto fuera de la misma. Si el peso está dentro de su tolerancia no se ejecuta el rechazo.

3.2.1 Motores DC.

Existen unos motores DC encargados del movimiento de las bandas que se encuentran sincronizadas en velocidad, los mismos están instalados debajo de cada una de las bandas como se muestra en la figura 3.12.

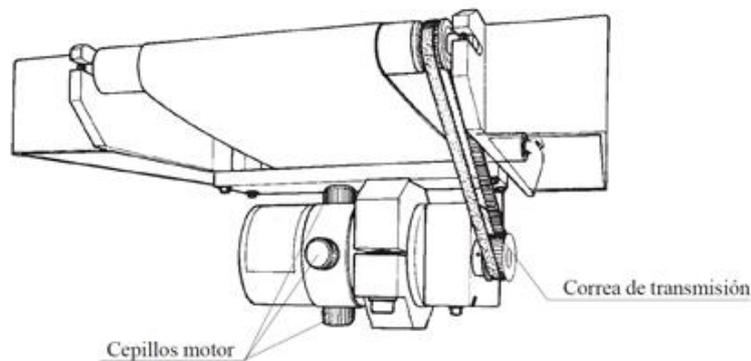


Figura 3. 12 Transmisión banda motor. En la figura se puede observar la unión entre motor y banda en el prototipo mediante una correa dentada o correa de transmisión.

3.2.2 Bandas transportadoras.

Las bandas transportadoras reciben el movimiento mecánico de los motores y toman contacto directo con el producto a fin de mover lo que este sobre ellas.

Las bandas transportadoras deben estar lo suficientemente tensadas para que no se pierda el movimiento y trabajo que hace el motor.

A continuación se muestra una figura 3.13 como regular la tensión en las bandas transportadoras del prototipo.

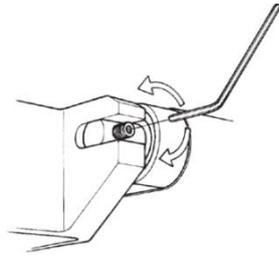


Figura 3. 13 Regulación de tensión en bandas. Se muestra en el gráfico la manera de regular con una llave hexagonal la tensión de las bandas para su buena transmisión de movimiento.

Las bandas transportadoras están sujetas a vibraciones muy perjudiciales para la medición correcta del peso, por lo que debajo de cada banda se encuentran instalados unos bloques de goma los cuales evitan que las vibraciones del motor o de la bandas puedan transmitirse a la estructura, al módulo de pesaje del prototipo o a la misma electrónica. Se muestra en la figura 3.14 los bloques de goma en las bandas transportadoras.

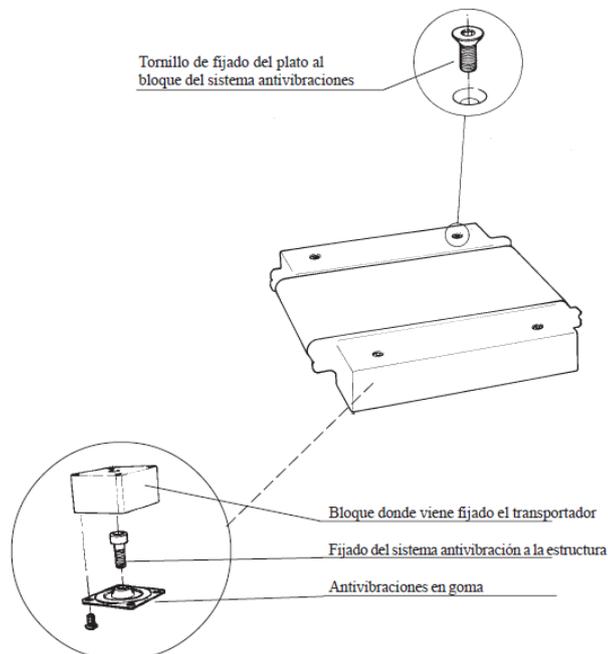


Figura 3. 14 Sistema antivibraciones de bandas. Se puede apreciar en la figura que de debajo de las bandas transportadoras existen los bloques de goma para absorber las vibraciones del motor y banda.

Para el movimiento de las bandas existen unas correas dentadas o de transmisión que unen al motor con los rodillos templadores de las bandas. El límite

máximo de tensión en estas correas es de 50 Newton por lo que se recomienda no poner pesos mayores a 5Kg sobre las bandas en movimiento (La capacidad de diseño para el prototipo es de máximo 1Kg).

En la tensión de las correas dentadas se debe regular la posición del sistema de tensión y anclaje para que la banda tenga una holgura de 3mm entre el motor y el rodillo como se muestra en la siguiente figura

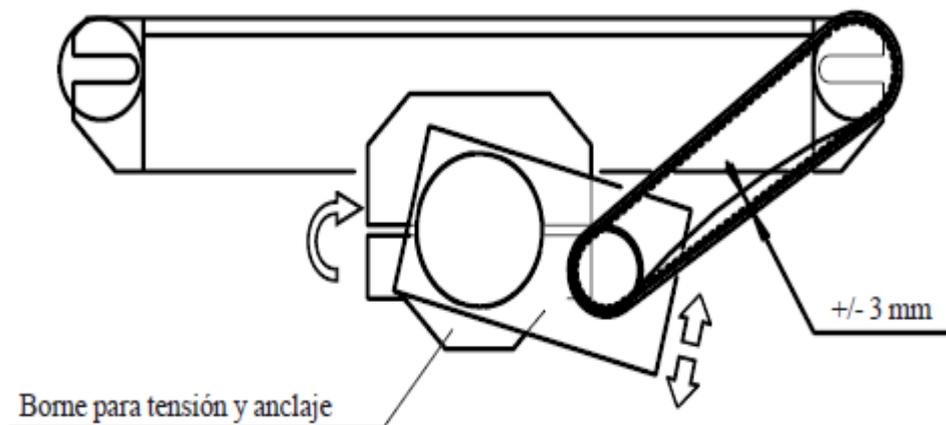


Figura 3. 15 Tensión para correas dentadas. Para un buen funcionamiento y cuidado de las bandas dentadas, se debe tensar la correa para una holgura de 3mm entre el motor y los rodillos de la banda.

3.2.3 Módulo de pesaje.

El módulo de pesaje está conformado de dos celdas de carga conectadas en su configuración tipo suma. Sobre éste módulo descansa la segunda banda y si pasa un objeto con masa sobre la banda directamente el peso del objeto se transmite a las celdas de carga. La señal de las celdas de carga es procesada para calcular el peso del producto

3.2.3.1 Celdas de carga.

En el módulo de pesaje se utilizaron dos celdas de carga de alta sensibilidad y precisión construida en aluminio de 5kg de capacidad marca TEDEA VISHAY conectadas en configuración tipo suma.



Figura 3. 16 Fotografía de celda de carga. Se puede apreciar la celda de carga utilizada en el prototipo para pesar el producto.

En la siguiente tabla presenta las especificaciones de la celda de carga utilizada en el prototipo para verificación del peso.

Tabla 10

Especificaciones de las celdas de carga.

Marca	TEDEA VISHAY
Modelo	1040
Clase de precisión NEPT/OIML	OIML C3 – 5000 divisiones.
Capacidad en Kg.	5
Balance de cero	$\pm 0,2\text{mV}$
Retorno a cero 30min.	$\pm 0,0330\%$ de la carga aplicada
Error total	$\pm 0,0200\%$ de su señal salida
Efectos de temperatura en cero	$\pm 0,0023\%$ de su señal salida/ $^{\circ}\text{C}$
Error de excentricidad	$\pm 0,0010\%$ de su carga aplicada/ $^{\circ}\text{C}$
Rango de temperatura	-10 a 40°C
Excitación recomendada	10VDC
Impedancia de entrada	$415 \pm 15\ \Omega$
Impedancia de salida	$350 \pm 3\ \Omega$

Nota: Se puede notar que las especificaciones son de una celda de alta precisión con errores porcentuales pequeños. Fuente Tedeá Vishay

3.2.3.2 Transmisor de peso.

Este instrumento es el encargado de leer la señal de un transductor de peso o galga extensiométrica, acondicionarla y transformarla en unidades peso para luego transmitida a un dispositivo maestro mediante alguna comunicación ya sea digital o análoga. (GWT SARTORIUS, 2001)



Figura 3. 17 Transmisor de peso Cardinal modelo 201

El transmisor de peso modelo 201 marca cardinal es un instrumento rápido y preciso para aplicaciones de pesaje estático y dinámico, incluye una pantalla LCD de seis dígitos que lo hacen ideal para la verificación visual rápida del estado del peso.

Este transmisor ofrece velocidades de muestreo de hasta 200 muestras por segundo y protocolos estándar de comunicación incluyen interfaz serie RS232/RS485, analógica (0-10V o 4-20mA), Ethernet TCP/IP, EIP. La Configuración y calibración del modelo 201 es rápido y fácil de utilizar tanto los indicadores de menú indicador en pantalla o interfaz de navegador web a través de la dirección IP.

Tabla 11

Especificaciones del transmisor de peso 201 marca Cardinal

ESPECIFICACIONES	
Alimentación	12-24VDC 6W
Temperatura de Operación	10 a 40 °C
Pantalla	Pantalla con LCD transfletivo a colores de 6 dígitos 7 segmentos
Excitación a celdas de carga	11,72 VDC
Rango de señal de entrada	0.5V min. a 35mV max.
Conexión de celdas de carga	Celdas de carga de 4 o 6 hilos
Sensibilidad	0,5uV/división de escala
Precisión en Cero	±2%
RS231 Serial	Se puede configurar para las solicitudes de peso continua o bajo demanda
RS231 Serial	Se puede configurar para las solicitudes de peso continua o bajo demanda

Nota: Tabla donde se muestran las especificaciones técnicas del transmisor usado en el prototipo. Fuente (Cardinal Scale , 2012)

3.2.4 Sensores de fibra óptica.

Los sensores de fibra óptica funcionan por interrupción del haz de luz y son los que dan una señal cuando el producto entra y sale de la banda de pesaje dinámico del prototipo. Se usan los sensores de la marca SEEKA modelo F1RM PNP



Figura 3. 18 Sensor de fibra Óptica. Sensor utilizado para ubicación del producto dentro de la banda de pesaje.

En la siguiente tabla se encuentran las especificaciones técnicas de los sensores de fibra óptica utilizados en el prototipo.

Tabla 12

Tabla de Especificaciones del sensor de fibra óptica.

Longitud de onda de la luz	LED Rojo a 660nm
Alimentación	12 a 24VDC
Consumo	35mA máx.
Salida	Salida PNP 100mA a 30V Open Colector
Tiempo de respuesta	0,5ms
Luz Ambiente	3000 lux máximo
LED indicador	Tres LEDs de indicación Rojo, verde y amarillo
Temperatura de operación	-25 a 55°C

Nota: Sensor de fibra óptica de alta velocidad de respuesta para detectar cuando el producto ingresa a la banda de pesaje dinámico en el prototipo.

3.2.4.1 Ubicación de los sensores de fibra óptica.

Dentro del prototipo están ubicados dos sensores de fibra óptica, el primero nos entrega una señal cuando el producto ingresa a ser pesado y un segundo sensor

nos dice cuando el producto sale, con estas señales se puede efectuar la aceptación o rechazo del mismo. Como indica la figura 3.19

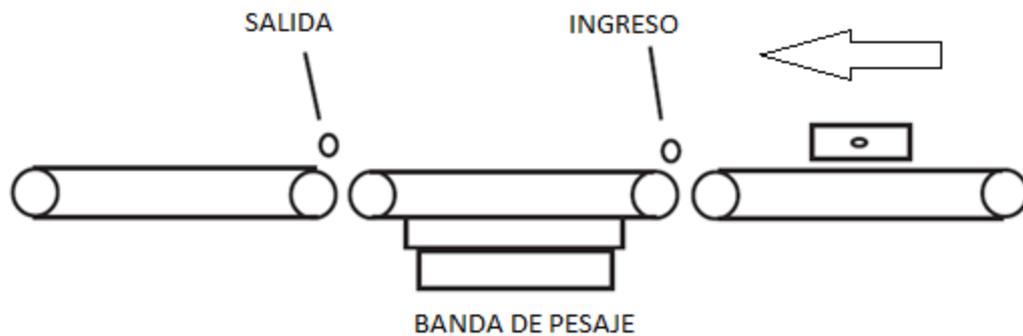


Figura 3. 19 Ubicación de sensores en el prototipo. Cuando el producto ingresa y sale de la banda de pesaje dentro del prototipo.

3.2.4.2 Alineación de los sensores de Fibra Óptica

El prototipo requiere una alineación de los dos dispositivos (proyector de luz y receptor de luz).

Cuando estos no están alineados o cuando entre el proyector y el receptor no existe el haz de luz chocante del proyector hacia el receptor, entonces el estado del sensor de fibra siempre estará en interrupción de luz y no podrá funcionar adecuadamente.

Es muy importante que estos sensores estén regulados para lo cual en la siguiente figura se puede observar el movimiento y ranura de regulación tanto para el proyector de luz como para el receptor de luz.

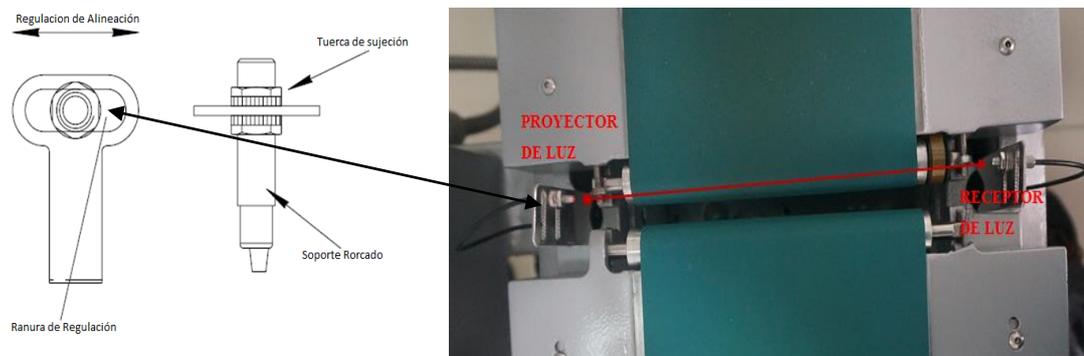


Figura 3. 20 Alineación de sensores ópticos. Se muestra en la fotografía la ubicación de los sensores con su regulación para la alineación de los mismos

3.3 Etapa de control.

En la siguiente fotografía se muestran las tarjetas o módulos del control del prototipo.

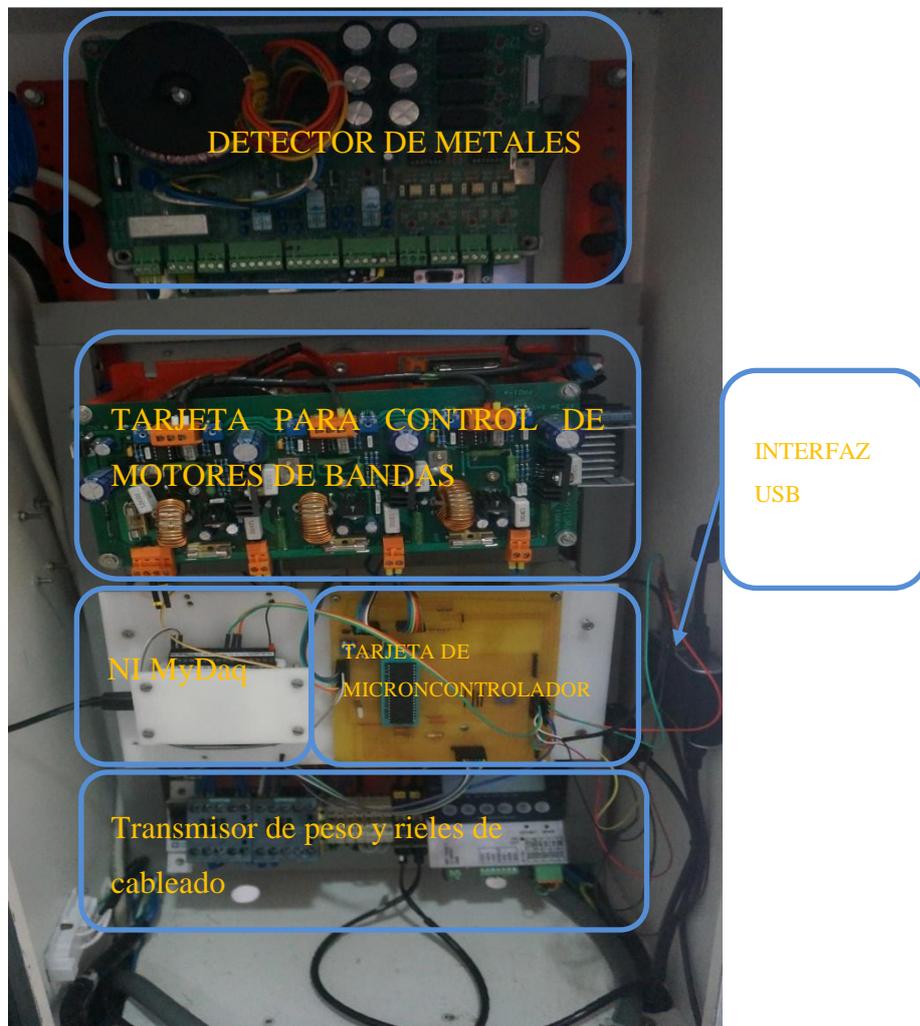


Figura 3. 21 Distribución del control en el prototipo. Se puede apreciar en la figura como está distribuido el control en el prototipo.

La tarjeta de micro controlador es la encargada de controlar las velocidades de las bandas, hacer el cálculo de peso dinámico en el prototipo y aceptar o rechazar el producto que se verifique y así mismo se comunica mediante una interfaz USB serial al LabVIEW para el monitoreo del prototipo conjuntamente con la tarjeta adquisidora NI MyDaq.

