



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Tesis previa a la obtención del Título de  
INGENIEROS ELECTRÓNICOS**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BÁSCULA DE PESAJE  
DINÁMICO PARA DOSIFICACIÓN DE MATERIA SÓLIDA”**

**AUTORES:**

**HENRY ANTONIO PINCAY BAJAÑA  
OSWALDO ISRAEL TIGRERO SERRANO**

**DIRECTOR:**

**Ing. LUIS ANTONIO NEIRA CLEMENTE.**

**GUAYAQUIL, OCTUBRE DEL 2013**

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, Henry Antonio Pincay Bajaña y Oswaldo Israel Tigrero Serrano declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por su normatividad institucional vigente.

Guayaquil, Octubre 2013

---

Henry Pincay Bajaña

---

Oswaldo Tigrero Serrano

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Madre, Amada Emperatriz, luchadora constante por nuestro bienestar, que desde el inicio me mostro que el trabajo es la base fundamental para el triunfo, ya que su amor y creencia en mi me dio fuerzas para continuar en la lucha de mejorar continuamente y sobreponerme ante las adversidades de la vida, por su sacrificio y la oportunidad que me brindo al inicio para comenzar este camino, por darme ánimo y desvelarse junto a mí, por hacerme un soñador y por sobre todo ser el pilar fundamental de mi vida.

Henry Antonio Pincay Bajaña.

Dedico este trabajo a mi padre, ejemplo y gestor de mi carácter, por todo ese amor, apoyo y trabajo, cumpliendo de manera ejemplar su gestión, por ayudarme a darme cuenta de mis errores, mis virtudes.

Oswaldo Israel Tigrero Serrano.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos, ya que me enseñó lo importante que el trabajo.

A mi Padre, por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

A mis hermanos con quienes vivimos tiempos difíciles.

A mi esposa e hijos inspiradores de mi trabajo desde mucho antes de formar parte de mi vida, todo el esfuerzo y dedicación como profesional para ellos.

Henry Pincay Bajaña.

<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>1.1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>21</b>
1.2: Delimitación del problema. ....	21
1.3: Objetivos. ....	21
1.5: Hipótesis.....	23
1.6: Variables e indicadores. ....	23
1.7: Metodología. ....	23
1.7.1: Métodos. ....	23
1.7.1.1: Método experimental. ....	23
1.7.1.2: Método experimental. ....	24
1.7.2: Técnicas. ....	24
1.7.2.1: Técnica documental. ....	24
1.7.2.2: Técnica de campo.....	24
1.8: Descripción de la propuesta. ....	24
1.8.1: Beneficiarios. ....	25
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>26</b>
2.1: Báscula de cinta.....	26
2.1.1: Principio de medición. ....	26
2.2: Características de los equipos “CPU”. ....	28
2.2.1: Control lógico programable “PLC”. ....	28
2.2.2: Ranura de Micro Memory Card Simatic ....	30
2.2.3: Selector de modo. ....	30
2.2.4: Conexión para la fuente de alimentación.....	31
2.3: Módulos de control de pesaje disocont VSE 20100.....	32
2.3.1: Conexión de red.....	34
2.3.2: Profibus-DP, módulo VPB 20100. ....	34
2.3.3: Módulo de memoria VSM. ....	36
2.4: Manejo del Win CC flexible. ....	36
2.4.1: Requisitos para el uso Win CC Flexible.....	37
2.5: Pantalla Win CC flexible.....	38
2.6: Crear imágenes con Win CC flexible.....	39

2.6.1: Ventana proyecto. ....	41
2.6.2: Ventana herramientas. ....	42
2.6.3: Colocación elementos dentro de las imágenes. ....	43
2.6.3.1: Campo texto. ....	43
2.6.3.2: Botón. ....	49
2.7: Guardar proyecto realizado. ....	57
2.8: Comprobación del proyecto realizado. ....	58
2.9: Configuración de la conexión del panel operador. ....	59
2.10: Transferir proyecto a panel tp 170b. ....	64
2.11: Introducción a la neumática ....	66
2.11.1: El aire. ....	66
2.11.2: La atmosfera. ....	66
2.11.3: La presión atmosférica. ....	66
2.11.4: Fuerza: ....	67
2.11.5: Superficie: ....	67
2.11.6: Producción de aire comprimido. ....	70
2.11.6.1 Generadores. ....	70
2.11.6.2: Tipos de compresores. ....	70
2.11.7: Compresores de émbolo. ....	71
2.11.7.1: Compresores de émbolo oscilante o pistón. ....	71
2.11.7.2: Compresor de membrana. ....	72
2.11.7.3: Compresor de émbolo rotativo a paletas o celular. ....	73
2.11.8: Válvulas. ....	75
2.11.8.1: Válvulas distribuidoras. ....	76
2.11.8.2: Válvula de dos vías y dos posiciones. ....	77
2.11.8.3: Válvula de tres vías y dos posiciones. ....	79
2.11.8.4: Válvula de cinco vías y dos posiciones. ....	81
2.12: Celda de carga. ....	83
2.12.1: Construcción de celdas de carga. ....	83