3.3.1 Simulación en el software Proteus.

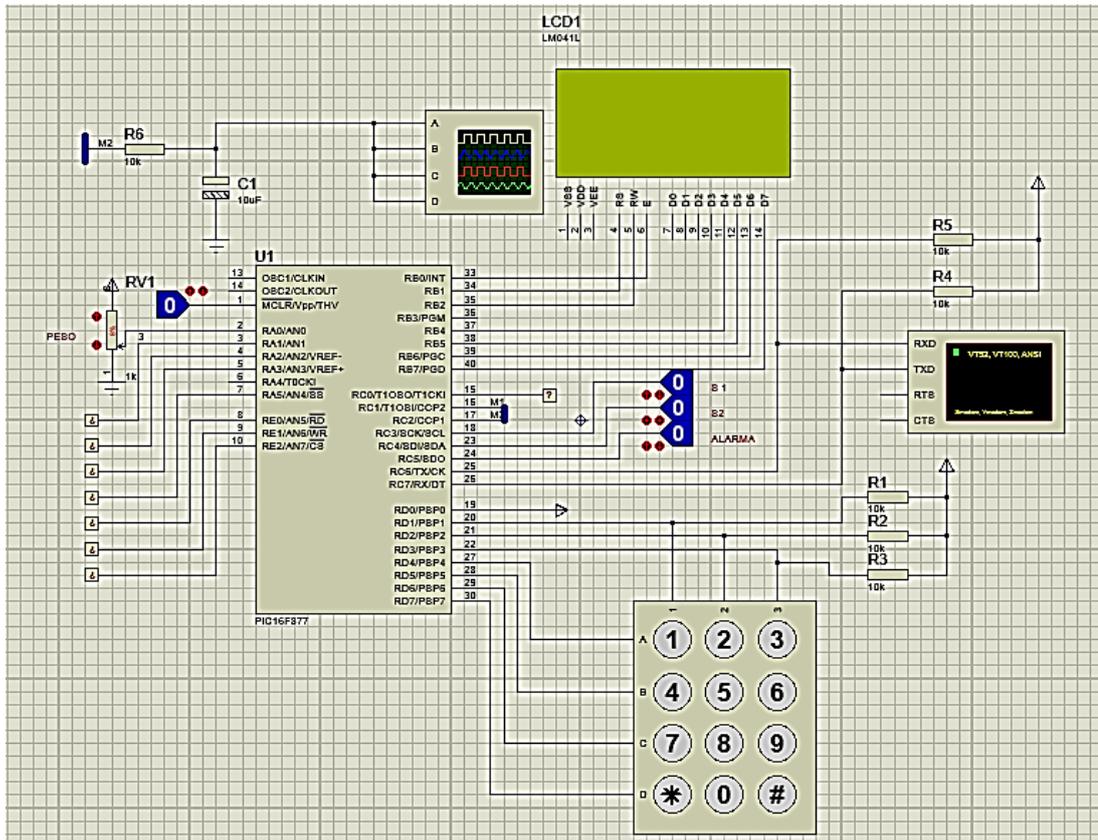
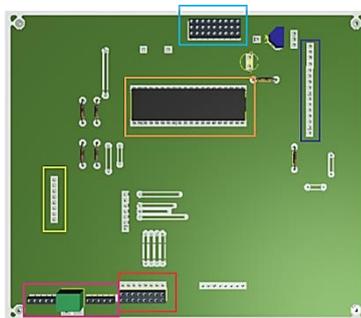


Figura 3. 22 Circuito de Control de Pesaje Dinámico. Se puede apreciar una simulación en el software Proteus de la tarjeta de microcontrolador.

En la figura 3.23 se muestra la vista 3D de la tarjeta de control la cual se encarga de procesar las señales que ingresan al PIC y activar las salidas respectivas para el funcionamiento correcto del prototipo de sistema de pesaje dinámico.



- Pines de LCD.
- Entradas Analógicas y Salidas a Rele.
- Teclado .
- Entradas de Optoacoplador y Salida a Motores.
- Alimentacion.
- PIC 16F877A.

Figura 3. 23 Vista 3D de la Tarjeta de Control.

3.3.2 Complementos auxiliares para el arranque de los motores del prototipo.

El módulo de 4 Relay activa los motores de las bandas transportadoras que conforman el prototipo, cabe mencionar que el módulo de Relay se encarga de cortar la energía a los motores y el PIC 16F877A junto con las tarjetas de control de velocidad son los encargados de variar la velocidad de los motores.

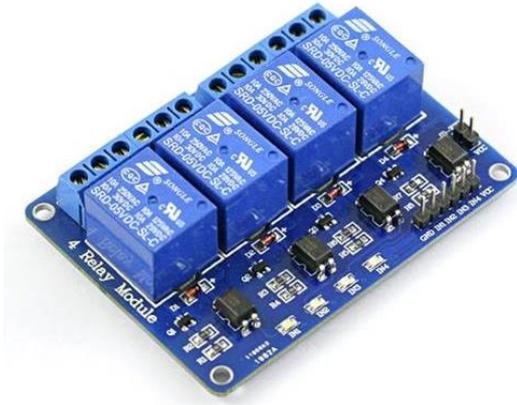


Figura 3. 24 Módulo de 4 Relay. Fuente: Adafruit.

El módulo de 2 Relay se encarga de la activación del pistón que hará el rechazo del producto no aprobado por el programa verificado en el prototipo, también este módulo realiza la activación del pistón si el peso esta fuera de los rangos definidos para el sistema de pesaje.

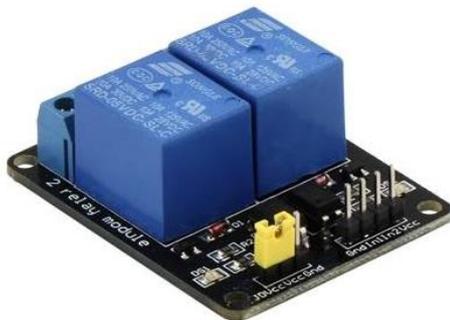


Figura 3. 25 Módulo de 2 Relay. Fuente: Adafruit.

Debido a que el prototipo cuenta con 4 motores y el Driver de motores nos permite controlar solo 3 de ellos, empleamos la siguiente tarjeta electrónica denominada Sabertooth la cual es alimentada a 24 VDC y es comandada por el PIC

el cual envía una señal analógica de 0 a 5 VDC para regular la velocidad de los motores.



Figura 3. 26 SaberTooth. Fuente: Dimension Engineering.

Para realizar el sistema de monitoreo del prototipo diseñamos un banco de optoacopladores para reducir la tensión a 5V para que sean leídos y procesados por la tarjeta de adquisición de datos NI MyDAQ y mostrados a través del software LABVIEW.

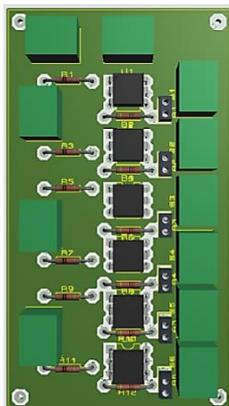


Figura 3. 27 Banco de Optoacopladores.

Para realizar el sistema de monitoreo del prototipo diseñamos un banco de optoacopladores para reducir la tensión a 5V para que sean leídos y procesados por la tarjeta de adquisición de datos NI MyDAQ y mostrados a través del software LABVIEW.

Para la transmisión serial para el respectivo monitoreo en el envío y recepción de datos que ingresaran al PIC y serán mostrados en LABVIEW utilizamos el UART.

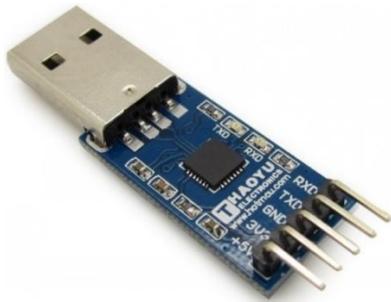


Figura 3. 28 UART. Fuente: APM.

3.4 Sistema de Monitoreo de Prototipo de balanza dinámica.

Luego de la implementación de la tarjeta de control para el sistema de pesaje dinámico mediante el software de programación gráfica y la tarjeta de adquisición de datos NI MyDAQ a continuación se detallan los elementos necesarios para realizar el respectivo VI para realizar sus respectivo monitoreo.



Figura 3. 29 Ventana de inicio de LabVIEW.

Al seleccionar *Black VI* se no muestra en pantalla la ventana de *Front Panel* y *Diagram Block* que son las que conforman el *WorkSpace* de LabVIEW.

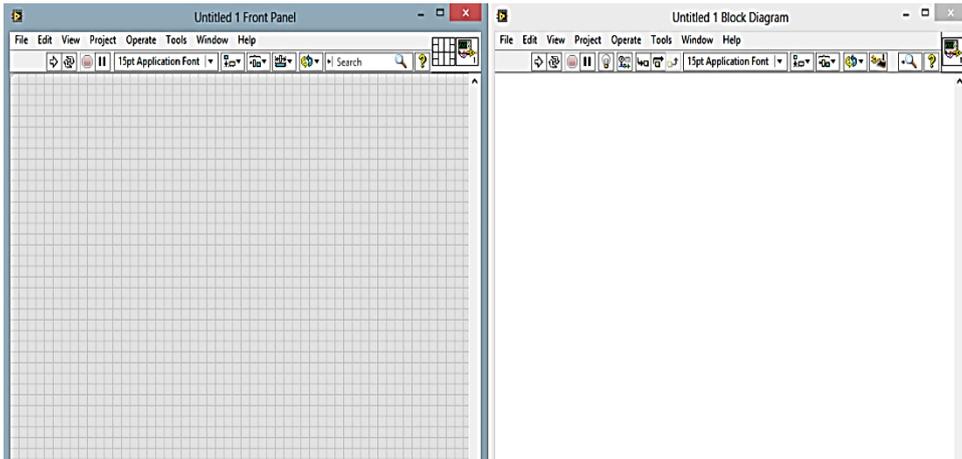


Figura 3. 30 WorkSpace de LabView.

En la venta de *Front Panel* se agregan los siguientes elementos para el sistema de monitoreo que detallamos a continuación.

Añadimos indicadores leds tipo redondos especificando las etiquetas respectivas para las señales que cada uno de ellos captara a través de la tarjeta de adquisición de datos NI MyDAQ.

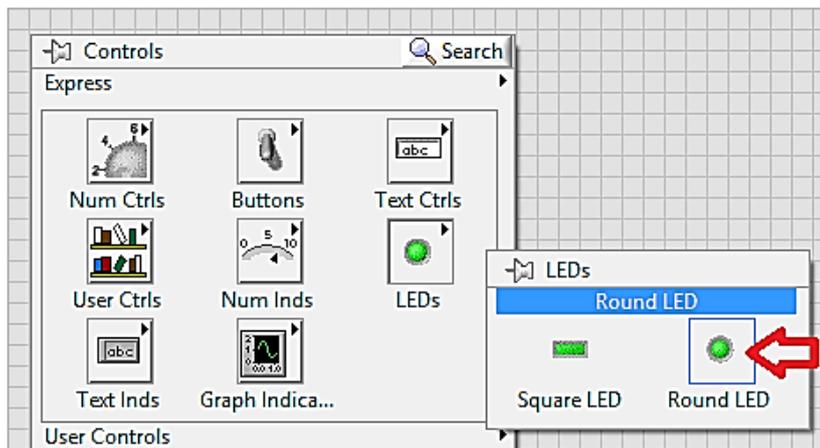


Figura 3. 31 Paleta Express / Leds.

Una vez asignado los indicadores led para obtener las señales externas del equipo para realizar el respectivo monitoreo mediante la tarjeta de adquisición de datos para esto creamos un arreglo.

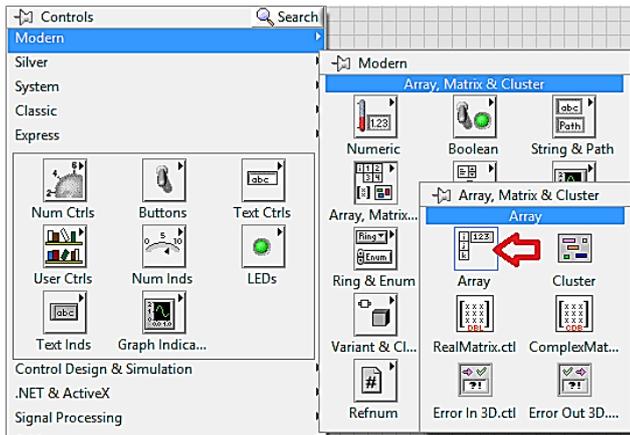


Figura 3. 32 Paleta Modern/ Array.

Una vez realizado el arreglo asignamos el *DAQ Assistant* para obtener las señales que serán mostradas en el *Front Panel*.

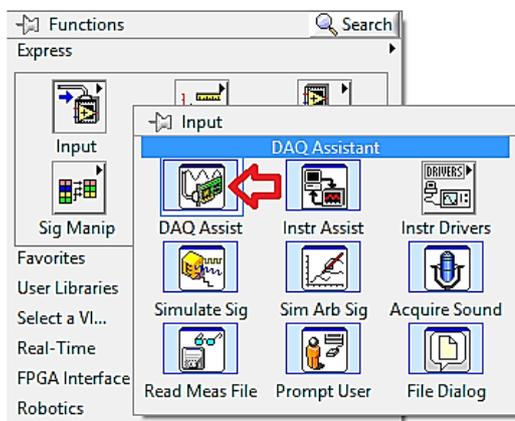


Figura 3. 33 Paleta Express/Input.

Al seleccionar el *DAQ Assistant* se muestra la siguiente ventana en la cual seleccionamos *Acquire Signals / Digital Input / Line Input*.

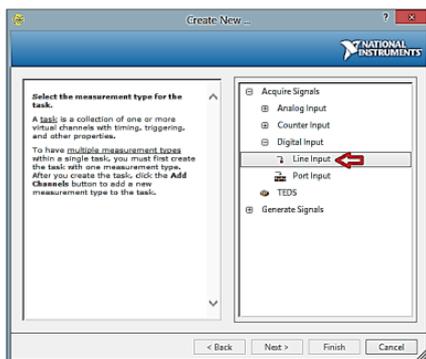


Figura 3. 34 Acquire Signals / Digital Input.

Al seleccionar *Line Port* nos muestra la siguiente ventana en la cual se selecciona el puerto que se necesite.

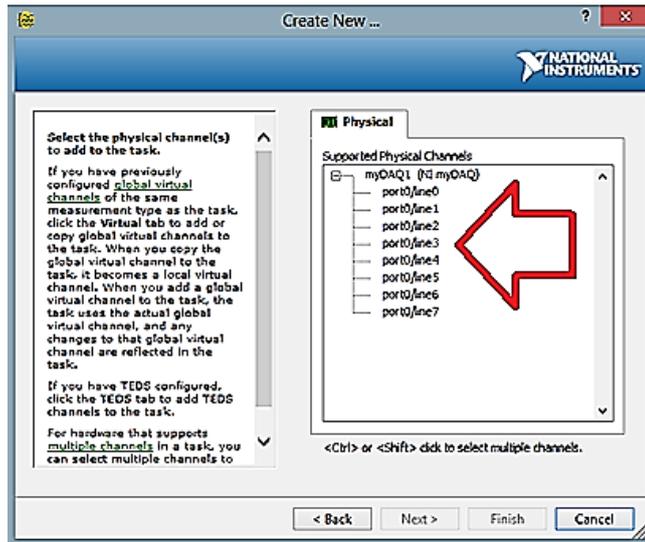


Figura 3. 35 Line Port / DAQ Assistant.

Una vez realizada las conexiones respectivas de todos los elementos que conforman en la ventana *Block Diagram* y *Front Panel* para el sistema de monitoreo tendremos lo siguiente.



Figura 3. 36 Front Panel - Sistema de Monitoreo de Balanza Dinámica.

Tabla 13

Pines de Conexión para el Monitoreo en LABVIEW.

IN/OUT- MyDAQ	Pines de Control	Salidas del Prototipo
IN DIO 0.0	P0.0	Motores.
IN DIO 1.1	P1.1	Sensor IR # 1.
IN DIO 1.2	P1.2	Sensor IR # 2.
IN DIO 0.1	P0.1	Pistón.
IN DIO 1.0	P1.0	Detector de Metales.

Nota: Los pines de conexión designados para realizar el monitoreo que son ingresados a la DAQ no deben recibir más de 5v, para realizar su respectivo monitoreo y evitar fallas en tarjeta.

3.4.1 Comunicación Serial entre el PIC y LABVIEW

Para realizar la comunicación serial para adquirir y enviar datos del PIC a LABVIEW y viceversa utilizaremos varios elementos del software de programación grafica LABVIEW empleando los bloques que conforman los toolkits respectivos.

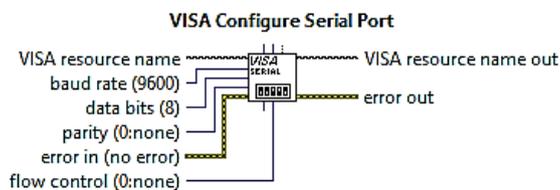


Figura 3. 37 Visa - Configuración de Puerto Serial.

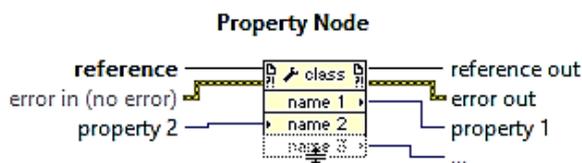


Figura 3. 38 Visa - Property Node.

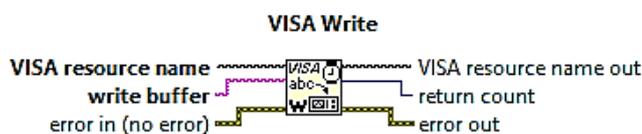


Figura 3. 39 Visa - Write.

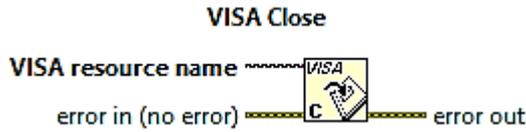


Figura 3. 40 Visa - Close.

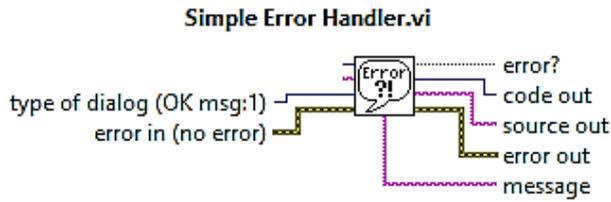


Figura 3. 41 Visa - Simple Error Handler.

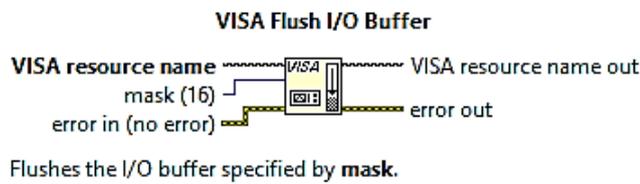


Figura 3. 42 Visa - Flush I/O Buffer.

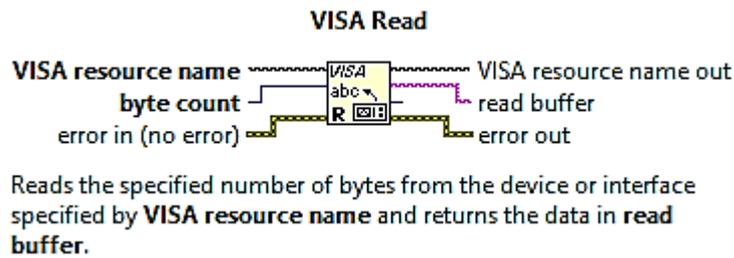


Figura 3. 43 Visa - Read.