2.12.1.1: Celdas de carga de aluminio. ....	83
2.12.1.2: Celdas de carga de acero al carbón. ....	83
2.12.1.3: Celdas de carga de acero inoxidable. ....	84
2.12.2: Teoría eléctrica de celda de carga. ....	84
2.12.3: Señal de salida. ....	85
<b>CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO. ....</b>	<b>88</b>
3.1: Desarrollo de la red profibus. ....	88
3.1.1: Control de equipos asignados a la red: ....	88
3.1.2: Creación de programa nuevo. ....	89
3.1.3: Instalar el archivo GSD. ....	92
3.2: Funcionamiento del simulador STEP 7. ....	99
3.2.1: Creación de subrutina FC1. ....	101
3.2.2: Edición de función FC1. ....	103
3.2.3: Edición de OB1. ....	104
3.2.4: Transferencia de bloque al simulador. ....	104
3.2.5: Visualización del estado del estado del bloque FC1. ....	106
3.3: Visualización tabla de variables. ....	107
3.4: Configuración de la interface PG/PC. ....	109
3.5: Presentación del protocolo profibus DP. ....	111
3.5.1: La red profibus DP. ....	112
3.5.2: Características sobresaliente de profibus DP. ....	112
3.5.3: Características de la sub-red MPI. ....	112
3.5.4: Introducción de la comunicación por datos globales. ....	113
3.5.4.1: Características de los datos globales. ....	113
3.5.5: Tipos datos transmitidos con datos globales. ....	114
3.5.5.1: Transferencia de datos. ....	114
3.6: Easy Server y maniobra equipos DISOCONT. ....	117
3.6.1: Característica. ....	117
3.6.2: Función de ajuste. ....	119
3.6.3: Función 'TW: Tara'. ....	119
3.6.4: Función 'CW: Control de peso'. ....	120

3.6.5: Capacidad de báscula de pesaje y parametrización. ....	121
3.6.6: Longitud efectiva de la plataforma. ....	122
3.6.7: Plataforma de báscula con un rodillo.....	122
3.6.8: Control de la velocidad de la cinta. ....	123
3.6.9: Procedimiento para controlar la velocidad. ....	124
3.7: Control con material. ....	125
3.7.1: Pasos para calibración de báscula de pesaje estática. ....	125
3.7.2 Requisitos para un “Control con material” .....	129
3.8: Datos calibración dinámica. ....	131
3.9: Tolva de carga. ....	132
3.10: Estructura de un sistema de control.....	134
3.10.1: Lazo de control por retroalimentación.....	134
3.10.2: Control por anticipado (Feedforward) .....	135
3.10.3: Acción de dos posiciones o de encendido y apagado (ON/OFF). ....	136
3.10.5: Acción de control integral, I .....	138
3.10.5: Acción de control proporcional - integral, PI .....	140
3.10.5.1: Significado del tiempo integral. ....	140
3.10.5.2: Error y respuesta en una acción proporcional – integral.....	141

<b>ÍNDICE DE TABLAS:</b>	<b>PÁGINAS</b>
Tabla1: Indicadores de estado .....	29
Tabla2: Posiciones del selector de modo .....	30
Tabla3: Características de las CPUs 313c-2DP relativas a interface .....	31
Tabla4: Relación velocidad vs longitud máxima de cable para módulo VPB 20100 .....	35
Tabla 5: Unidades básicas.....	67
Tabla 6: Magnitudes físicas importantes.....	68
Tabla 7: Características importantes de aire comprimido.....	69
Tabla 8: Problemas que se pueden presentar entre la PC y Adaptador.....	111
Tabla9: Tabla de evaluación de dosificador.....	121
Tabla 10: Datos obtenidos en calibración dinámica. ....	131
Tabla 11: Presupuesto de proyecto. ....	144

<b>ÍNDICE DE FIGURAS:</b>	<b>PÁGINAS</b>
Figura 1: Principio de medición de báscula .....	26
Figura 2: Elementos de mando y señalización.....	28
Figura 3: Entradas y salidas integradas de CPU .....	29
Figura 4 : Memory card simatic .....	30
Figura 5: Módulo de control Disocont.....	34
Figura 6: Tarjeta de comunicación VPB20100.....	35
Figura 7: Módulo de memoria VSM 20100.....	36
Figura 8: Elementos utilizados para la programación de los HMI.....	37
Figura 9: Pantalla principal del Win CC Flexible.....	38
Figura 10: Menú de imágenes.....	39
Figura 11: Insertar nueva imagen.....	39
Figura 12: Pantalla creada.....	40