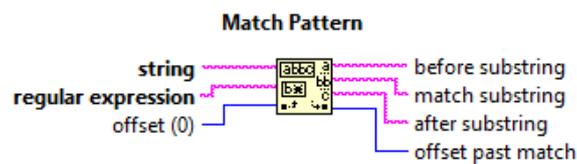


Figura 3. 44 Visa - Match Pattern.

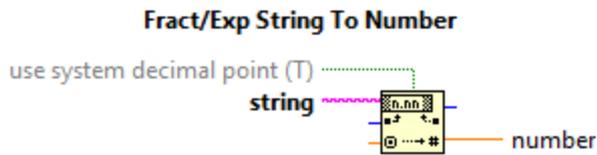


Figura 3. 45 Visa - Fract/Exp String To Number.

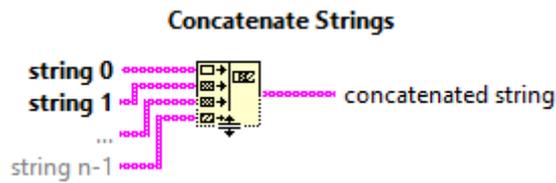


Figura 3. 46 Concatenate String.

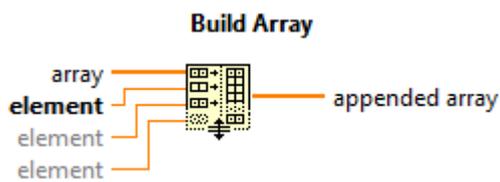


Figura 3. 47 Build Array.

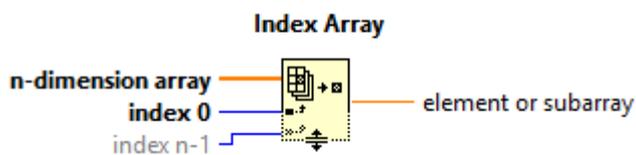


Figura 3. 48 Index Array.

3.4.1.1 Descripción de la comunicación Serial en LABVIEW.

En el panel frontal se muestran las configuraciones de los puertos seriales, también diferentes pestañas en la parte superior las cuales permitirán ir a una nueva área de trabajo donde el usuario podrá enviar o recibir datos por comunicación serial.

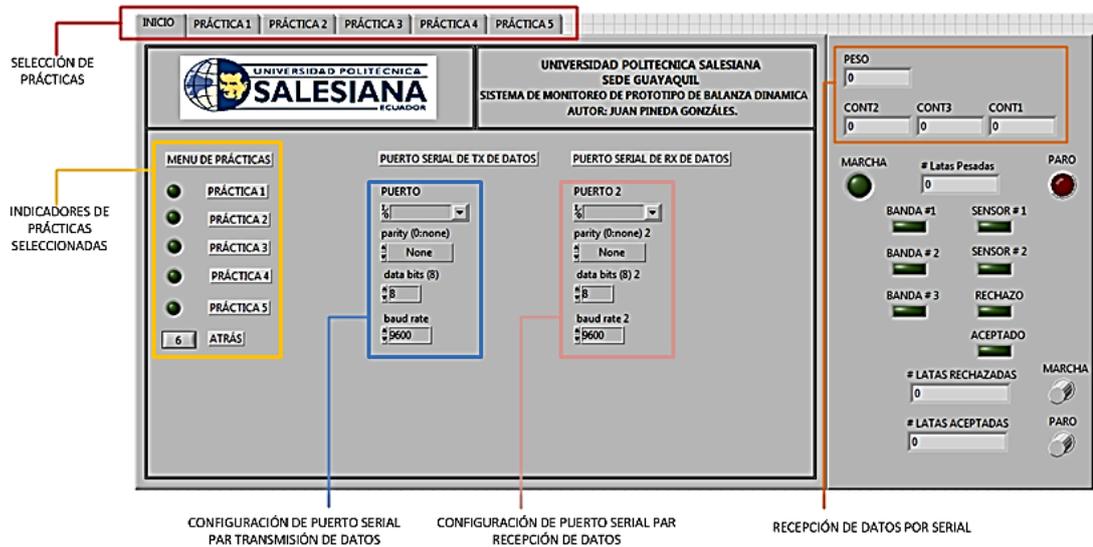


Figura 3. 49 Front Panel Comunicación Serial - Monitoreo.

Al iniciar el sistema se mostrarán mensajes en el Display indicando el nombre de la Universidad, nombre del proyecto, nombre de quien lo elaboró durante un lapso corto de tiempo.



Figura 3. 50 LCD Primera Presentación.



Figura 3. 51 LCD Segunda Presentación.

A continuación de los mensajes de introducción al sistema, se mostrará un menú el cual requerirá que se presione 1 ó 2 para entrar en modo manual o modo automático respectivamente. Al presionar el “2”, modo automático permitirá al sistema poder trabajar desde la interfaz gráfica de LABVIEW para enviar y recibir datos desde el mismo.



Figura 3. 52 LCD - Opciones de Manual - Automático.

En la pestaña inicio procedemos a establecer los parámetros de los puertos seriales, antes o mientras el programa se encuentre ejecutándose configurar los puertos seriales para la transmisión y recepción de datos, para lo cual debemos seleccionar en que puerto seriales de la computadora se encuentran conectados cada uno respectivamente.

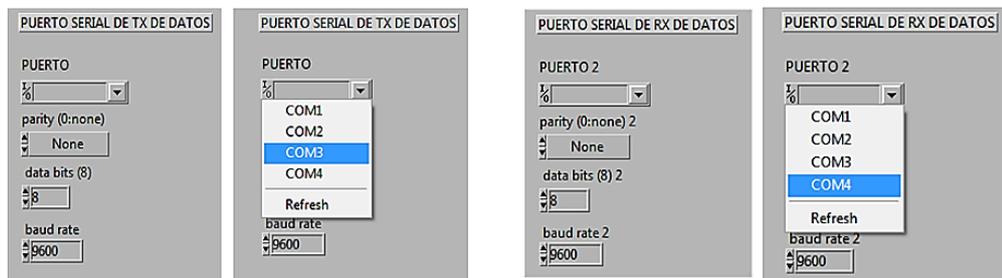


Figura 3. 53 Configuración de puertos de Recepción y Transmisión.

La pestaña inicio lleva al diagrama de estado **"INICIO", Default**, luego de la cual el usuario escogerá la práctica a realizar, si escoge práctica 1, esto encenderá un indicador en la parte de **Indicadores de prácticas seleccionadas**. La parte **ENVÍO DE DATOS SERIALES DEL 1 AL 6 Y COMILLAS DOBLES**, se encarga de enviar un dígito del 1 al 6 si es que se selecciona una de las 5 prácticas o el botón atrás del panel frontal, caso contrario enviará un falso. Estos datos enviados mediante la **CONFIGURACIÓN PARA ENVÍO DE DATOS SERIALES DEL 1 AL 6 Y COMILLAS DOBLES** enviarán por serial el dato escogido por el usuario, para este caso "1", lo cual también permitirá al programa dirigirse al estado **"PRÁCTICA 1"**.

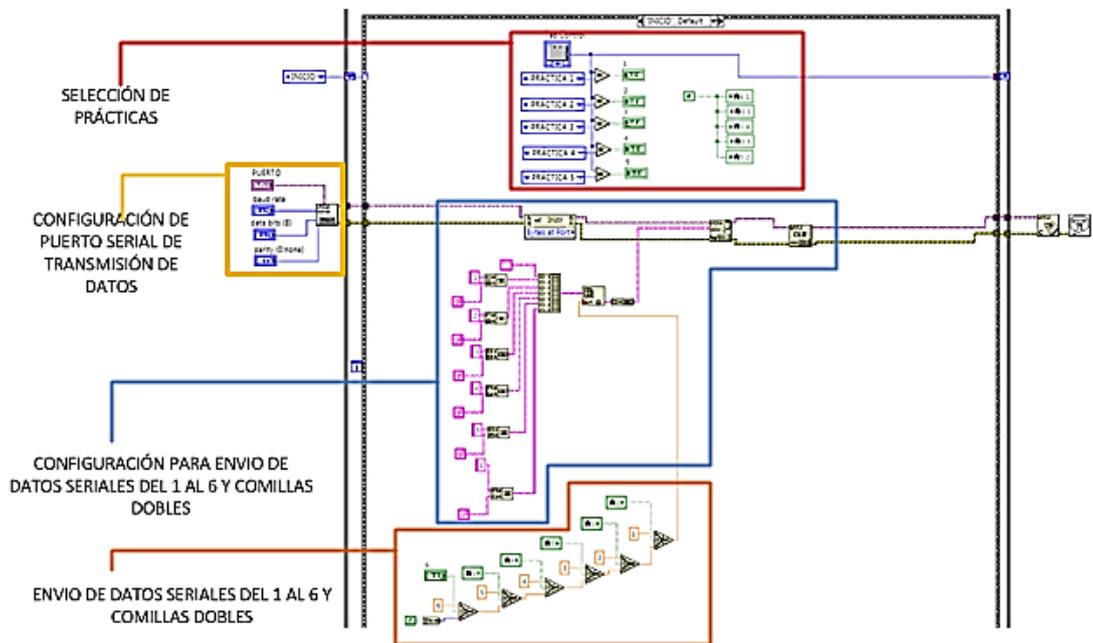


Figura 3. 54 Diagrama de Bloques de la Comunicación Serial.

3.5 Descripción de las prácticas

3.5.1 Descripción de Práctica # 1

Pasos para enviar dato de **PESO** por serial:

- Presionar el botón **1**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX peso de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.

Visualizar en la pantalla el dato enviado por serial.

Pasos para enviar dato de **TOLERANCIA** por serial:

- Presionar el botón **2**, lo cual enviará por serial el dígito “2”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.

- Presionar el botón TX TOLERANCIA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**
- Visualizar en la pantalla el dato enviado por serial.

Pasos para recibir **Datos** por serial:

- Presionar el botón **3**, lo cual enviará por serial el dígito “3”.
- Presionar el botón CONSULTA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**
- Visualizar en pantalla los valores recibidos por serial.
- Para continuar con la práctica y enviar datos por serial, presionar el botón **REGRESAR** de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**
- Para continuar con el resto de prácticas es necesario ir donde se encuentran el resto de pestañas en la parte superior y seleccionar la pestaña **INICIO** lo cual enviará por serial el dígito 4, luego de esto el usuario podrá proceder al resto de prácticas.

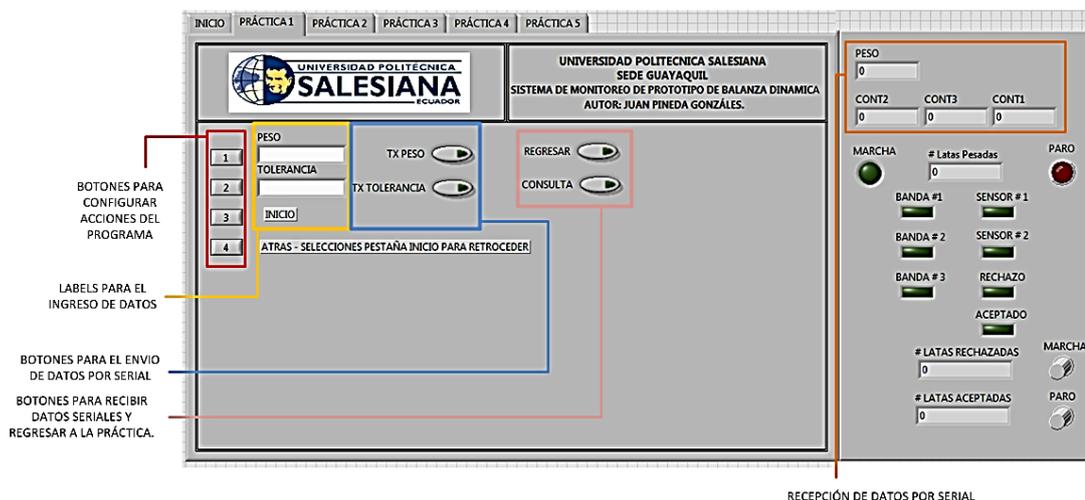


Figura 3. 55 Práctica # 1.

3.5.2 Descripción de la práctica 2

Pasos para enviar dato de **VELOCIDAD** por serial:

- Presionar el botón **1**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.

- Presionar el botón **1**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX PRODUCTO de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en la pantalla el dato enviado por serial.

Pasos para recibir **DATOS** por serial:

- Presionar el botón **2**, lo cual enviará por serial el dígito “2”.
- Presionar el botón CONSULTA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en pantalla los valores recibidos por serial.
- Para continuar con la práctica y enviar datos por serial, presionar el botón REGRESAR de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Para continuar con el resto de prácticas es necesario ir donde se encuentran el resto de pestañas en la parte superior y seleccionar la pestaña INICIO lo cual enviará por serial el digito 3, luego de esto el usuario podrá proceder al resto de prácticas.

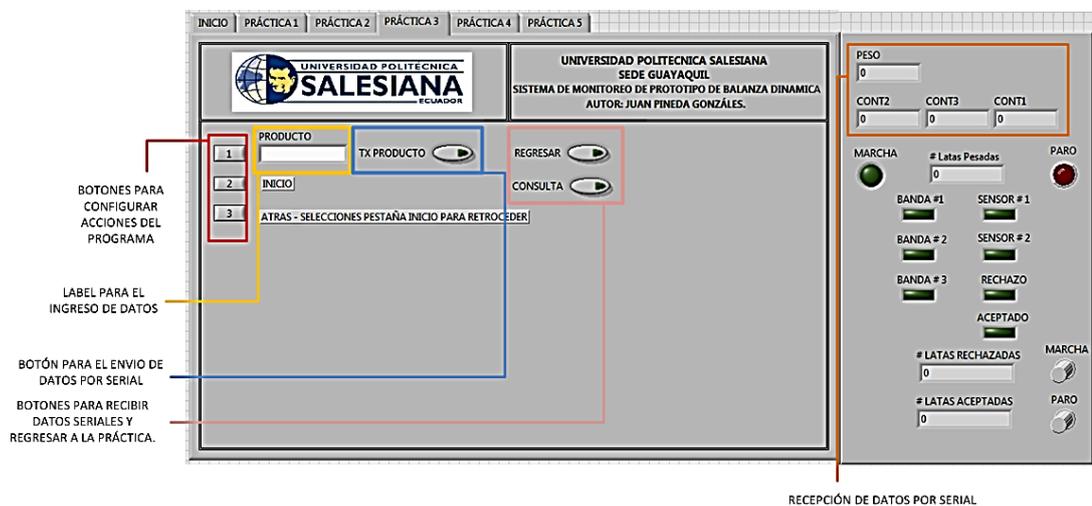


Figura 3. 57 Práctica # 3.

3.5.4 Descripción de la practica 4

Pasos para enviar dato de **PESO** por serial:

- Presionar el botón **1**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX peso de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para enviar dato de **TOLERANCIA** por serial:

- Presionar el botón **2**, lo cual enviará por serial el dígito “2”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX TOLERANCIA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para enviar dato de **VELOCIDAD** por serial:

- Presionar el botón **3**, lo cual enviará por serial el dígito “3”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX VELOCIDAD de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para recibir datos por serial:

- Presionar el botón **4**, lo cual enviará por serial el dígito “4”.
- Presionar el botón CONSULTA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en pantalla los valores recibidos por serial.

- Para continuar con la práctica y enviar datos por serial, presionar el botón **REGRESAR** de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.

Pasos para enviar datos por serial (cambiar la velocidad 2):

- Presionar el botón **VELOCIDAD**, de los **BOTONES PARA RECIBIR DATOS SERIALES Y REGRESAR A LA PRÁCTICA**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en **BOTÓN PARA ENVIAR DATO DE VELOCIDAD 2 POR SERIAL**.
- Presionar el botón **CONSULTA** de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Presionar el botón **TX VELOCIDAD 2** de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.
- Para continuar con el resto de prácticas es necesario ir donde se encuentran el resto de pestañas en la parte superior y seleccionar la pestaña **INICIO** lo cual enviará por serial el digito 5, luego de esto el usuario podrá proceder al resto de prácticas.

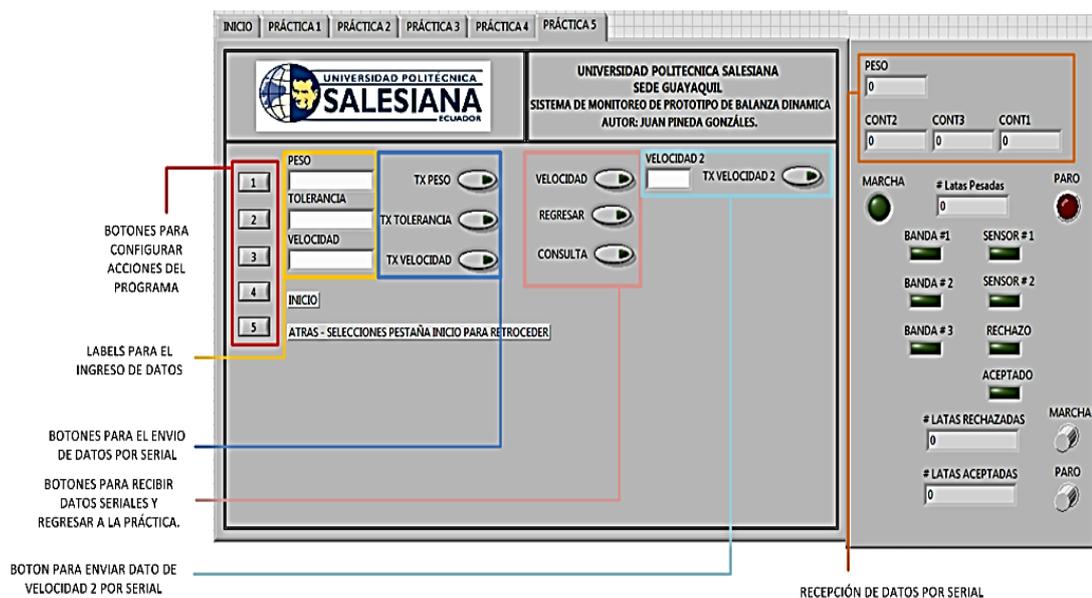


Figura 3. 58 Práctica # 4.

CAPÍTULO 4: PRÁCTICAS DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO.