Figura 13: Propiedades de la pantalla creada.....	41
Figura 14: Ventana proyecto.....	42
Figura 15: Ventana de herramientas.....	43
Figura 16: Menú general campo de texto.....	44
Figura 17: Apariencia de campo de texto.....	44
Figura 18: Relleno de campo de texto.....	45
Figura 19: Borde de campo de texto.....	45
Figura 20: Representación de campo de texto.....	46
Figura 21: Posición de campo de texto.....	46
Figura 22: Ajuste de tamaño de campo de texto.....	46
Figura 23: Márgenes de campo de texto.....	47
Figura 24: Formato del texto de campo de texto.....	47
Figura 25: Estilo del texto de campo de texto.....	47
Figura 26: Alineación del texto de campo de texto.....	48
Figura 27: Parpadeo de campo de texto.....	48
Figura 28: Misceláneo de campo de texto.....	49
Figura 29: Menú general de botón.....	49
Figura 30: Modo de botón.....	50
Figura 31: Apariencia de botón.....	50
Figura 32: Fondo y foco de botón.....	51
Figura 33: Borde de botón.....	51
Figura 34: Representación de botón.....	52
Figura 35: Posición y tamaño de botón.....	52
Figura 36: Formato de texto de botón.....	53
Figura 37: Alineación de texto del botón.....	53
Figura 38: Parpadeo de relleno de botón.....	54
Figura 39: Misceláneo de botón.....	54

Figura 40: Eventos del botón. ....	55
Figura 41: Lista de funciones del botón.....	55
Figura 42: Función de imágenes. ....	56
Figura 43: Evento de pulsar el botón. ....	56
Figura 44: Selección de imágenes al pulsar botón. ....	57
Figura 45: Imagen seleccionada para el botón. ....	57
Figura 46: Guardar proyecto en Win CC Flexible.....	58
Figura 47: Selección de modo de conexión. ....	58
Figura 48: Selección de modo de conexión. ....	59
Figura 49: Comunicación del panel operador. ....	60
Figura 50: Pantalla conexiones del panel operador.....	60
Figura 51: Pantalla de configuración del panel operador.....	61
Figura 52: Parámetros de selección de la conexión del panel operador. ....	62
Figura 53: Parámetros seleccionados para la conexión del panel operador.....	62
Figura 54: Configuración del panel operador. ....	63
Figura 55: Simulación de la configuración del panel operador. ....	63
Figura 56: Transferencia de la configuración del panel operador.....	64
Figura 57: Configuración para la transferencia.....	64
Figura 58: Pantalla de sobrescribir contraseña.....	65
Figura 59: Inicio de transferencia de la configuración.....	65
Figura 60: Presión atmosférica .....	66
Figura 61: Tipos de compresores más utilizados .....	70
Figura 62: Compresor de émbolo.....	71
Figura 63: Compresor de dos etapas. ....	71
Figura 64: Compresor de membrana.....	73
Figura 65: Compresor de émbolo rotativo. ....	74
Figura 66: Compresor de tornillos en tándem.....	74

Figura 67: Vista frontal compresor de tornillo.....	75
Figura 68: Válvulas distribuidoras. ....	76
Figura 69: Válvula de dos vías.....	77
Figura 70: Esquemático de válvula de dos vías. ....	78
Figura 71: Válvula normal cerrada. ....	78
Figura 72: Válvula normal abierta. ....	79
Figura 73: Válvula de tres vías.....	79
Figura 74: Válvula normal abierta .....	80
Figura 75: Esquema Válvula de 5 vías.....	81
Figura 76: Válvula 5/2 en posición cerrada. ....	82
Figura 77: Válvula 5/2 en posición abierta. ....	82
Figura 78: Aplicación típica de celdas de carga.....	84
Figura 79: Modelo de celda de carga a flexión .....	85
Figura 80: Puente de Wheatstone.....	86
Figura 81: Puente Wheatstone esquema convencional .....	87
Figura 82: Software para enlace de comunicación y programación. ....	89
Figura 83: Pantalla principal de administrador Simatic.....	89
Figura 84: Asignación del modelo de CPU. ....	90
Figura 85: Nuevo proyecto creado selección de OB1.....	90
Figura 86: Asignación de nombre del proyecto. ....	91
Figura 87: Pantalla principal.....	91
Figura 88: Acceso a hardware.....	92
Figura 89: Presentación en hardware. ....	92
Figura 90: Instalación de archivo GSD.....	93
Figura 91: Instalación de GSD búsqueda de archivo. ....	93
Figura 92: Instalación de archivo GSD.....	94
Figura 93: Ingreso a enlace. ....	94