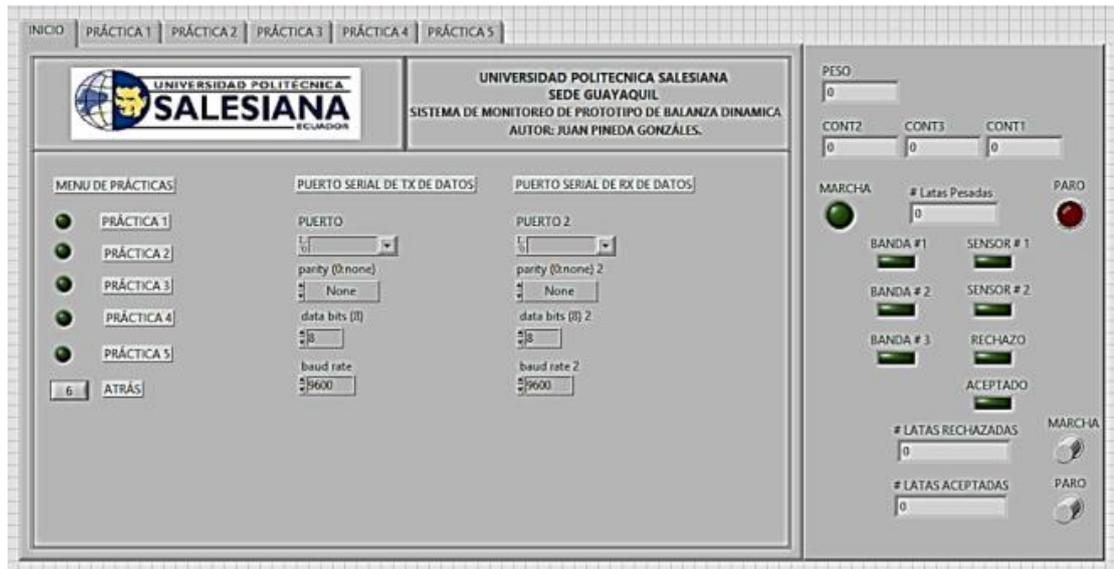


Figura 4. 1 Modelo de VI.

El siguiente modelo de VI contiene las 5 prácticas que se encuentran cada una en diferentes pestañas, para el ingreso de sus valores respectivos antes de poner en marcha el equipo y empezar a monitorear su desempeño.

Tabla 14

Tabla de Datos de Ingreso de Producto.

Producto # 1	
Nombre del Producto	
Tolerancia	
Velocidad	
Cantidad de Producto	
Peso Indicado en su empaque	

Nota: Tabla de productos ingresados en la práctica. Esta tabla es la que se utiliza en la práctica 1 del prototipo.

Tabla 15

Tabla de Datos Obtenidas del Sistema de Pesaje.

Producto	Azúcar San Carlos
Peso del Producto	280g
Tolerancia	±10

Velocidad	10m/min.
Cantidad de Producto	25
Aceptadas	25
Rechazadas	0
Metal	0
Total	25

Nota: Tabla de Datos Obtenidas del Sistema de Pesaje, es necesario recalcar que a dos fundas cumplieron con las especificaciones NTE INEN 0483 y la recomendación FDA 555.425.

4.1.1 Práctica # 1 Sistema de Pesaje por Tolerancia y Velocidad.

4.1.1.1 Introducción:

En esta práctica se puede observar en el sistema de pesaje por medio de 2 variables que son la tolerancia y velocidad dependiendo del producto que se empleará en la práctica.

Objetivos:

- Comparar el valor que obtenemos del sistema de pesaje con el que viene marcado en el producto, sacando con esto sus márgenes de tolerancia.
- Observar que en el sistema de pesaje dinámico los valores del producto asignado tenderán a variar debido al nivel de velocidad con el que pase el producto.

Desarrollo:

Tabla 16

Tabla de Datos del Primer Producto.

Producto # 1	
Nombre del Producto	Azúcar San Carlos
Tolerancia	±10
Velocidad	10m/min
Cantidad de Producto	25 Unidades
Peso Indicado en su empaque	280g

Nota: La siguiente tabla nos proporciona los datos que será ingresado manualmente en el prototipo para hacer su sistema de pesaje que son los siguientes: Tolerancia y Velocidad.

Cabe mencionar que el prototipo tiene 2 sistemas de ingreso de valores uno por teclado matricial instalado en el equipo y el otro por medio del computador.

Pasos para enviar dato de **PESO** por serial:

- Presionar el botón **1**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX peso de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para enviar dato de **TOLERANCIA** por serial:

- Presionar el botón **2**, lo cual enviará por serial el dígito “2”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX TOLERANCIA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para recibir **Datos** por serial:

- Presionar el botón **3**, lo cual enviará por serial el dígito “3”.
- Presionar el botón CONSULTA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en pantalla los valores recibidos por serial.
- Para continuar con la práctica y enviar datos por serial, presionar el botón REGRESAR de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Para continuar con el resto de prácticas es necesario ir donde se encuentran el resto de pestañas en la parte superior y seleccionar la pestaña INICIO lo cual enviará por serial el dígito 4, luego de esto el usuario podrá proceder al resto de prácticas.

Para continuar con el resto de prácticas es necesario ir donde se encuentran el resto de pestañas en la parte superior y seleccionar la pestaña INICIO lo cual enviará por serial el dígito 3, luego de esto el usuario podrá proceder al resto de prácticas.

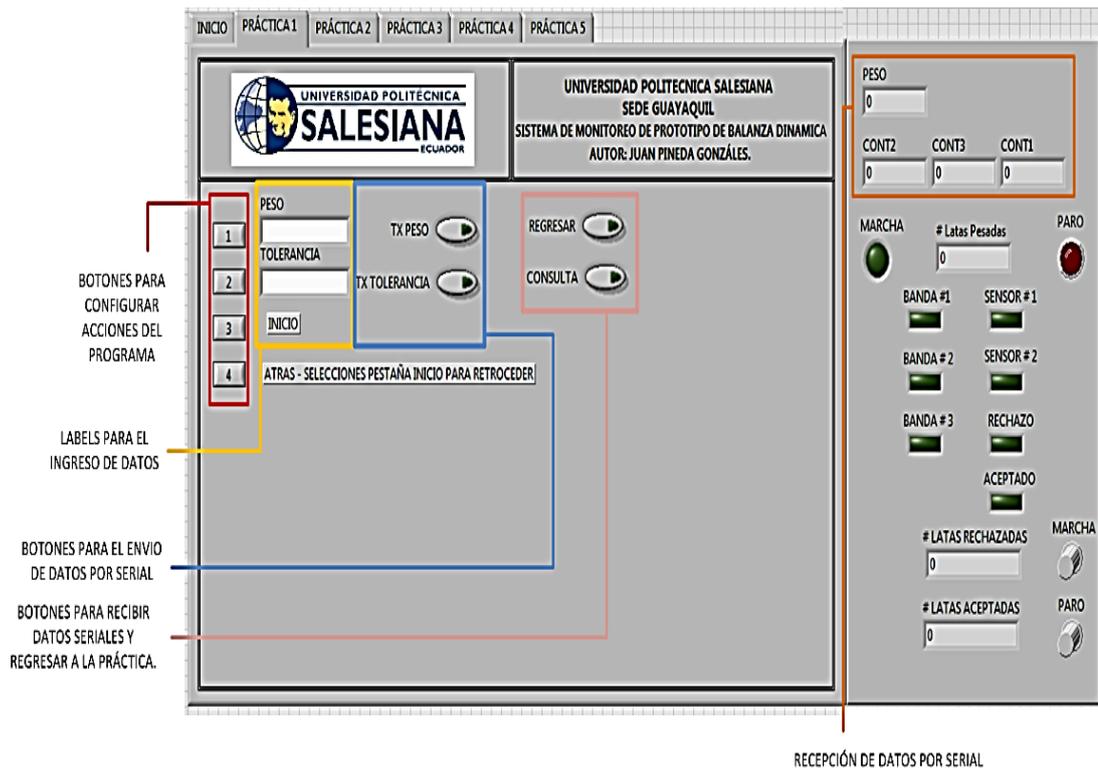


Figura 4. 2_Pestaña - Práctica # 1.

Resultados del primer producto.

Tabla 17

Tabla de Resultados de la Primera Practica.

Producto	Azúcar San Carlos
Peso del Producto	280g
Tolerancia	±10
Velocidad	10m/min.
Cantidad de Producto	25
Aceptadas	22
Rechazadas	2
Metal	1
Total	25

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 1 empleando como producto Azúcar San Carlos de 280g. Es necesario recalcar que a dos fundas intencionalmente se le sumó peso y a otra funda se le puso una muestra de metal ferroso de 10mm ya que todas las fundas estaban dentro de especificaciones y cumplían a perfección dichas normas.

4.1.2 Práctica # 2. Sistema de Pesaje por Velocidad.

4.1.2.1 Introducción:

En esta práctica se puede observar en el sistema de pesaje por medio de la velocidad asignada al programa para el producto que se empleara en la práctica.

Objetivos:

- Con el programa que trabaja la balanza comparar el valor que obtenemos del sistema de pesaje con el que viene marcado en el producto, sacando con esto sus márgenes de tolerancia.
- Observar que en el sistema de pesaje dinámico los valores del producto asignado tenderán a variar debido al nivel de velocidad con el que pase el producto

Desarrollo:

Tabla 18

Tabla de Datos del Segundo Producto.

Producto # 2	
Nombre del Producto	Avena Quaker
Tolerancia	±20
Velocidad	20m/min.
Cantidad de Producto	25 Unidades
Peso Indicado en su empaque	500g

Nota: La siguiente tabla nos proporciona los datos que será ingresado manualmente en el prototipo para realizar su sistema de pesaje que son los siguientes: Tolerancia y Velocidad. En la practica la velocidad es la más esencial para realizar el sistema de pesaje.

Cabe mencionar que el prototipo tiene 2 sistemas de ingreso de valores uno por teclado matricial instalado en el prototipo y el otro por medio del computador.

Pasos para enviar dato de **VELOCIDAD** por serial:

- Presionar el botón **1**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS.**

- Presionar el botón TX velocidad de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para recibir **DATOS** por serial:

- Presionar el botón **2**, lo cual enviará por serial el dígito “2”.
- Presionar el botón CONSULTA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**
- Visualizar en pantalla los valores recibidos por serial.
- Para continuar con la práctica y enviar datos por serial, presionar el botón REGRESAR de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**

Para continuar con el resto de prácticas es necesario ir donde se encuentran el resto de pestañas en la parte superior y seleccionar la pestaña INICIO lo cual enviará por serial el digito 2, luego de esto el usuario podrá proceder al resto de prácticas.

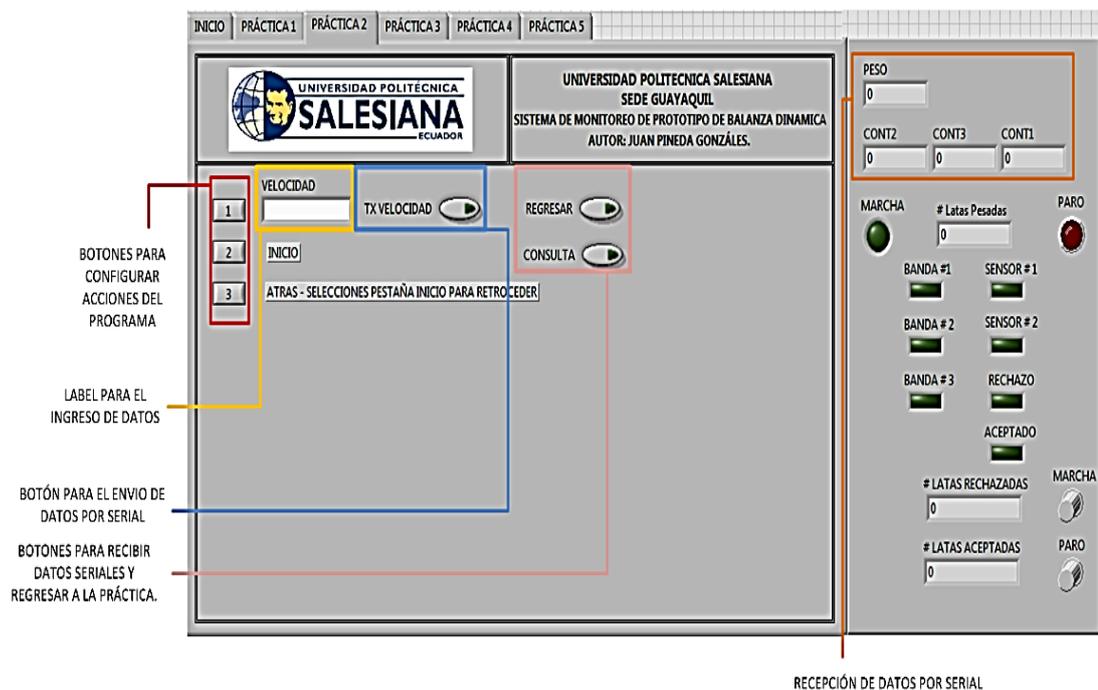


Figura 4. 3_Pestaña - Práctica # 2.

Tabla 19

Tabla de Resultados de la Segunda Práctica.

Producto	Avena Quaker
Peso del Producto	500g
Tolerancia	±20
Velocidad	20m/min.
Cantidad de Producto	25
Aceptadas	23
Rechazadas	1
Metal	1
Total	25

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 2 empleando como producto Avena Quaker de 500g. Es necesario recalcar que a una funda intencionalmente se le quitó peso y a otra funda se le puso una muestra de metal ferroso de 10mm ya que todas las fundas estaban dentro de especificaciones y cumplían a perfección dichas normas.

4.1.3 Práctica # 3. Sistema de Pesaje por Lote de Producto.

4.1.3.1 Introducción:

En esta práctica se podrá observar en el sistema de pesaje por número de lote o cantidad de productos que serán pesados por el sistema.

Objetivos:

- Obtener el número de Lote del Producto.
- Con el programa que trabaja la balanza comparar el valor que obtenemos del sistema de pesaje con el que viene marcado en el producto, sacando con esto sus márgenes de tolerancia.
- Observar que en el sistema de pesaje dinámico los valores del producto asignado tenderán a variar debido al nivel de velocidad con el que pase el producto.

Desarrollo:

Tabla 20

Tabla de Datos del Tercer Producto.

Producto	Gelatina Royal
Peso del Producto	225g
Tolerancia	±15
Velocidad	25m/min.
Cantidad de Producto	25
Lote	1
Lote	2

Nota: La siguiente tabla nos proporciona los datos que será ingresado manualmente en el prototipo para realizar su sistema de pesaje que son los siguientes: Tolerancia y Velocidad, para al final obtener el número de lotes registrado por el sistema.

Pasos para enviar dato de **PRODUCTO** por serial:

- Presionar el botón **1**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS.**
- Presionar el botón TX PRODUCTO de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para recibir **DATOS** por serial:

- Presionar el botón **2**, lo cual enviará por serial el dígito “2”.
- Presionar el botón CONSULTA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**
- Visualizar en pantalla los valores recibidos por serial.
- Para continuar con la práctica y enviar datos por serial, presionar el botón REGRESAR de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL.**

Para continuar con el resto de prácticas es necesario ir donde se encuentran el resto de pestañas en la parte superior y seleccionar la pestaña INICIO lo cual enviará por serial el dígito 2, luego de esto el usuario podrá proceder al resto de prácticas.

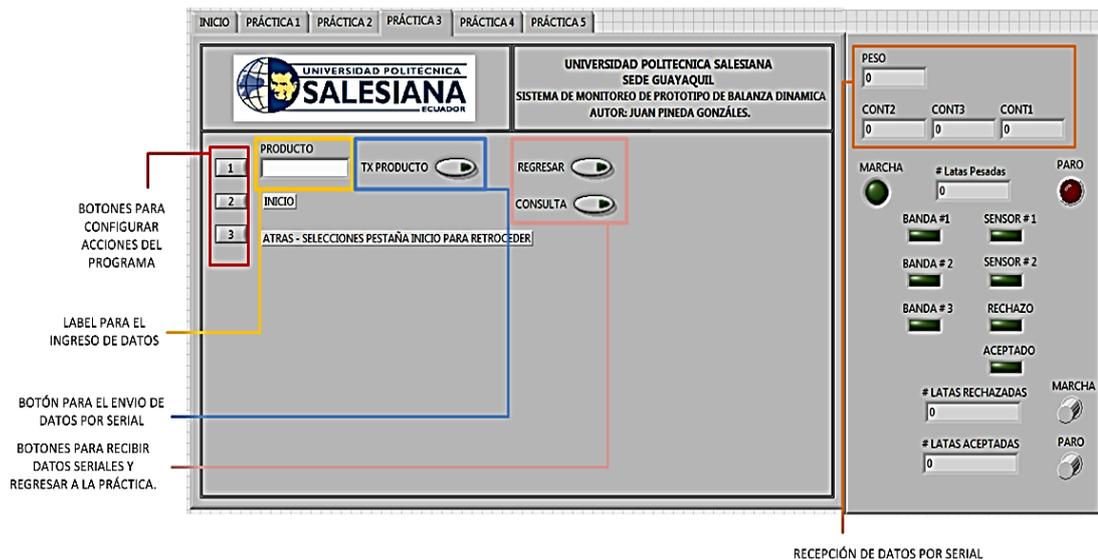


Figura 4. 4_Pestaña - Práctica # 3.

Tabla 21

Tabla de Resultados de la Tercera Práctica.

Producto	Gelatina Royal
Peso del Producto	225g
Tolerancia	±15
Velocidad	25m/min.
Cantidad de Producto	25
Lote	1
Aceptadas	23
Rechazadas	1
Metal	1
Total Primer Lote	25
Lote	2
Aceptadas	23
Rechazadas	1
Metal	1
Total Segundo Lote	25
Total de Lotes	50
Productos de Lote 1 + Lote 2	50

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 4 empleando como producto Harina de Trigo YA de 225g realizando el sistema de detección de metal en el producto. Es necesario recalcar que a una funda intencionalmente por efectos de práctica se le quitó peso y a otra funda se le puso una muestra de metal

ferroso de 10mm ya que todas las fundas estaban dentro de especificaciones y cumplían a perfección dichas normas.

4.1.4 Práctica # 4 Sistema de Pesaje por Peso – Tolerancia y Velocidades.

4.1.4.1 Introducción:

Esta práctica es la más completa del prototipo construido y programado para su respectiva función ya que encierra las 4 practicas anteriores que tienen las siguientes variables que son: Peso, Tolerancia, Velocidad, Velocidad 2, Detección de Metales.

Objetivos:

- Paso de 500 fundas de Leche en Polvo la Vaquita por las bandas transportadoras.
- Con el programa que trabaja la balanza comparar el valor que obtenemos del sistema de pesaje con el que viene marcado en el producto, sacando con esto sus márgenes de tolerancia.
- Observar que en el sistema de pesaje dinámico los valores del producto asignado tenderán a variar debido al nivel de velocidad con el que pase el producto, teniendo en cuenta que la quinta practica cuenta con una segunda opción de cambio de velocidad.

Desarrollo:

Tabla 22

Tabla de Datos del Quinto Producto.

Producto	Leche en Polvo la Vaquita
Peso del Producto	450g
Tolerancia	±25
Velocidad	15m/min.
Velocidad 2	25m/min.
Cantidad de Producto	25

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 5 empleando como producto Leche en polvo la Vaquita de 450g realizando su sistema por Peso, Tolerancia y Velocidad.

Pasos para enviar dato de **PESO** por serial:

- Presionar el botón **1**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX peso de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para enviar dato de **TOLERANCIA** por serial:

- Presionar el botón **2**, lo cual enviará por serial el dígito “2”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX TOLERANCIA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para enviar dato de **VELOCIDAD** por serial:

- Presionar el botón **3**, lo cual enviará por serial el dígito “3”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en los **LABELS PARA EL INGRESO DE DATOS**.
- Presionar el botón TX VELOCIDAD de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.

Pasos para recibir datos por serial:

- Presionar el botón **4**, lo cual enviará por serial el dígito “4”.
- Presionar el botón CONSULTA de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en pantalla los valores recibidos por serial.

- Para continuar con la práctica y enviar datos por serial, presionar el botón **REGRESAR** de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.

Pasos para enviar datos por serial (cambiar la velocidad 2):

- Presionar el botón **VELOCIDAD**, de los **BOTONES PARA RECIBIR DATOS SERIALES Y REGRESAR A LA PRÁCTICA**, lo cual enviará por serial el dígito “1”.
- Escribir un dato del 0 al 999 en **BOTÓN PARA ENVIAR DATO DE VELOCIDAD 2 POR SERIAL**.
- Presionar el botón **CONSULTA** de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Presionar el botón **TX VELOCIDAD 2** de los **BOTONES PARA EL ENVÍO DE DATOS POR SERIAL**.
- Visualizar en el display el dato enviado por serial.
- Para continuar con el resto de prácticas es necesario ir donde se encuentran el resto de pestañas en la parte superior y seleccionar la pestaña **INICIO** lo cual enviará por serial el digito 5, luego de esto el usuario podrá proceder al resto de prácticas.

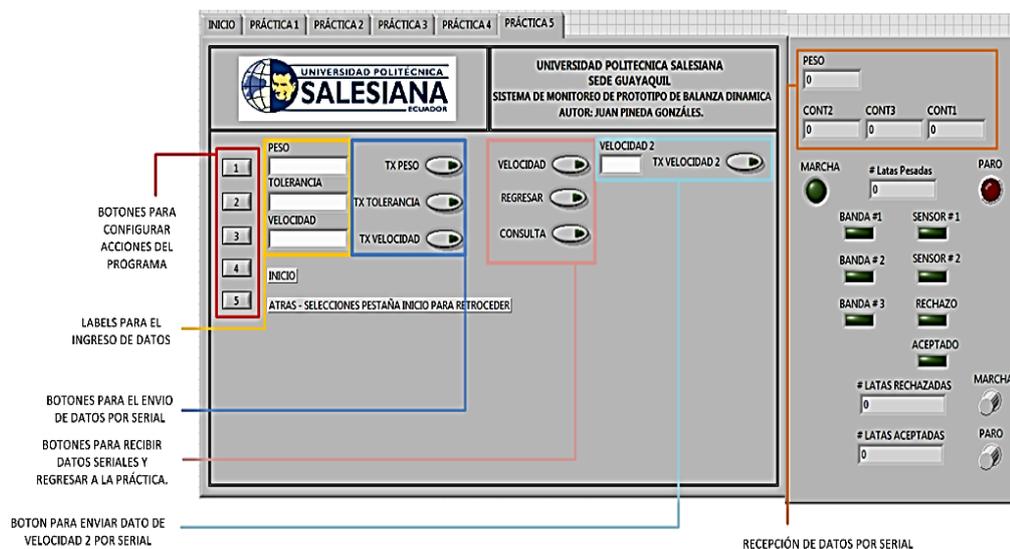


Figura 4. 5 Pestaña - Práctica # 4.

Tabla 23

Tabla de Resultados de la Quinta Práctica.

Producto	Leche en Polvo la Vaquita
Peso del Producto	450g
Tolerancia	±25
Velocidad	15m/min.
Velocidad 2	25m/min.
Cantidad de Producto	25
Aceptadas	25
Rechazadas	0
Metal	0
Total	25

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 5 empleando como producto Leche en polvo la Vaquita de 450g realizando su sistema por Peso, Tolerancia y Velocidad.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO

Tabla 24

Resultados - Práctica # 1.

Producto	Azúcar San Carlos
Peso del Producto	280g
Tolerancia	±10
Velocidad	10m/min.
Cantidad de Producto	25
Aceptadas	22
Rechazadas	2
Metal	1
Total	25

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 1 empleando como producto Azúcar San Carlos de 280g. Es necesario recalcar que a dos fundas intencionalmente se le sumó peso y a otra funda se le puso una muestra de metal ferroso de 10mm ya que todas las fundas estaban dentro de especificaciones y cumplían a perfección dichas normas.

Tabla 25

Resultados - Práctica # 2.

Producto	Avena Quaker
Peso del Producto	500g
Tolerancia	±20
Velocidad	20m/min.
Cantidad de Producto	25
Aceptadas	23
Rechazadas	1
Metal	1
Total	25

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 2 empleando como producto Avena Quaker de 500g. Es necesario recalcar que a una funda intencionalmente se le quitó peso y a otra funda se le puso una muestra de metal ferroso de 10mm ya que todas las fundas estaban dentro de especificaciones y cumplían a perfección dichas normas.

Tabla 26

Resultados - Práctica # 3.

Producto	Gelatina Royal
Peso del Producto	225g
Tolerancia	±15
Velocidad	25m/min.
Cantidad de Producto	25
Lote	1
Aceptadas	23
Rechazadas	1
Metal	1
Total Primer Lote	25
Lote	2
Aceptadas	23
Rechazadas	1
Metal	1
Total Segundo Lote	25
Total de Lotes	50
Productos de Lote 1 + Lote 2	50

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 4 empleando como producto Harina de Trigo YA de 225g realizando el sistema de detección de metal en el producto. Es necesario recalcar que a una funda intencionalmente por efectos de práctica se le quitó peso y a otra funda se le puso una muestra de metal ferroso de 10mm ya que todas las fundas estaban dentro de especificaciones y cumplían a perfección dichas normas.

Tabla 27

Resultados - Práctica # 4.

Producto	Leche en Polvo la Vaquita
Peso del Producto	450g
Tolerancia	±25
Velocidad	15m/min.
Velocidad 2	25m/min.
Cantidad de Producto	25
Aceptadas	25
Rechazadas	0
Metal	0
Total	25

Nota: Tabla de valores obtenidos de la práctica # 5 empleando como producto Leche en polvo la Vaquita de 450g realizando su sistema por Peso, Tolerancia y Velocidad.

CONCLUSIONES.

La seguridad alimentaria en los productos de consumo humano es muy importante para todos nosotros. Un producto sin el peso real especificado en su etiqueta, contaminado con cuerpos extraños ya sean físicos químicos o biológicos puede ser fatal para el consumidor e impactaría negativamente en la imagen de la compañía. Desafortunadamente, por falta de entendimiento o conocimientos aquellos que no pensaron en proveer a sus clientes productos seguros saludables y de calidad, han violado sin querer las reglas de seguridad alimentarias y como consecuencia han sido enjuiciados por las agencias reguladoras. Aunque también es digno de felicitar a compañías que tienen estrictos programas de aseguramiento de la calidad tratando de entregar al mercado los mejores productos en todo el sentido de la palabra.

Este prototipo pesaje dinámico es una buena opción para asegurar el control de calidad de un producto alimenticio empacado o enfundado en peso de acuerdo a la norma local NTE INEN 0483, mediante el cual podemos verificar el peso correcto del 100% de nuestros productos y rechazar los que están fuera de especificaciones antes de que estos salgan a la venta. Adicionalmente podemos alertar de un producto contaminado con elementos ferromagnéticos procedentes de las maquinarias de fabricación como tornillos, soldaduras, alambres o herramientas que están presentes en la fabricación y que por cualquier razón pueden mezclarse o contaminar los productos alimentarios

El prototipo puede ser de mucho apoyo tanto para la industria como a los estudiantes interesados en un buen control de calidad de sus productos alimenticios logrando así mejorar la calidad e imagen de una persona o empresa.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda no verificar metales en productos alimenticios enlatados o envasados con envoltura de papel aluminio. En todo caso se debe verificar la posibilidad existente de metales antes de que los alimentos vayan a ser enlatados.

Se recomienda que se verifique antes que el detector de metales empiece su funcionamiento que no esté en un lugar expuesto a vibraciones, cerca de metales demasiado grandes cerca a la bobina, electroestática, campos electromagnéticos o variaciones de temperatura superiores a los 2°C/h ya que estos factores afectan el funcionamiento en la detección de metales del equipo.

Es indispensable caracterizar el producto antes iniciar a verificar los metales en el equipo, y se puede caracterizar el producto con muestras contaminadas y puras para asegurarnos que el detector está funcionando. Se recomienda hacer la caracterización del detector de metales regulando su sensibilidad.

Se recomienda que en el prototipo no se verifique productos con pesos netos mayores a los 900g ya que puede dañar las celdas de carga, o romper alguna correa de las bandas transportadoras, por su exagerada tensión que tendrían para arrastrar pesos mayores a los 900g sobre las bandas. Así mismo antes de empezar el chequeo de un lote de productos, se debe verificar la balanza con un peso patrón.

CRONOGRAMA

Actividad	Octubre 2014			Noviembre 2014			Diciembre 2014			Enero 2015			Febrero 2015			Marzo 2015		
Investigación sobre balanzas dinámicas																		
Investigación sobre sensores de peso, bandas transportadoras y transmisores de peso.																		
Selección de dispositivos electrónicos a usar																		
Diseño de la estructura del modulo																		
Compra de materiales y sensores																		
Desarrollo de control con el PIC 16F877A																		
Construcción de la estructura del modulo																		
Colocación de sensores y dispositivos en la estructura Y Cableado																		

PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	TOTAL \$
Sensor de peso de alta precisión	2	\$ 460,0	\$ 920,0
PIC 16F874A	1	\$ 9,0	\$ 9,0
Caja suma de peso	1	\$ 420,0	\$ 420,0
Transmisor de peso CARDINAL 201	1	\$ 650,0	\$ 650,0
Construcción de la estructura del módulo didáctico para balanza dinámica	1	\$ 2.600,0	\$ 2.600,0
Construcción de bandas para balanza	3	\$ 300,0	\$ 900,0
Construcción de banda para detector de metales	1	\$ 310,0	\$ 310,0
Construcción de estructura para detector de metales	1	\$ 250,0	\$ 250,0
Detector de metales marca PRISMA	1	\$ 2.200,0	\$ 2.200,0
Tarjeta para adquisición de datos en labVIEW NI MyDaq	1	\$ 360,0	\$ 360,0
Pantalla LCD y teclado matricial	1	\$ 25,0	\$ 25,0
Motor de 24V DC 4,5 A.	4	\$ 250,0	\$ 1.000,0
Pintura sintética Plateado 1 Galón	1	\$ 12,0	
Cajas de acero para recepción de material	1	\$ 120,0	\$ 120,0
Impresiones	1	\$ 120,0	\$ 120,0
TOTAL DE PRESUPUESTO			\$ 9.164,0

ABREVIATURAS.

BPM	Siglas en español para buenas prácticas de manufactura.
BPF	Siglas en español para buenas prácticas de fabricación.
ETA	Enfermedades transmitidas por alimentos.
FDA	Siglas en inglés para Estados Unidos Food and Drug Administration Administración para los alimentos y drogas de los Estados Unidos.
HACCP	Siglas en Inglés para Hazard Analysis and Critical Control Points Análisis de Peligro y Puntos Críticos de Control
INEN	Siglas en español del Instituto Ecuatoriano de Normalización
OMS	Siglas en español de la Organización Mundial de la Salud
OPS	Siglas en español de la Organización Panamericana de la Salud
HHEB	Siglas en inglés para Health Hazard Evaluation Board, cuadro de evaluación de peligros a la salud.
LabVIEW	Siglas en inglés para Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench, Laboratorio Virtual de Instrumentacion Ingeniería Workbench.
ISO	Siglas en inglés para International Organization for Standardization Organización Internacional de Normalización.
VIM	Siglas en español para Vocabulario Internacional de Metrología.

BIBLIOGRAFÍA

- Acedo Sánchez, J. (2006). *Instrumentacion y Control Avanzado de Procesos*. Madrid: Ediciones Días de Santos, S.A.
- Artero, Ó. T. (2013). *ARDUINO curso practico de Información*. Madrid, España: ALFAOMEGA.
- Cardinal Scale . (2012). Catálogo Cardinal. *201 Weight Transmitter*, 3.
- Carretero, A., Ferrero , J., & Sánchez, J. (2004). *Electronica General*. Madrid: Editex.
- Castillo Silos, M. (2009). *Control automático con un microcontrolador PIC 16F877A*. España: M. Castillo Silos.
- Cembranos Nistal, F. J. (2008). *Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos*. Madrid: Paraninfo.
- Creus Solé, A. (1997). *Instrumentación Industrial, 6ta Edición*. Barcelona: Marcombo, S.A.
- Decreto ejecutivo. (2002). Reglamento de Buenas practicas para alimentos. *Decreto Ejecutivo 3253, registro Oficial 696*, (pág. 26). Quito.
- Entorno de Labview. (2014). *National Instruments*. Obtenido de <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>
- Ferreira Pereira, S. A., & Manjarres Rivas, D. A. (Julio de 2009). *Control de una Banda Transportadora por medio de un Variador de Velocidad*. Obtenido de <http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/540>
- Gallego, J., & Folgado, L. (s.f.). *Montaje y Mantenimiento de Equipos*. Madrid: Editex.
- Garcia Fajardo , I. (2011). *Alimentos seguros*. Madrid: Ediciones Dias de Santos, S.A.
- Gómez, L. G. (2007). *Neumatica Basica* (1ra. Edicion ed.). Medellin, Colombia : Textos Academicos.

- González Castillo, A. (21 de Abril de 2011). *National Instruments*. Obtenido de <https://decibel.ni.com/content/servlet/JiveServlet/previewBody/15831-102-2-28162/MyDAQ%20MANUAL%20EN%20ESPA%C3%91OL.pdf>
- González Castellanos, E. (2010). *LA COMPUTADORA PERSONAL y sus conceptos básicos*. Puerto Rico : Credits Editoriales.
- Guillén Salvador, A. (1993). *Introduccion a la neumática*. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.
- GWT SARTORIUS. (2001). Load cell application manual. *Marketing information*, 80.
- HMB. (2003). Strain Gauges. *Absolute precision from HBM*, 39.
- INEN. (1980). *NTE INEN 0483*. QUITO.
- Leuse Electronic. (2013). Sensores de Conmutacion . *Presentacion de productos Leuse electronic*, 22.
- Mandado Pérez, E., Menéndez Fuertes, L., Fernández Ferreira, L., & López Matos, E. (2007). *Microcontroladores PIC*. Barcelona: Marcombo.
- Mettler Toledo. (1996). Detección de metales . *Reduccion de la contaminacion por metales.*, 9.
- Millan Teja, S. (1995). *Automatización neumática y electroneumática*. Madrid: Marcombo.
- Millán Teja, S. (1995). *Automatización Neumática y Electroneumática*. Barcelona: Marcombo.
- OPS/OMS. (Noviembre de 2003). *CODEX ALIMENTARIOS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA*. La Paz (Bolivia): Sistemas Graficos Color.
- Perez Conde, C. (1996). *Sensores Opticos*. Valencia: Arts. Gráficas Soler.
- Reyes, C. (2006). *Microcontroladores Pic programacion en basic*. Quito, Ecuador: RISPERGRAF.
- Reyes, C. A. (2008). *Microcontroladores Programación en BASIC 3ra. Edición*. Quito: Rispergraf.

- Rodríguez Saucedo, L. A. (2014). *Metrologia Conceptos y definiciones de la Universidad Javeriana*. Cali.
- Salvador, A. G. (1993). *Introducción a la neumática*. Barcelona (España): MARCOMBO S.A.
- Sartorius Intec. (2009). Detectores de metales. *Process weighing y control*, 42.
- Torrente Artero, O. (2013). *ARDUINO curso práctico de Formación*. Madrid, España: RC Libros.
- VIM Vocabulario Internacional de metrologia . (2012). *Conceptos Internacionales de Metrologia* . Espana.