Figura 94: Enlace de red Profibus DP con módulo.....	95
Figura 95: Enlace de módulos Disocont. ....	96
Figura 96: Dirección asignada a módulo. ....	97
Figura 97: Módulos enlazados a la red. ....	97
Figura 98: Configuración de módulos específicos Disocont. ....	98
Figura 99: Datos cargados en módulos. ....	98
Figura 100: Enlace sin errores por parametrización. ....	99
Figura 101: Carga en CPU física. ....	99
Figura 102: Pantalla principal de simulador step 7.....	100
Figura 103: Selección de elementos de programa.....	100
Figura 104: Elementos de programa seleccionados.....	101
Figura 105: Creación del bloque de función. ....	102
Figura 106: Propiedades de bloque función cerrado.....	102
Figura 107: Bloque de función FC1 creado desde administrador.....	103
Figura 108: Edición del bloqueo FC1. ....	103
Figura 109: Edición del bloque cíclico OB1.....	104
Figura 110: Transferencia de bloque FC1 desde el administrador. ....	105
Figura 111: Transferencia de bloque FC1 desde el editor de programa. ....	105
Figura 112: Visualización del bloque FC1 desde el simulador ....	106
Figura 113: Creación de la tabla de variables. ....	107
Figura 114: Propiedades de la tabla de variable.....	108
Figura 115: Tabla de variables en administrador. ....	108
Figura 116: Visualización de las variables.....	109
Figura 117: Configuración del PC Adapter. ....	109
Figura 118: Propiedades del PC Adapter.....	110
Figura 119: Transferencia cíclica de datos globales ....	114
Figura 120: Transferencia por evento de datos globales.....	115

Figura 121: Círculos de datos globales. ....	116
Figura 122: Paquetes de datos globales. ....	116
Figura 123: Palabras de GST y GSD de datos globales. ....	117
Figura 124: Principio de control. ....	118
Figura 125: Pantalla Easy Server .....	118
Figura 126: Puente de pesaje.....	122
Figura 127: Báscula de plataforma con un rodillo. ....	122
Figura 128: Ingreso del parámetro longitud efectiva del puente.....	123
Figura 129: Control de velocidad.....	124
Figura 130: Selección de programa Schenck .....	125
Figura 131: Conexión por puerto serial .....	126
Figura 132: Pantalla principal de software Schenck .....	126
Figura 133: Reset y arranque de báscula.....	127
Figura 134: Aplicar tara a báscula .....	128
Figura 135: Proceso de ajuste a cero de báscula. ....	128
Figura 136: Proceso de ajuste de factor de corrección.....	129
Figura 137: Ajuste de báscula con material. ....	130
Figura 138: Presentación de equipo báscula de pesaje dinámico. ....	132
Figura 139: Tolva de carga .....	132
Figura 140: Compuerta de alimentación de báscula .....	133
Figura 141: Tablero eléctrico de control .....	133
Figura 142: Lazo de control de un proceso por retroalimentación .....	134
Figura 143: Control de un proceso anticipado. ....	135
Figura 144: Controlador de dos posiciones.....	137
Figura 145: Acción proporcional de un controlador. ....	138
Figura 146: Acción integral de un controlador. ....	140
Figura 147: Acciones proporcional y proporcional - integral.....	141

Figura 148: Error y respuesta de controlador proporcional integral.....	142
Figura 149: Respuesta de un controlador proporcional integral.....	143
Figura 150: Lazo de control PI.....	143
Figura 151: Principio de medición de Báscula .....	148
Figura 152: Sensor Namur función de tacómetro .....	149
Figura 153: Pantalla muestra valores de temperatura y total.....	149
Figura 154: Tolva montada sobre celdas de carga.....	150
Figura 155: Mensajes que se presentan en pantalla TP 170B.....	151
Figura 156: Easy Server parámetros PI de lazo de control.....	151
Figura 157: Lazo de control por cambio de set point.....	152
Figura 158: Curva de arranque de báscula de acuerdo a lazo PI.....	153
Figura 159: Prueba 1 $K_P= 0.04$ $K_I= 1.0$ .....	153
Figura 160: Prueba 1 $K_P= 0.04$ $K_I= 0.1$ .....	154
Figura 161: Prueba 1 $K_P= 0.04$ $K_I= 0.0$ .....	154
Figura 162: Prueba 1 $K_P= 0.09$ $K_I= 0.0$ .....	155
Figura 163: Prueba 1 $K_P= 0.00$ $K_I= 0.2$ .....	155
Figura 164: Establecer punto de dosificación de producto.....	156
Figura 165: Tablero eléctrico utilizado.....	165
Figura 166: Perforación en puerta de tablero.....	165
Figura 167: Construcción de sistema de control.....	166
Figura 168: Estableciendo red de comunicación.....	166
Figura 169: Presentación de pantalla de báscula de pesaje.....	167
Figura 170: Construcción de Sistema de pesaje.....	167