WEBGRAFÍA

Entorno de Labview. (2014). *National Instruments*. Obtenido de <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

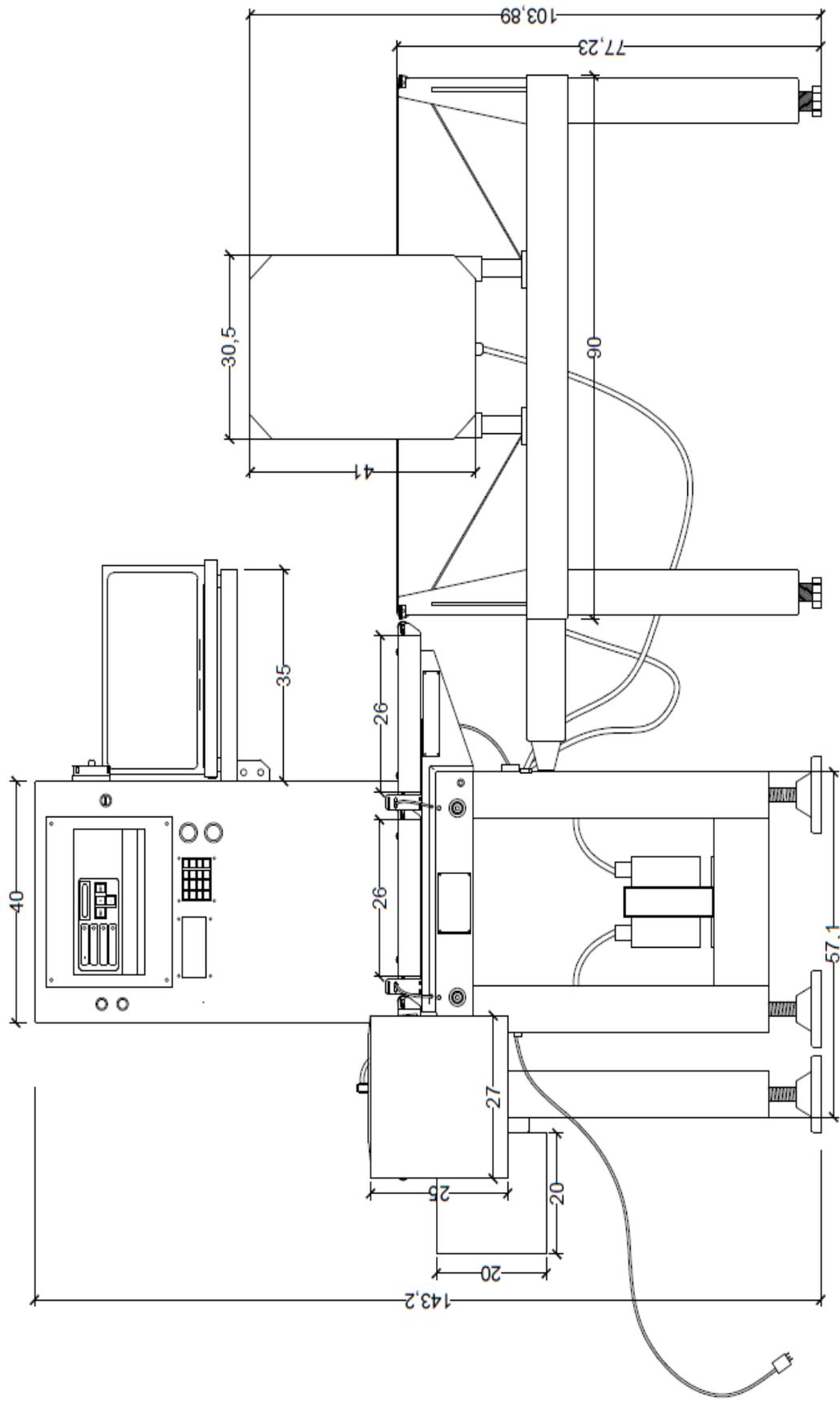
González Castillo, A. (21 de Abril de 2011). *National Instruments*. Obtenido de <https://decibel.ni.com/content/servlet/JiveServlet/previewBody/15831-102-2-28162/MyDAQ%20MANUAL%20EN%20ESPA%C3%91OL.pdf>

National Instrumets. (16 de Febrero de 2012). Obtenido de <http://www.ni.com/whitepaper/3643/es/>

ANEXO A

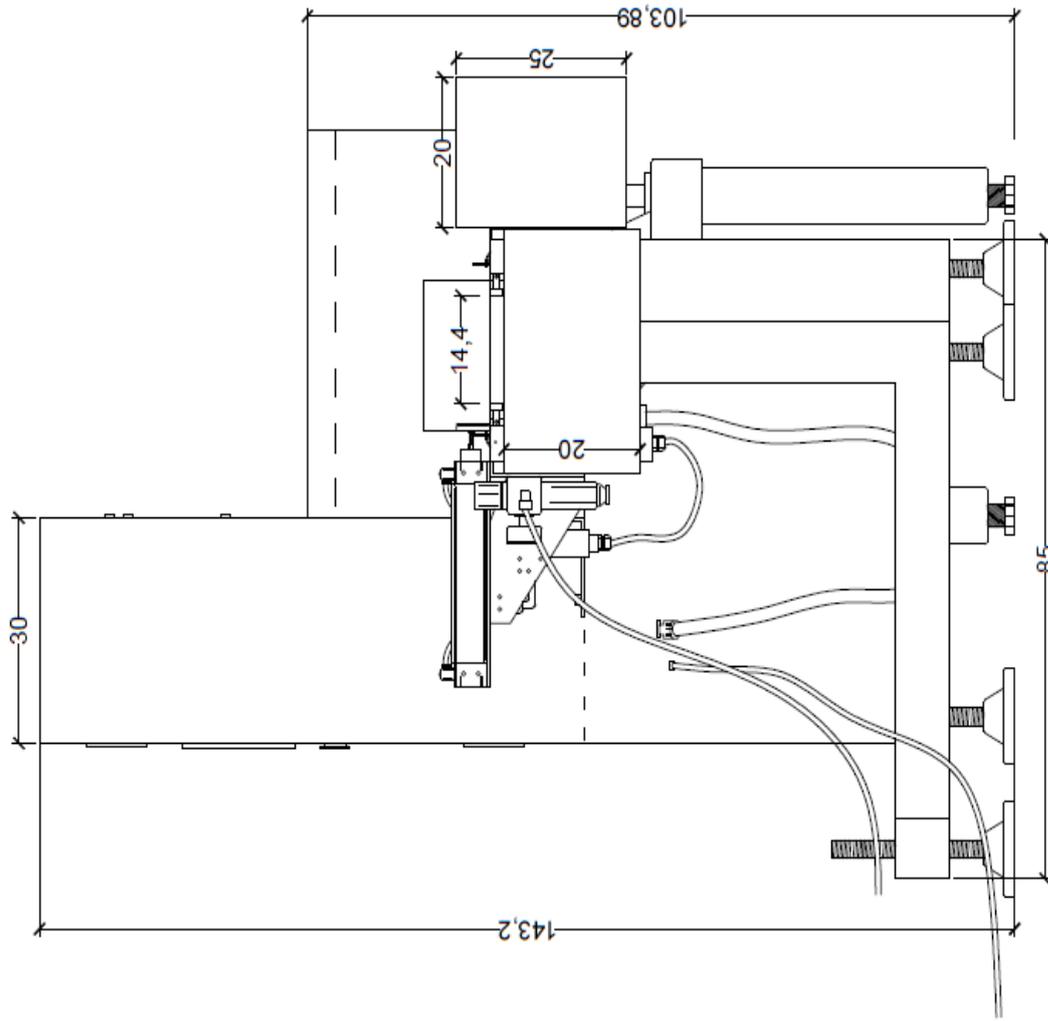
DIAGRAMAS EN AUTOCAD DEL PROTOTIPO

VISTA FRONTAL



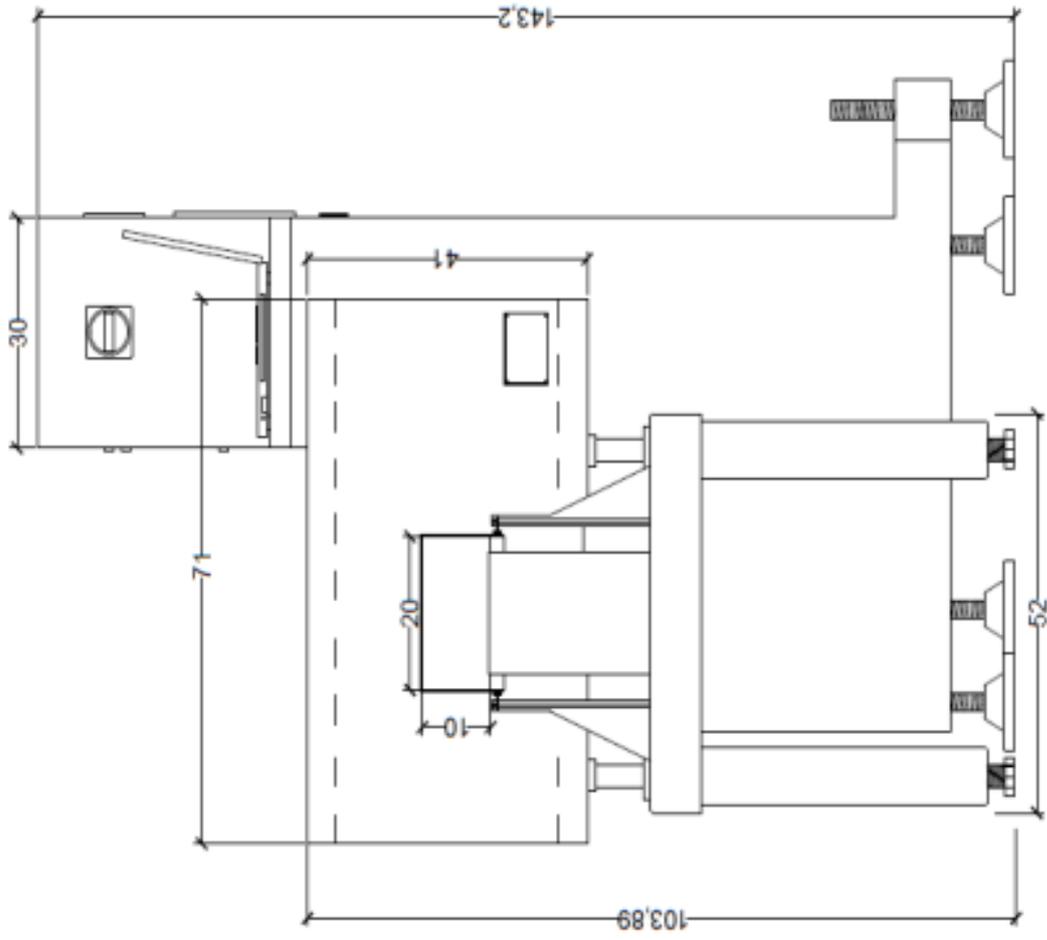
Diseño	JUAN PEDRO PINEDA GONZÁLEZ	Tema	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE BALANZA DINAMICA PARA CONTROL DE PESO EN BANDAS TRANSPORTADORAS UTILIZANDO INSTRUMENTACION VIRTUAL (LABVIEW) Y PIC.	
Tutor	Ing. LUIS NEIRA	Lamina	Escala	1 / 3
Revisión	Ing: LUIS NEIRA	Escala		1 : 10
Fecha	Febrero 2015			

VISTA LATERAL IZQUIERDA



Diseño	JUAN PEDRO PINEDA GONZÁLEZ	Tema	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE BALANZA DINAMICA PARA CONTROL DE PESO EN BANDAS TRANSPORTADORAS UTILIZANDO INSTRUMENTACION VIRTUAL (LABVIEW) Y PIC.	
Tutor	Ing. LUIS NEIRA	Lamina	3 / 3	Escala
Revisión	Ing: LUIS NEIRA	Escala	1 : 10	
Fecha	Febrero 2015			

VISTA LATERAL DERECHA



Diseño	JUAN PEDRO PINEDA GONZÁLEZ	Tema	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE BALANZA DINAMICA PARA CONTROL DE PESO EN BANDAS TRANSPORTADORAS UTILIZANDO INSTRUMENTACION VIRTUAL (LABVIEW) Y PIC.	
Tutor	Ing. LUIS NEIRA	Lamina	2 / 3	
Revisión	Ing. LUIS NEIRA	Escala	1 : 10	
Fecha	Febrero 2015			

ANEXO B

PROGRAMA DEL PIC 16F877A PARA EL PROTOTIPO EN MICROCODE

```

'*****
'* Name   : UNTITLED.BAS
'* Author : [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
'* Notice : Copyright (c) 2015 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
'*       : All Rights Reserved
'* Date   : 13/03/2015
'* Version : 1.0
'* Notes  :
'*       :
'*****
DEFINE OSC 4
INCLUDE "modedefs.bas"
'-----CONFIGURACION LCD-----
DEFINE LCD_DREG PORTB
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_EREG PORTB
DEFINE LCD_EBIT 0
DEFINE LCD_RSREG PORTB
DEFINE LCD_RSBIT 1
DEFINE LCD_RWREG PORTB
DEFINE LCD_RWBIT 2
'-----CONFIGURACION PWM-----
DEFINE CCP1_REG PORTC 'Hpwm 1 pin port
DEFINE CCP1_BIT 2 'Hpwm 1 pin bit
DEFINE CCP2_REG PORTC 'Hpwm 2 pin port
DEFINE CCP2_BIT 1 'Hpwm 2 pin bit
'-----CONFIGURACION PUERTO-----
TRISA=%00000000
TRISE=0
ADCON1=%00000111
PORTA=0
PORTE=0
'-----
' Variantes Teclado
UNO VAR PORTD.1
DOS VAR PORTD.2
TRES VAR PORTD.3
CUATRO VAR PORTD.0
A VAR PORTD.4
B VAR PORTD.5
C VAR PORTD.6
D VAR PORTD.7
'-----
' Variantes Relay
RELE1 VAR PORTA.0
RELE2 VAR PORTA.1
RELE3 VAR PORTA.2
RELE5 VAR PORTA.3
'-----
' Variantes

PISTON var porte.0
DECT VAR PORTE.2

SENSOR_A var portc.3
SENSOR_B var portc.4
DETECCION var portc.5

'-----
' Variantes Serial
TX_B var portc.6
RX_B var portc.7
RX_A VAR PORTC.0
'-----

```

```

TECLA VAR BYTE
velocidad var WORD
gramos VAR word
peso var WORD
'peso1 var word
peso2 var word
tolerancia var WORD
gramosme var word
gramosma var word
metal var byte
velocidad1 var byte
seleccion var byte
CONT1 VAR BYTE
CONT2 VAR BYTE
CONT3 VAR BYTE
SEL VAR BIT
DAT VAR word[4]
DATO VAR word
X VAR BYTE
y var byte
carrie var byte
PRODUCTO VAR BYTE
ACK VAR BYTE
TIME VAR byte
TIME2 VAR WORD
datos var byte [8]
MOSTRAR VAR BYTE

```

```

TIME=0
carrie=0
y=0
DAT[0]=0:DAT[1]=0:DAT[2]=0:DAT[3]=0:DAT[4]=0
X=0
CONT1=0
CONT2=0
CONT3=0
SENSOR_A=0
SENSOR_B=0
metal=0
gramosme=0
gramosma=0
velocidad=0
gramos=0
peso=0
peso2=0
ACK=0

```

```

HIGH rele1:HIGH rele2:HIGH rele3:HIGH RELES

```

```

low piston
pause 200
high piston

```

```

READ 5,ACK

```

```

IF ACK==0 THEN
  PAUSE 100
  EEPROM 0,[0,0,0,0,0,0,0]
ENDIF

```

```

READ 0,PESO
READ 2,PRODUCTO
READ 3,VELOCIDAD
READ 4,TOLERANCIA

```

```

WRITE 5,1

FOR X=0 TO 8
DATOS[X]=0
NEXT X

option_reg=%1010110
intcon=%10100000
on interrupt goto detecciones

'-----PANTALLA INICIAL-----
LCDOUT $FE,1
lcdout $fe,$83,"UNIVERSIDAD"
lcdout $fe,$C3,"POLITECNICA"
lcdout $fe,$94,"SALESIANA"
LCDOUT $FE,$D7,"2015"
PAUSE 2000
LCDOUT $FE,1
lcdout $fe,$81,"PROTOTIPO DE"
lcdout $fe,$C0,"BALANZA DINAMICA"
lcdout $fe,$94,"DE PESO"
LCDOUT $FE,$D1,"POR:JUAN PINEDA"
PAUSE 5000
'-----MENU DE SELECCION-----
INICIO:
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$80,"PRESIONE"
LCDOUT $FE,$C0,"1 -MANUAL"
LCDOUT $FE,$90,"2 -AUTOMATICO"
LCDOUT $FE,$d0,"3 -TEST BALANZA"
IN:
GOSUB TECLADO
GOSUB PTECLA
IF (TECLA==0)|| (TECLA>3) THEN GOTO IN
IF TECLA==1 THEN LCDOUT $FE,1,"MODO MANUAL":pause 1000:SEL=0:GOTO
PRACTICAS
IF TECLA==2 THEN LCDOUT $FE,1,"MODO AUTOMATICO":pause 1000:SEL=1:GOTO
PRACTICAS
IF TECLA==3 THEN LCDOUT $FE,1,"TEST BALANZA":pause 1000:GOTO TEST
GOTO INICIO
'-----MENU DE PRACTICAS-----
PRACTICAS:
lcdout $fe,$80,"1.- P1 2.-P2"
lcdout $fe,$C0,"3.- P3 4.-P4"
lcdout $fe,$90,"5.- ATRAS"
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF (TECLA>5)|| (TECLA==0) THEN GOTO PRACTICAS
IF SEL==1 THEN serin rx_b,T9600,#SELECCION
carrie=seleccion
IF SELECCION==1 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB PRACTICA1
IF SELECCION==2 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB PRACTICA2
IF SELECCION==3 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB PRACTICA3
IF SELECCION==4 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO menu
;IF SELECCION==5 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB MENU
IF SELECCION==5 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO INICIO
GOTO PRACTICAS
'-----TEST-----
TEST:
gosub comunicacion
lcdout $fe,$1,"PESO:"
lcdout $fe,$c0,dec peso," g"
LCDOUT $FE,$D0,"1.- ATRAS "
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA

```

```

IF (TECLA>1)|| (TECLA==0) THEN GOTO test
IF SEL==1 THEN serin rx_b,T9600,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO inicio
GOTO TEST
'-----MENU PRACTICA 1-----
PRACTICA1:
VELOCIDAD=080
GOSUB CONVERSION
CARRIE=1
cont1=0
cont2=0
cont3=0
HIGH rele1
HIGH rele2
HIGH rele3
HIGH RELE5
lcdout $fe,$80,"1.- PESO PRODUCTO"
lcdout $fe,$C0,"2.- TOLERANCIA"
LCDOUT $FE,$90,"3.- INICIAR   "
LCDOUT $FE,$D0,"4.- ATRAS    "
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF (TECLA>4)|| (TECLA==0) THEN GOTO PRACTICA1
IF SEL==1 THEN serin rx_b,T9600,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB CPESO
IF SELECCION==2 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB CTOLERANCIA
IF SELECCION==3 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO ARRANQUE1
IF SELECCION==4 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO PRACTICAS
GOTO PRACTICA1
'-----MENU PRACTICA 2-----
PRACTICA2:
CARRIE=2
cont1=0
cont2=0
cont3=0
HIGH rele1
HIGH rele2
HIGH rele3
HIGH RELE5
GRAMOS=170
TOLERANCIA=10
lcdout $fe,$80,"1.- VEL. BANDAS"
LCDOUT $FE,$C0,"2.- INICIO   "
LCDOUT $FE,$90,"3.- ATRAS    "
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF (TECLA>3)|| (TECLA==0) THEN GOTO PRACTICA2
IF SEL==1 THEN serin rx_b,T9600,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB CVELOCIDAD
IF SELECCION==2 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO ARRANQUE2
IF SELECCION==3 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO PRACTICAS
GOTO PRACTICA2
'-----MENU PRACTICA 3-----
PRACTICA3:
VELOCIDAD=080
GOSUB CONVERSION
CARRIE=3
cont1=0
cont2=0
cont3=0
HIGH rele1
HIGH rele2
HIGH rele3
HIGH RELE5
GRAMOS=170
TOLERANCIA=10

```

```

lcdout $fe,$80,"1.- #PRODUCTO"
LCDOUT $FE,$C0,"2.- INICIO"
LCDOUT $FE,$90,"3.- ATRAS"
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF (TECLA>3)||((TECLA==0) THEN GOTO PRACTICA3
IF SEL==1 THEN serin rx_b,T9600,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB CPRODUCTO
IF SELECCION==2 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO ARRANQUE3
IF SELECCION==3 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO PRACTICAS
GOTO PRACTICA3
'-----MENU PRACTICA 4-----
PRACTICA4:
GOTO PRACTICA4
'-----MENU PRACTICA 5-----
MENU:
CARRIE=5
cont1=0
cont2=0
cont3=0
HIGH rele1
HIGH rele2
HIGH rele3
HIGH RELE5
lcdout $fe,$80,"1.PESO PRODUCTO"
lcdout $fe,$C0,"2.TOLERANCIA"
lcdout $fe,$90,"3.VEL. BANDAS"
LCDOUT $FE,$D0,"4.INICIO 5.ATRAS      "
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF (TECLA>5)||((TECLA==0) THEN GOTO MENU
IF SEL==1 THEN serin rx_b,T9600,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB CPESO
IF SELECCION==2 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB CTOLERANCIA
IF SELECCION==3 THEN LCDOUT $FE,1:GOSUB CVELOCIDAD
IF SELECCION==4 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO ARRANQUE
IF SELECCION==5 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO PRACTICAS
GOTO MENU

'-----ARRANQUE DE PRACTICA 5-----
ARRANQUE:
GOSUB ADCOUT
LCDOUT $FE,1
low rele1
LOW rele2
LOW rele3
LOW RELE5
Inicio1:
LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso," g"
LCDOUT $fe,$C0,"1.VARIAR VELOCIDAD"
LCDOUT $FE,$90,"2.CONSULTA"
LCDOUT $FE,$D0,"3.SALIR"
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF TECLA==16 THEN INICIO2
IF (TECLA>3)||((TECLA==0) THEN GOTO INICIO1
IF SEL==1 THEN SERIN RX_B,T9600,500,INICIO2,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN GOSUB CVELOCIDAD
IF SELECCION==2 THEN GOSUB CONSULTA
IF SELECCION==3 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO MENU

GOSUB ADCOUT

INICIO2:
gramosme=gramos-tolerancia
gramosma=gramos+tolerancia

```

```

if sensor_a==1 then
PAUSE time
peso2=0
FOR X=0 TO 5
gosub comunicacion
pause 5
if (peso>peso2)then
    peso2=peso
else
    peso2=peso2
endif
next
peso=peso2

IF (PESO<100) THEN
serout tx_b,t9600,["=","0",#pesO]
ELSE
serout tx_b,t9600,["=",#pesO]
ENDIF

    lazo:
    LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso
    if sensor_b==1 then goSUB RECHAZO
    goto lazo

endif
goto inicio1

'-----ARRANQUE DE PRACTICA 1-----

ARRANQUE1:
GOSUB ADCOUT
LCDOUT $FE,1
LOW rele1
LOW rele2
LOW rele3
LOW RELE5
Inicio3:
LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso," g"
LCDOUT $FE,$C0,"1.CONSULTA"
LCDOUT $FE,$90,"2.SALIR"
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF TECLA==16 THEN INICIO4
IF (TECLA>2)|| (TECLA==0) THEN GOTO INICIO3
IF SEL==1 THEN SERIN RX_B,T9600,500,INICIO4,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN GOSUB CONSULTA
IF SELECCION==2 THEN ICDOU $FE,1:GOTO PRACTICA1

GOSUB ADCOUT

INICIO4:
gramosme=gramos-tolerancia
gramosma=gramos+tolerancia

if sensor_a==1 then
PAUSE 150
peso2=0
FOR X=0 TO 5
gosub comunicacion
pause 5
if (peso>peso2)then
    peso2=peso
else

```

```

    peso2=peso2
endif
next
peso=peso2
IF (PESO<100) THEN
serout tx_b,t9600,["=","0",#pesO]
ELSE
serout tx_b,t9600,["=",#pesO]
ENDIF

    lazo1:
    LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso
    if sensor_b==1 then goto RECHAZO
    goto lazo1
endif
goto inicio3

'-----ARRANQUE DE PRACTICA 2-----
ARRANQUE2:
GOSUB ADCOUT
LCDOUT $FE,1
LOW rele1
LOW rele2
LOW rele3
LOW RELE5
Inicio5:
LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso," g"
LCDOUT $FE,$C0,"1.CONSULTA"
LCDOUT $FE,$90,"2.SALIR"
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF TECLA==16 THEN INICIO6
IF (TECLA>2)||((TECLA==0) THEN GOTO INICIO5
IF SEL==1 THEN SERIN RX_B,T9600,500,INICIO6,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN GOSUB CONSULTA
IF SELECCION==2 THEN LCDOUT $FE,1:GOTO PRACTICA2

GOSUB ADCOUT

INICIO6:
gramosme=gramos-tolerancia
gramosma=gramos+tolerancia

if sensor_a==1 then
PAUSE time
peso2=0
FOR X=0 TO 5
gosub comunicacion
pause 5
if (peso>peso2)then
    peso2=peso
else
    peso2=peso2
endif
next
peso=peso2

IF (PESO<100) THEN
serout tx_b,t9600,["=","0",#pesO]
ELSE
serout tx_b,t9600,["=",#pesO]
ENDIF

    lazo2:

```

```

LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso
if sensor_b==1 then goto RECHAZO
goto lazo2
endif

goto inicio5

'-----ARRANQUE DE PRACTICA 3-----
ARRANQUE3:
GOSUB ADCOUT
LCDOUT $FE,1
LOW rELE1
LOW rele2
LOW rele3
LOW RELE5
Inicio7:
LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso," g"
LCDOUT $FE,$C0,"1.CONSULTA"
LCDOUT $FE,$90,"2.SALIR"
IF SEL==0 THEN GOSUB TECLADO :GOSUB PTECLA:SELECCION=TECLA
IF TECLA==16 THEN INICIO8
IF (TECLA>2)|| (TECLA==0) THEN GOTO INICIO7
IF SEL==1 THEN SERIN RX_B,T9600,500,INICIO8,#SELECCION
IF SELECCION==1 THEN GOSUB CONSULTA
IF SELECCION==2 THEN ICDOUT $FE,1:GOTO PRACTICA3

GOSUB ADCOUT

INICIO8:
gramosme=gramos-tolerancia
gramosma=gramos+tolerancia

if sensor_a==1 then
PAUSE 150
peso2=0
FOR X=0 TO 5
gosub comunicacion
pause 5
if (peso>peso2)then
    peso2=peso
else
    peso2=peso2
endif
next
peso=peso2

IF (PESO<100) THEN
serout tx_b,t9600,["=", "0", #pesO]
ELSE
serout tx_b,t9600,["=", #pesO]
ENDIF
    lazo3:
        LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso
        if sensor_b==1 then GOTO RECHAZO
        goto lazo3
    endif
    goto inicio7
'-----SUBRRUTINA DE RECHAZO-----
rechazo:
LCDOUT $FE,$80,"#:",dec CONT2," P:",dec peso
if ((peso<gramosme)or (peso>gramosma)or (metal=1)) then
    CONT1=CONT1+1
    'if (metal=1) then goto detect

```

```

IF (VELOCIDAD<60) THEN PAUSE 1000
IF ((VELOCIDAD>60)AND(VELOCIDAD<100))THEN PAUSE 500
IF ((VELOCIDAD=>100)AND(VELOCIDAD<150))THEN PAUSE 250
  low piston
  pause 250
  high piston
endif
CONT2=CONT2+1
cont3=cont2-cont1
metal=0
LCDOUT $FE,1
IF CARRIE=1 then goto inicio3
IF CARRIE=2 then goto inicio5

IF CARRIE=3 then
  if (cont2>=producto) then lcdout $fe,1:goto practica3
  goto inicio7
endif
;IF CARRIE=4 then goto inicio9
IF CARRIE=5 then goto inicio1
return

```

```

'-----SUBRRUTINA DE ENVIO DATOS AL PC-----
CONSULTA:
LCDOUT $FE,1,"ENVIANDO DATOS"
CONT3=CONT2-CONT1
serout tx_b,T9600,["/",#cont2]
PAUSE 50
serout tx_b,T9600,["+",#cont3]
PAUSE 50
serout tx_b,T9600,["*"#CONT1]
PAUSE 50
LCDOUT $FE,1
RETURN

```

```

'-----SUBRRUTINA DE PWM PARA DRIVERS MOTORES-----
ADCOUT:
HPWM 1,velocidad,1000
HPWM 2,velocidad1,1000
RETURN

```

```

'-----SUBRRUTINA DE INGRESO DE PESO-----
CPESO:

LCDOUT $FE,1,"PESO PRODUCTO(g):"
lcdout $FE,$D2,"RANGO: 0-999 g"
if sel==0 then gosub ingreso:gramos=dato
if sel=1 then serin rx_b,T9600,#gramos
'---
IF GRAMOS>999 THEN lcdout $FE,1,"FUERA RANGO":PAUSE 2000:GOTO CPESO

WRITE 0,GRAMOS

lcdout $FE,$C0,#GRAMOS," "
PAUSE 1000
LCDOUT $FE,1

RETURN

```

```

'-----SUBRRUTINA DE INGRESO DE NUMERO DE PRODUCTO-----

```

CPRODUCTO:

LCDOUT \$FE,1,"NUMERO DE PRODUCTO:"

lcdout \$FE,\$D0,"RANGO:0-100 und."

if sel==0 then gosub ingreso:PRODUCTO=dato

if sel==1 then serin rx_b,T9600,#PRODUCTO

'---

IF PRODUCTO>100 THEN lcdout \$FE,1,"FUERA RANGO":PAUSE 2000:GOTO CPRODUCTO

WRITE 2,PRODUCTO

lcdout \$FE,\$C0,#PRODUCTO," unidades"

PAUSE 1000

LCDOUT \$FE,1

RETURN

'-----SUBRRUTINA DE INGRESO DE VELOCIDAD-----

CVELOCIDAD:

lcdout \$FE,1,"VELOCIDAD:"

lcdout \$FE,\$D0,"RANGO:10-25 M/m"

if sel==0 then gosub ingreso:VELOCIDAD=dato

if sel==1 then serin rx_b,T9600,#VELOCIDAD

'---

IF (VELOCIDAD<10)OR(VELOCIDAD>25) THEN lcdout \$FE,1,"FUERA RANGO":PAUSE 1000:GOTO CVELOCIDAD

IF VELOCIDAD=10 THEN

VELOCIDAD=50

MOSTRAR=10

endif

IF VELOCIDAD=11 THEN

VELOCIDAD=52

MOSTRAR=11

endif

IF VELOCIDAD=12 THEN

VELOCIDAD=54

MOSTRAR=12

endif

IF VELOCIDAD=13 THEN

VELOCIDAD=56

MOSTRAR=13

endif

IF VELOCIDAD=14 THEN

VELOCIDAD=58

MOSTRAR=14

endif

IF VELOCIDAD=15 THEN

VELOCIDAD=60

MOSTRAR=15

endif

IF VELOCIDAD=16 THEN

VELOCIDAD=64

MOSTRAR=16

endif

IF VELOCIDAD=17 THEN

VELOCIDAD=68

MOSTRAR=17

endif

IF VELOCIDAD=18 THEN

VELOCIDAD=72

MOSTRAR=18

endif

```

IF VELOCIDAD=19 THEN
VELOCIDAD=76
MOSTRAR=19
endif
IF VELOCIDAD=20 THEN
VELOCIDAD=80
MOSTRAR=20
endif
IF VELOCIDAD=21 THEN
VELOCIDAD=84
MOSTRAR=21
endif
IF VELOCIDAD=22 THEN
VELOCIDAD=88
MOSTRAR=22
endif
IF VELOCIDAD=23 THEN
VELOCIDAD=92
MOSTRAR=23
endif
IF VELOCIDAD=24 THEN
VELOCIDAD=96
MOSTRAR=24
endif
IF VELOCIDAD=25 THEN
VELOCIDAD=100
MOSTRAR=25
endif
'IF VELOCIDAD=30 THEN
'VELOCIDAD=120
'MOSTRAR=30
'endif
'IF VELOCIDAD=35 THEN
'VELOCIDAD=140
'MOSTRAR=35
'endif

```

```

velocidad1=((velocidad-0)*(255-127)/(255-0))+111

```

```

WRITE 3,VELOCIDAD

```

```

lcdout $FE,$C0,#MOSTRAR," M/m"
PAUSE 1000

```

```

IF (VELOCIDAD<50) THEN TIME=150
IF ((VELOCIDAD>50)AND(VELOCIDAD<100))THEN TIME=150
IF ((VELOCIDAD=>100)AND(VELOCIDAD<150))THEN TIME=100

```

```

LCDOUT $FE,1
return
'-----

```

```

CONVERSION:
velocidad1=((velocidad-0)*(255-127)/(255-0))+111
RETURN
'-----

```

```

comunicacion:
serin2 rx_A,84,[str datos\7]
pause 10
IF DATOS[3]<48 THEN DATOS[3]=48

```

```

IF DATOS[4]<48 THEN DATOS[4]=48
IF DATOS[5]<48 THEN DATOS[5]=48
IF DATOS[6]<48 THEN DATOS[6]=48

DATOS[3]=DATOS[3]-48
DATOS[4]=DATOS[4]-48
DATOS[5]=DATOS[5]-48
DATOS[6]=DATOS[6]-48

peso=datos[3]*1000+datos[4]*100+datos[5]*10+datos[6]
return

'-----SUBRRUTINA DE INGRESO DE TOLERANCIA-----
CTOLERANCIA:
lcdout $FE,1,"TOLERANCIA(g):"
lcdout $FE,$D0,"RANGO: 0- 50 g"
if sel=0 then gosub ingreso:TOLERANCIA =dato
if sel=1 then serin rx_b,T9600,#TOLERANCIA
'---
IF TOLERANCIA>50 THEN lcdout $FE,1,"FUERA RANGO":PAUSE 2000:GOTO
CTOLERANCIA

WRITE 4,TOLERANCIA

lcdout $FE,$C0,#TOLERANCIA," g "
PAUSE 1000
LCDOUT $FE,1

return

'-----SUBRRUTINA DE INGRESO DE POR TECLADO-----
INGRESO:
for x=0 to 2
a1:
GOSUB TECLADO
GOSUB PTECLA
if tecla>9 then a1
dat[x]=tecla
LCDOUT $FE,$C0,DEC DAT[0],DEC DAT[1],DEC DAT[2]
PAUSE 200
next
dato=dat[0]*100+dat[1]*10+dat[2]
pause 10

dat[0]=0:dat[1]=0:dat[2]=0:dat[3]=0
return

TECLADO:
LOW A:
IF UNO = 0 THEN   TECLA= 1   : RETURN
IF DOS = 0 THEN   TECLA= 2   : RETURN
IF TRES = 0 THEN  TECLA= 3   : RETURN
IF CUATRO = 0 THEN TECLA= 10  : RETURN

HIGH A: LOW B
IF UNO = 0 THEN   TECLA= 4   : RETURN
IF DOS = 0 THEN   TECLA= 5   : RETURN
IF TRES = 0 THEN  TECLA= 6   : RETURN
IF CUATRO = 0 THEN TECLA= 11  : RETURN

HIGH B: LOW C
IF UNO = 0 THEN   TECLA= 7   : RETURN
IF DOS = 0 THEN   TECLA= 8   : RETURN
IF TRES = 0 THEN  TECLA= 9   : RETURN

```

```
IF CUATRO = 0 THEN TECLA= 12 : RETURN
```

```
HIGH C: LOW D
```

```
IF UNO = 0 THEN TECLA= 13 : RETURN
```

```
IF DOS = 0 THEN TECLA= 0 : RETURN
```

```
IF TRES = 0 THEN TECLA= 14 : RETURN
```

```
IF CUATRO = 0 THEN TECLA= 15 : RETURN
```

```
HIGH D
```

```
TECLA=16
```

```
RETURN
```

```
PTECLA:
```

```
HIGH A: HIGH B: HIGH C: HIGH D
```

```
pause 250
```

```
return
```

```
GOTO INICIO
```

```
disable
```

```
detecciones:
```

```
tmr0=4
```

```
if deteccion=0 then
```

```
    metal=1
```

```
    high dect
```

```
    HIGH RELE1
```

```
else
```

```
    metal=0
```

```
    low dect
```

```
endif
```

```
reset:
```

```
intcon.2=0
```

```
resume
```

```
END
```

ANEXO C

NORMA NTE INEN 0483(1980).

Republic of Ecuador

👉 EDICT OF GOVERNMENT 👈

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.



NTE INEN 0483 (1980) (Spanish): Productos empaquetados o envasados. Error máximo permisible

BLANK PAGE



PROTECTED BY COPYRIGHT

Norma Técnica Ecuatoriana	PRODUCTOS EMPAQUETADOS O ENVASADOS. ERROR MAXIMO PERMISIBLE	INEN 483 1980-10
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el error máximo permisible en la cantidad de un producto empaquetado o envasado para ser vendido en forma individual o en lote.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma es aplicable a productos empaquetados o envasados que son expuestos para la venta y sirven para el consumo o uso de una o varias personas.</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Empaquetar. Es el proceso mediante el cual se cubre el producto con una envoltura, la cual debe llevar una etiqueta adecuada para la venta.</p> <p>3.1.1 <i>Embalar.</i> Es el proceso mediante el cual se cubre el producto con una envoltura, en la cual debe constar la identificación del mismo y la información necesaria para el almacenamiento y transporte.</p> <p>3.2 Envasar. Es el proceso mediante el cual se vierte un producto dentro de un recipiente para su comercialización.</p> <p>3.3 Paquete. Es todo aquello que esta constituido por el producto y la envoltura o envase que lo protege e individualiza.</p> <p>3.4 Paquetes de contenido neto constante. Son paquetes de un mismo producto cuya declaración de contenido neto es igual en todos los paquetes que constituyen un lote.</p> <p>3.5 Paquetes de contenido neto variable. Son paquetes de un mismo producto cuya declaración de contenido neto no es igual en todos los paquetes que constituyen un lote.</p> <p>3.6 Contenido neto. Es la cantidad de producto sin considerar su envoltura o envase.</p> <p>3.7 Error. Es la diferencia que existe entre la cantidad real del producto y el contenido neto declarado en la etiqueta del paquete. Cuando la cantidad real es mayor que la declarada, el error es positivo, y cuando la cantidad real es menor que la declarada, el error es negativo.</p> <p>3.8 Error máximo permisible. Es el error máximo de un paquete, para ser vendido o tomado en cuenta en el control de cantidad.</p>		

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los productos empaquetados o envasados deben cumplir las normas técnicas ecuatorianas expedidas por el INEN, en lo que se refiere a ganancias o pérdidas de humedad.