<b>ÍNDICE DE ANEXOS:</b>	<b>PÁGINAS</b>
Anexo 1: Diagrama de red Profibus DP.....	157
Anexo 2: Red MPI .....	158
Anexo 3: Diagrama de conexión de módulos Disocont.....	159
Anexo 4: Diagrama de conexión de celdas de carga y sensor de velocidad.....	160
Anexo 5: Esquemático de cinta dosificadora .....	161
Anexo 6: Diagrama de conexión PLC. ....	162
Anexo 7: Diagrama de tolva de pesaje.....	163
Anexo 8: Esquemático de panel de control.....	164
Anexo 9: Tabla de direcciones Profibus DP .....	168
Anexo 10: Programa principal de báscula de pesaje dinámico, llamados de subrutinas (OB1). ....	169
Anexo 11: Programa de protección térmica (FB2) .....	169
Anexo 12: Programa de falla de dosificador (FB4) .....	171
Anexo 13: Programa valores para pre arranque (FB5) .....	171
Anexo 14: Programa de arranque de equipos (FB6).....	172
Anexo 15: Programa de Set Point de dosificador (FB7).....	174

## ABSTRACT

AÑO	ALUMNO/S	DIRECTOR DE TESIS	TEMA TESIS
2013	<ul style="list-style-type: none"><li>HENRY ANTONIO PINCAY BAJAÑA</li><li>OSWALDO ISRAEL TIGRERO SERRANO</li></ul>	ING. LUIS ANTONIO NEIRA CLEMENTE	“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BÁSCULA DE PESAJE DINÁMICO PARA DOSIFICACIÓN DE MATERIA SÓLIDA”.

La presente tesis: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BÁSCULA DE PESAJE DINÁMICO PARA DOSIFICACIÓN DE MATERIA SÓLIDA”**, se basa en aplicaciones específicas de control y monitoreo para un sistema de pesaje dinámico.

El objetivo es Diseñar e implementar un prototipo para la dosificación de material sólido o granulado sobre una cinta transportadora, en la que demostraremos que mediante la nueva tecnología de control, logramos enlazar diferentes marcas para realizar un sistema capaz de monitorear el caudal de material (Kgh) ingresado y mantenerlo dentro del valor de set point.

La relación que establece el caudal se genera por un mecanismo básico que trabaja como tacómetro, el cual determina la relación para obtener el caudal de transporte, así podrá mantener un control en caso de que este caudal se reduzca y poder tomar acción.

La principal característica del sistema es la exactitud con la que descargará el producto al momento de ingresar la cantidad deseada a dosificar (Kg).

Este sistema de control realizará corrección de forma automática a fin de reducir el error por dosificación, su monitoreo lo realizará por medio de celdas de carga que realizan el trabajo de puente de pesaje lo cual resulta más eficiente, y de un mantenimiento casi nulo.

De esta manera se contribuye con un equipo confiable capaz de trabajar para diferentes productos y con la ventaja de aumentar su capacidad, trabajando en los componentes mecánicos, muy útil para el uso de grandes y pequeñas industrias dando su principal beneficio en el control de inventario.

### **PALABRAS CLAVES**

Diseño, Cinta transportadora, Vanguardia tecnología, monitorear, corrección de forma automática, enlace de distintas marcas, exactitud, control de inventario.

## ABSTRACT

YEAR	STUDENT	DIRECTOR OF THESIS	THESIS TOPIC
2013	<ul style="list-style-type: none"><li>HENRY ANTONIO PINCAY BAJAÑA</li><li>OSWALDO ISRAEL TIGRERO SERRANO</li></ul>	ING. LUIS ANTONIO NEIRA CLEMENTE	"DESIGN AND DYNAMIC WEIGHING SCALE FOR DETERMINATION OF SUBSTANCE, SOLID "

This thesis entitled "DESIGN AND DYNAMIC WEIGHING SCALE FOR DETERMINATION OF SUBSTANCE, SOLID", is based on specific applications for monitoring and control of dynamic weighing system.

The goal is to design and implement a prototype for dispensing solid or granular material on a conveyor belt , which show that using the new control technology, we bind different brands for a system capable of monitoring the flow of material ( Kgh ) entered and keep within the set point value.

The relationship established by the flow is generated by a basic mechanism that works as a tachometer, which determines the relationship to get the transport flow, so you can keep track if this flow is reduced and to take action.

The main feature of the system is the accuracy with which the product download when entering the desired quantity to be dosed (Kg.).

This control system automatically perform corrections to reduce the error by dosage, monitoring is done through load cells that do the work of weighbridge which is more efficient , and almost zero maintenance.

This will contribute to a reliable able to work for different products and with the advantage of increasing their capacity, working on mechanical components , useful for the use of large and small industries giving their main benefit in controlling inventory.

## KEYWORDS

Design, Conveyor Belt, Vanguard technology, monitoring, correction automatically  
link different brands, accuracy, inventory control.

## **INTRODUCCIÓN:**

Desde el Principio las industrias han buscado mejorar su nivel de producción y sus costos, lo cual ha llevado a implementar nuevos equipos, capaces de trabajar a velocidades superiores y con mayor precisión.

En la industria el costo de la materia prima es un gasto fijo por la producción, uno de los factores que afecta al margen de utilidad y que depende de que tan preciso sean los equipos de pesaje en la producción indicando el total de material utilizado para la elaboración de cualquier producto con esto se conseguirá se afectara de menor manera los costos globales dando como resultado un cumplimiento de metas de costos.

Esto no solamente afecta a la ganancia, ya que una mala dosificación de materia prima puede llegar a afectar el producto final, creando conflictos de calidad, repercutiendo directamente sobre la salud o bienestar del consumidor y afectando la imagen del producto, representando la mayor de las pérdidas que podría ser el fin de una marca.

Los altos estándares de calidad y las buenas prácticas de manufactura, son indispensable para lograr un producto final, esto lleva a tener una relación directa entre departamentos y en muchos de los casos a crear equipos multidisciplinarios para solucionar problemas o mantener la meta.

Para ello se ha diseñado un equipo confiable que puede medir de manera continua los productos que pasen sobre una cinta de pesaje, determinando en su funcionamiento el caudal de trabajo y comparando con el caudal real, logrando de esta manera realizar un control directo sobre este, por medio de lazos de control, ajustando su velocidad para mantener siempre estable la dosificación, compartiendo información por medio de una red PROFIBUS DP y una red MPI.

## **CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA**

Diseño y Elaboración de un sistema de pesaje continuo de material sólido o granulado para la reducción de pérdidas por la dosificación de materia prima a la compañía Suraty.

### **1.1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La compañía Suraty se dedica desde hace 10 años a dar soluciones de forma industrial para diferentes aplicaciones ahora, en su necesidad de mantener un correcto control de la dosificación de material granulado, lo que se quiere hacer con este proyecto es reducir las pérdidas relacionadas a la variación de peso, ya que esto representa una reducción en el margen de utilidad que esta puede percibir haciendo que el negocio de dosificación de arroz o cualquier producto sea improductivo, además implementando este proyecto se desarrollará una interfaz humano maquina HMI para su visualización u operación.

De esta manera se contribuye al control de inventarios, y la continuidad de los procesos.

### **1.2: DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.**

El montaje de los dispositivos de peso se lo implemento por medio de módulos que generan datos de caudal, peso, velocidad, totalizador, este se comunican a través de la red Profibus DP hacia el PLC que se encarga de procesar esta información y transferir hacia el Panel HMI en donde se establece el control adecuado por medio de las pantallas, en donde se puede ingresar el caudal de trabajo, también controlar la apertura de una Válvula proporcional para ayudar a controlar este caudal.

### **1.3: OBJETIVOS.**

#### **1.3.1: OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar e implementar un sistema de dosificación utilizando un PLC, elementos de pesaje para traducir las señales de las celdas de carga, una pantalla táctil HMI, para mantener el control en tiempo real.

### **1.3.2: OBJETIVO ESPECÍFICO.**

El presente prototipo estará basado en los siguientes objetivos específicos:

Diseñar y construir un prototipo para la instalación mecánica del puente de pesaje de la cinta y tolva.

Realizar las conexiones eléctricas y neumáticas de los elementos con los equipos de control.

Implementar un sistema de apertura electro neumáticos controlados por un PLC Siemens S7-300 y visualizados por un panel HMI

Comunicar y programar con los software SIEMENS, EASY SERVER para interactuar con los dispositivos de mando y control ya mencionados por medio de la red Profibus DP.

Diseñar una interfaz desde Touch Panel utilizando la herramienta WinCC Flexible que permita el control y supervisión de las diferentes variables a considerar (presión de aire, temperatura, peso, desplazamiento, caudal, nivel).

Establecer método adecuado para la calibración de la báscula tomando en cuenta los principales factores a considerar y rangos de corrección que permitirán conocer el estado mecánico de equipo.

### **1.4: JUSTIFICACIÓN.**

Este proyecto se ha pesado desarrollar ya que los procesos industriales tales como adición de componentes para el detergente requieren un control de peso de la materia prima confiable, debido a que representa un punto fundamental, las variaciones pueden en muchos de los casos generar pérdidas elevadas a una la empresa.