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

5.1 Paquetes o envases cuya declaración de cantidad neta dada en unidades de masa.

5.1.1 Para paquetes o envases de cantidad neta constante, el error máximo permisible se establece en la Tabla 1 (ver Anexo A) y para su aplicación se tomará en cuenta el tamaño del elemento unitario del producto.

5.1.1.1 El error máximo permisible para productos en estado semi-sólido (pastoso) y productos aerosoles es el correspondiente a productos de granulación extrafina y polvos del Anexo A, Tabla 1.

5.1.2 Para paquetes que contengan un sólo elemento unitario del producto, el error máximo permisible es igual a $\pm 1\%$ del contenido neto declarado.

5.1.3 Para paquetes de cantidad neta variable, el error máximo permisible se establece en la Tabla 2.

TABLA 2. Error máximo permisible para paquetes de cantidad neta variable.

Cantidad declarada		Error máximo permisible
De	Hasta	
	200 g	± 5
201 g	500	10
501	1 000	20
1 001	2 000	30
2 001	5 000	50
más de 5 001		100

5.2 Para paquetes cuya declaración de contenido neto está dada en unidades de longitud, el error máximo permisible se establece en la Tabla 3.

TABLA 3. Error máximo permisible para paquetes cuya declaración de contenido neto está dada en unidades de longitud

Cantidad declarada	Error máximo permisible
Hasta	
0,5 m	± 3 mm
1	5
2	10
5	20
10	30
20	50
50	100
100	200
200	300
500	500
más de 500	1 m

5.3 Para paquetes cuya declaración de contenido neto está dada en unidades de superficie, se tomarán independientemente las dimensiones del producto y para cada longitud se aplicarán los errores máximos permisibles establecidos en la Tabla 3.

5.4 Para paquetes cuya declaración de contenido neto está dada en unidades de volumen, el error máximo permisible se establece en la Tabla 4.

TABLA 4. Error máximo permisible para paquetes cuya declaración de contenido neto está dada en unidades de volumen.

Cantidad declarada	Error máximo permisible
10 cm ³	0,1
20	0,2
30	0,3
50	0,5
100	1
200	2
300	3
500	5
1 dm ³	10
2	20
3	30
5	50
10	100
20	200
30	300
50	500
100	1 dm ³
Más de 100	1

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro}$$

5.5 Para paquetes cuya declaración de contenido neto está dada por el número de elementos unitarios, no se permiten errores en menos, porque la naturaleza del producto así lo requiere.

ANEXO A

TABLA 1. Error máximo permisible para paquetes de cantidad neta constante.

cantidad declarada	productos de granulación extrafina y polvos (nota 1) ± 50 mg	productos de granulación fina	productos de granulación media	Productos de granulación
1 g				
2	50			
3	50			
5	50			
10	100	± 150 mg		
20	200	300		
30	300	450		
50	500	750		
100	1 g	1,5 g	± 2 g	
200	2	3	4	
300	3	4,5	6	
500	5	7,5	10	± 15 g
1 kg	10	15	20	30
2	20	25	30	40
3	30	40	45	50
5	50	60	65	70
10	100	100	100	100
20	200	200	200	200
30	300	300	300	300
más de 50	500	500	500	500

NOTA 1. Tamices según Norma INEN 154.

APENDICE Z**Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma INEN 154. *Tamices de ensayo, Tamaños nominales de las aberturas*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito, 1975.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TITULO: PRODUCTOS EMPAQUETADOS O ENVASADOS. Código:
NTE INEN 483 ERROR MAXIMO PERMISIBLE FD 07.01-401

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISION: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública:

La Dirección General del INEN dispuso la elaboración de esta Norma de fundamental importancia para brindar protección al consumidor ecuatoriano, mediante criterios técnicos que alcancen la equidad en el mercado.

Las bases de estudio de esta Norma han sido Normas Técnicas Internacionales que recogen el estado actual de la ciencia y la técnica, habiendo el INEN realizado un análisis que ha determinado su conveniente aplicación y la posibilidad de ser eficazmente utilizada en el país.

La Norma en referencia no fue sometida a Consulta Pública ni estudiada por Comité Técnico, por ser EMERGENTE y considerarlo así la Dirección General.

Subcomité Técnico:

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación:

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1980-10-16

Oficializada como: OBLIGATORIA
Registro Oficial No. 317 de 1980-11-17

Por Acuerdo Ministerial No. 1354 de 1980-11-11

ANEXO D

**GUÍA DE CUMPLIMIENTO DE LA FDA. CAPITULO 5 SUBCAPÍTULO 555
SECCIÓN 425**

555.425



COMPLIANCE POLICY GUIDE¹

CHAPTER - 5

SUB CHAPTER - 555

SECTION 555.425 - Foods - Adulteration Involving Hard or Sharp Foreign Objects

BACKGROUND:

Hard or sharp foreign objects in food may cause traumatic injury including laceration and perforation of tissues of the mouth, tongue, throat, stomach and intestine as well as damage to the teeth and gums. From 1972 through 1997, the FDA Health Hazard Evaluation Board evaluated approximately 190 cases of hard or sharp foreign objects in food. These include cases of both injury and non-injury reported to FDA. The Board found that foreign objects that are less than 7 mm, maximum dimension, rarely cause trauma or serious injury except in special risk groups such as infants, surgery patients, and the elderly. The scientific and clinical literature supports this conclusion.

Hard or sharp natural components of a food (e.g. bones in seafood, shell in nut products) are unlikely to cause injury because of awareness on the part of the consumer that the component is a natural and intrinsic component of a particular product. The exception occurs when the food's label represents that the hard or sharp component has been removed from the food, e.g., pitted olives. The presence of the naturally occurring hard or sharp object in those situations (e.g., pit fragments in pitted olives) is unexpected and may cause injury. FDA has established Defect Action Levels for many of these types of unavoidable defects in other Compliance Policy Guides and therefore they are not subject to the guidance in this document.

REGULATORY ACTION GUIDANCE

The following represent the criteria for direct reference seizure to the Division of Compliance Management and Operations (HFC-210) and direct reference import detention to the districts.

- a. The product contains a hard or sharp foreign object that measures 7 mm to 25 mm, in length.

and

- b. The product is ready-to-eat, or according to instructions or other guidance or requirements, it requires only minimal preparation steps, e.g., heating, that would not eliminate, invalidate, or neutralize the hazard prior to consumption.

Samples found to contain foreign objects that meet criteria a. and b., above should be considered adulterated within the meaning of 21 U.S.C. 342(a)(1).

The following represent the criteria for recommending legal action to CFSAN Office of Field Programs, Division of Enforcement and Programs (HFS-605).

- c. The product contains a hard or sharp foreign object that measures 7 mm to 25 mm in length, and the product requires additional preparation or processing that may have an effect on the presence of the foreign objects in the finished food. For example, additional sifting of a product may or may not remove foreign objects, depending on the measurements of the objects and the mesh

¹ This Update to the Compliance Policy Guides Manual (August 1996 edition) is a new CPG. This update will be included in the next printing of the Compliance Policy Guides Manual. The statements made in the CPG are not intended to create or confer any rights for, or obligations on FDA or any private person, but are intended for internal guidance.



aperture of the sifter. In these situations, the preparation or processing of the food must be described in the recommendation submitted by the District.

or

- d. The product contains a hard or sharp foreign object less than 7 mm in length and if a special-risk group, as defined in the background section, is among the intended consumers of the product.

or

- e. The product contains a hard or sharp foreign object over 25 mm in length.

A sample found to contain a foreign object that meets criterion c., d., or e., above should be considered adulterated within the meaning of 21 U.S.C. 342(a)(1) if a health hazard is established by CFSAN review. The CFSAN health hazard review in this case will consider various factors including the intended use of the product, subsequent processing steps, official guidance and requirements concerning unavoidable natural defects, and other mitigating factors that could eliminate, invalidate or neutralize the hazard prior to consumption of the food product.

REMARKS:

If CFSAN review finds no health hazard associated with a sample containing a hard or sharp foreign object that meets criterion c., or d., above, the sample should be considered adulterated within the meaning of U.S.C. 342(a)(3) if a CFSAN review finds the article unfit for food. The CFSAN review in this case will consider various factors including subsequent processing steps, extent of contamination, and intended use of the product.

CPG 515.350 addresses imbedded objects in confectionary, which may cause such foods to be adulterated within the meaning of 21 U.S.C. 324(d)(1).

SPECIMEN CHARGES:

The following charges are appropriate for a product

that satisfies criteria a. and b. for direct reference seizure:

Article (was adulterated when introduced into and while in interstate commerce)(is adulterated while held for sale after shipment in interstate commerce), within the meaning of 21 U.S.C. 342 (a)(1), in that it bears or contains a deleterious substance which may render the food injurious to health.

Article is subject to refusal of admission pursuant to Section 801(a)(3) in that the article appears to bear or contain a deleterious substance which may render it injurious to health.

Issued: 3/23/1999

ANEXO E

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL PROTOTIPO POR
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO ISO 17025**

		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN <small>Ciudadela Guayaquil, calle 1era m2 21 solar 10 Guayaquil - Ecuador Pbx 04-2282007 Fax: ext. 403 http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com</small>				 <small>LABORATORIO DE CALIBRACION N° OAE L.C. 0 10-008</small>				
CERTIFICADO NÚMERO JP-0001-15										
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE										
EMPRESA:	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE DE GUAYAQUIL									
DIRECCIÓN:	BARRIO CENTENARIO CHAMBERS 227 Y 5 DE JUNIO									
TELÉFONO:	2590630									
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO										
EQUIPO:	BALANZA DINAMICA	UNIDAD DE MEDIDA:	Gramos (g)							
MARCA:	UPS	RESOLUCIÓN (d):	2							
MODELO:	PROTOTIPO	VALOR DE VERIFICACIÓN (e):	2							
SERIE:	NO ESPECIFICA	CAPACIDAD MÁXIMA:	1000							
CÓDIGO:	NO ESPECIFICA	CAPACIDAD MÍNIMA (OIML):	20							
CLASE DE EXACTITUD (OIML):	III MEDIA	UBICACIÓN:	LABORATORIOS DE LA UPS							
PATRÓN/EQUIPO(S) UTILIZADO (S)										
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	CLASE	SERIE	FECHA CAL.	FECHA PROX. CAL.				
EL.PT.142	JUEGO DE PESAS 1 g - 2 kg	KERN	CLASE F1	G1219610	13-jul-14	jul-15				
EL.PT.059	TERMOHIGRÓMETRO	SPER SCIENTIFIC	800041	11060290-02	06-ene-15	jul-15				
CALIBRACIÓN										
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.01	CONDICIONES AMBIENTALES:	Temperatura máxima °C	24,0	Temperatura mínima °C	23,0				
MÉTODO EMPLEADO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON PESAS PATRÓN									
ENSAYO DE EXCENTRICIDAD										
UBICACIÓN	INDICACIÓN	ERROR	E.M.P.	¿CUMPLE?						
No. 1	200	0	2	Cumple						
No. 2	200	0	2	Cumple						
No. 3	200	0	2	Cumple						
No. 4	200	0	2	Cumple						
No. 5	200	0	2	Cumple						
LINEALIDAD / HISTÉRESIS										
Nominal de masa	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Lectura balanza ↑	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Lectura balanza ↓	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Masa certificada	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Incert. Patrón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Error de Histéresis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Error de Linealidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.M.P. *	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
¿CUMPLE?	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
ENSAYO DE REPETIBILIDAD										
Nominal	500									
No. Pesada	Indicación									
No. 1	500									
No. 2	500									
No. 3	500									
No. 4	500									
No. 5	500									
No. 6	500									
E.M.P.	2									
MAX-MIN	0									
¿CUMPLE?	Cumple									
INCERTIDUMBRES (Ejemplo Valor Más Alto del Ensayo)										
Contribución a la incertidumbre por:	Tipo de Distribución:	Coef. de Sensibilidad	Incetidumbre Gramos (g)							
Repetibilidad	T de Students	1	0,0000000							
Resolución	Rectangular	1	0,5773503							
Excentricidad	Conv. rect/trian.	1	0,0000000							
Linealidad	Gaussiana	1	0,0015741							
Histéresis	Gaussiana	1	0,0000000							
Deriva de los instrumentos	Rectangular	1	0,0008136							
Efecto de convección	Rectangular	1	0,0000980							
Peso Patrón/Densidad del aire	Gaussiana	1	0,0015838							
SUMA DE CUADRADOS			0,3333390							
Incetidumbre Combinada			0,58							
Grados Efectivos de Libertad (Veff)			∞							
Factor de Cobertura (K)			2,00							
INCERTIDUMBRE ALEATORIA (EXPANDIDA)			1,2							
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD										
La balanza cumple los requisitos 3.6.1 (Repetibilidad), 3.6.2 (Excentricidad) y 3.5 (Error) de la NTE INEN 2134: 2000										
OBSERVACIONES										
<p>* e.m.p = Error Máximo Permitido por la NTE INEN 2134: 2000. Si la clase de la balanza es I o II, en la prueba de repetibilidad habrá 6 lecturas, para clases III y IIII habrá 3 lecturas. El cálculo de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía OAE G02 R00, multiplicando la incertidumbre típica por el factor de cobertura (k=2,00), que para una distribución de t de Student con (Veff = ∞) grados efectivos de libertad corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-4/02. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo.</p>										
CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Camilo Moreno										
FECHA DE CALIBRACIÓN: 15 de abril de 2015										
AUTORIZADO POR: Ing. Sabino Pineda GERENTE TÉCNICO				RECIBIDO POR: RESPONSABLE - CLIENTE						

ANEXO F

HOJA DE DATOS DE LA CELDA DE CARGA

Low Capacity Single-Point Aluminum Load Cells

FEATURES

- Capacities 5–100 kg
- Aluminum construction
- Single-point 400 x 400 mm platform
- OIML R60 and NTEP approved
- IP65 protection
- Available with metric and UNC threads
- **Optional**
 - EEx ia IIC T4 - hazardous area approval
 - FM approval available
 - IP67 available



APPLICATIONS

- Bench scales
- Counting scales
- Grocery scales

DESCRIPTION

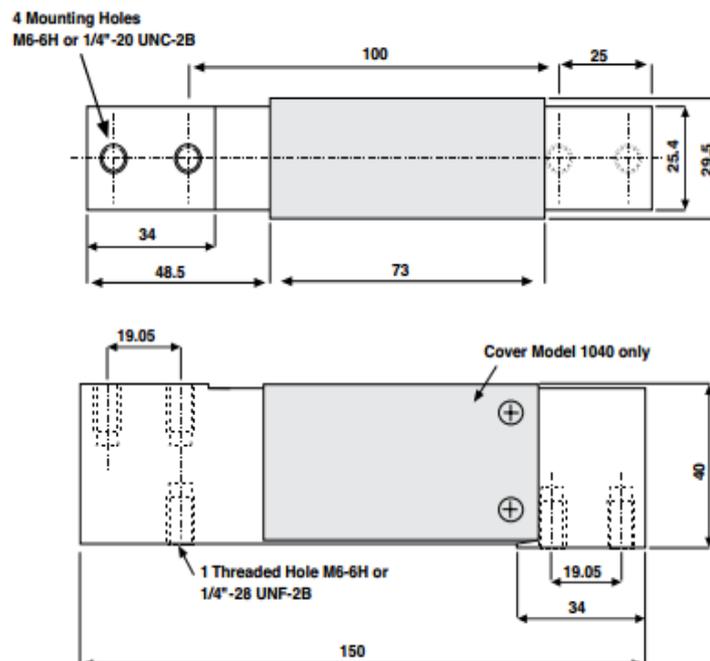
Models 1040 and 1041 are low profile single-point load cells designed for direct mounting of low cost weighing platforms.

Their small physical size, combined with high accuracy and low cost, makes these load cells ideally suited for retail, bench and counting scales.

Available in anodized aluminum these high accuracy load cells are approved to NTEP and other stringent approval standards, including OIML R60. For hazardous environments this load cell has EEx ia IIC T4 level of approved option. An optional special humidity resistant protective coating assures long-term stability over the entire compensated temperature range.

The two additional sense wires feed back the voltage reaching the load cell. Complete compensation of changes in lead resistance due to temperature change and/or cable extension, is achieved by feeding this voltage into the appropriate electronics.

OUTLINE DIMENSIONS in millimeters



Low Capacity Single-Point Aluminum Load Cells

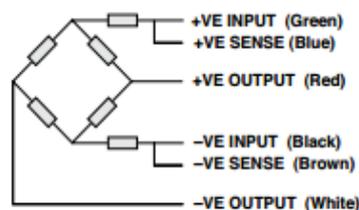
SPECIFICATIONS				
PARAMETER	VALUE			UNIT
NTEP/OIML accuracy class	NTEP	Non-Approved	C3*	
Maximum no. of intervals (n)	5000 single	1000	3000	
Rated capacity—R.C. (E _{max})	5, 7, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100			kg
Rated output—R.O.	2.0			mV/V
Rated output tolerance	0.2			±mV/V
Zero balance	0.2			±mV/V
Zero return, 30 min.	0.0330	0.0300	0.0170	±% of applied load
Total error	0.0200	0.0500	0.0200	±% of rated output
Temperature effect on zero	0.0023	0.0100	0.0023	±% of rated output/°C
Y = E _{max} /V _{min}	6000	1400	6000	Maximum available 10000
Temperature effect on output	0.0010	0.0030	0.0010	±% of applied load/°C
Eccentric loading error	0.0049	0.0074	0.0049	±% of rated load/cm
Temp. range, compensated	-10 to +40			°C
Temp. range, safe	-20 to +70			°C
Maximum safe central overload	150			% of R.C.
Ultimate central overload	300			% of R.C.
Excitation, recommended	10			VDC or VAC RMS
Excitation, maximum	15			VDC or VAC RMS
Input impedance	415±15			Ω
Output impedance	350±3			Ω
Insulation resistance	>2000			MΩ
Cable length	1040: 1.0 1041: 0.5			m
Cable type	6 wire, PVC, single floating screen			Standard
Construction	Plated (anodized) aluminum 1040 aluminum—1041			
Environmental protection	IP65**			
Platform size (max)	400 x 400			mm
Recommended torque	Up to 30 kg: 7.0 50 kg and up: 10.0			N*m

* 50% utilization. Other utilization factors available upon request.

** Available also in IP67

All specifications subject to change without notice.

Wiring Schematic Diagram
(1040 Balanced bridge configuration)



Wiring Schematic Diagram
(1041 Unbalanced bridge configuration)