Para ello se cuenta con módulos de peso que reciben las señales directas de las celdas de carga, y datos de velocidad por medio de un tacómetro de esta manera se tiene una caudal de trabajo, es importante entender el funcionamiento de los equipos de control y sus beneficios para la industria.

Se ha puesto en marcha la idea de combinar productos actuales, como pantallas táctiles HMI de Siemens, enlazándolas a otros productos, como los PLC S7-300 de

Siemens y módulos de pesaje Schenck. Todo ellos soportado por una red PROFIBUS DP que comparten información en tiempo real.

Para ello se planifican dos sistemas de pesajes los cuales son:

Sistema de pesaje en banda, en cual se pretende pesar todos aquellos materiales que estén listos para despacharse, el cual se llevara a cabo instalando en las bandas de productos terminados basculas dinámicas con una exactitud de +/- 0.5%.

Sistema de pesaje en tolva de carga para esta banda en la cual se presentará el peso actual.

### **1.5: HIPÓTESIS.**

Por medio de la implementación del sistema de pesaje continuo de material solidó o granulado, se mantendrá un control del inventario de los productos, ya sea en materia prima o producto terminado.

### **1.6: VARIABLES E INDICADORES.**

Variable Dependiente.- Desde la propuesta

Implementar un banco sistema de pesaje continuo de material solidó o granulado.

Variable Independiente.

Mantener un control del inventario de los productos, ya sea en materia prima o producto terminado.

### **1.7: METODOLOGÍA.**

#### **1.7.1: MÉTODOS.**

##### **1.7.1.1: MÉTODO EXPERIMENTAL.**

Se utilizó el método experimental desarrollado a pruebas preliminares con la plataforma de control administrador Simatic y los módulos de pesaje para obtener la red de comunicación entre equipos.

### **1.7.1.2: MÉTODO EXPERIMENTAL.**

Se deducen conceptos debido a que nuestro sistema de pesaje mantiene una teoría de calibración, la cual es netamente experimental con una balanza para determinar el error y corregir el mismo hasta lograr alinear su dosificación.

### **1.7.2 TÉCNICAS.**

#### **1.7.2.1: TÉCNICA DOCUMENTAL.**

El marco teórico fue realizado a partir de los conceptos que fusionan lo teórico con lo práctico en base a los principios del sistema de un lazo cerrado, el monitoreo y la adquisición de datos de una manera real.

#### **1.7.2.2: TÉCNICA DE CAMPO.**

Se la realizó mediante las pruebas ya que nos permitirá manipularlo para observar su funcionamiento.

### **1.8: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.**

El proyecto trata sobre el diseño y construcción de sistema de pesaje continuo de material sólido o granulado, el mismo que tendrá los elementos e instrumentación adecuada para poder realizar un sistema de control.

Los beneficiarios directos son todos los pequeños y grandes empresarios quienes podrán tener un sistema confiable de datos para los inventarios de sus productos.

Dicho proyecto contiene los métodos de calibración estático y dinámico, teniendo presente que estas deben ser efectuados por personal capacitado y calificado.

De este proyecto se detallan los siguientes puntos:

- Las celdas de carga están conectadas a módulos Disocont (Schenck process), estos módulos poseen la características de poder realizar la supervisión independiente de la báscula ya que posee su propio software (Easy Server), adicional a esto para controlar la velocidad posee un tacómetro (sensor

Namur tipo herradura), destinado a determinar la relación de velocidad – peso para obtener el caudal de trabajo.

- Las celdas de carga de la tolva de pesaje se encuentran conectada a un módulo idéntico al de la cinta, con la diferencia que el software de trabajo es diferente ya que no regulará ni controlará peso.
- En estos módulos Disocont se encuentran tarjetas de comunicación Profibus, que se encarga de transmitir información por medio de la red, hacia el PLC S7- 300, en donde se han asignado las direcciones en la tabla de variable, de esta manera el PLC procesa la información y determina de acuerdo a nuestra programación lo que debe controlar.
- Para realizar la interfaz de control se ha instalado un Touch panel HMI TP 170b siemens, por medio de una red MPI asociada con el PLC, de esta manera se enlaza todo el sistema de control, dando información en tiempo real, y con la opción de variar el caudal de trabajo desde el touch panel, adicional de poder controlar el posicionador neumático que regula el caudal de transporte.

### **1.8.1: BENEFICIARIOS.**

- Las industrias que necesita un control en el inventario de las materias primas.
- Estudiantes de universidades como guía de correcto control de los procesos, la interconexión de equipos de diferentes marcas y la comunicación entre equipos utilizando redes de nivel industrial.
- La Compañía SURATY que financia la Tesis como equipo base para su producción y comercialización.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

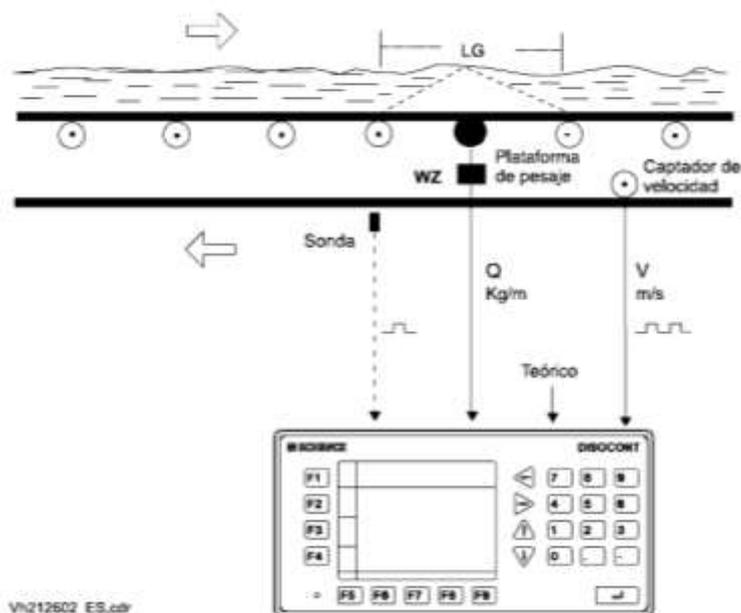
Para el control de los diversos componentes se ha realizado la investigación para lograr establecer la comunicación entre equipos de diferentes marcas, de esta manera se ha realizado un paso a paso que determina su control.

### 2.1: BÁSCULA DE CINTA.

#### 2.1.1: PRINCIPIO DE MEDICIÓN.

Una báscula de cinta realiza el pesaje en continuo de una cantidad de material transportada por una cinta. El principio de medición está representado en la figura 1 'Principio de medición'.

El material está transportado por encima de una plataforma de pesaje dispuesta debajo de la cinta y limitada por dos rodillos portadores. La cantidad de material en la plataforma de pesaje obra una fuerza sobre la célula de pesaje WZ por medio de un o varios rodillos medidores. Los rodillos medidores están unidos con la construcción de bastidor, por ejemplo, vía un sistema de resortes de lámina en paralelo.



**Figura 1: Principio de medición de báscula**

**Fuente: Disocont manual de funcionamiento bvh2126.**

La tensión de salida de la célula de pesaje es proporcional a la carga de plataforma.

Se amplifica y se transporta al microprocesador del DISOCONT mediante un convertidor analógico-digital. La variación de la fuerza sobre una plataforma de pesaje con un rodillo está indicada en la figura 'Principio de medición' por medio del triángulo blanco. Sólo la mitad de la fuerza por peso del material entra en el rodillo medidor.

En la técnica de pesaje se toma en cuenta el comportamiento de la fuerza por peso sobre la plataforma de pesaje para el cálculo de la longitud efectiva de la plataforma.

Para la plataforma con un sólo rodillo resulta:

$$\mathbf{Leff} = Lg / 2$$

**Leff** = Longitud efectiva de la plataforma en m

**Lg** = Longitud total de la plataforma en m

La carga de cinta Q se calcula como sigue:

$$\mathbf{Q} = \mathbf{QB} / \mathbf{Leff}$$

**Q** = Carga de cinta en kg/m

**QB** = Carga sobre la plataforma de pesaje en kg.

Otro valor de medición importante es la velocidad de cinta. Se registra con el transmisor de velocidad y se convierte en la frecuencia de impulsos correspondiente. El DISOCONT calcula el rendimiento basándose en los valores medidos de la carga de cinta y de la velocidad según la siguiente fórmula:

$$\mathbf{I} = \mathbf{Q} * \mathbf{v} = \mathbf{QB} * \mathbf{v} / \mathbf{Leff}$$

**I** = Rendimiento en kg/s

**v** = Velocidad de la cinta en m/s

**Q** = Carga de cinta en kg/m

**QB** = Carga sobre la plataforma de pesaje en kg

**Leff** = Longitud efectiva de la plataforma en m.

## 2.2: CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS “CPU”.

Gracias a las redes de comunicación, los equipos de diferentes marcas son capaces de compartir información en línea, esto ayuda a establecer controles de alta precisión, generando adicional un gran ahorro y eficiencia al momento de implementar los proyectos, ya que no es necesario realizar extensos circuitos de control o cableados a fin de controlar los procesos.

Entre varios de los beneficios listamos los Siguietes.

- Reducción de cableado (físicamente).
- Dispositivos inteligentes (funcionalidad y ejecución).
- Control distribuido (flexibilidad).
- Simplificación de cableado de las nuevas instalaciones.
- Reducción de costo en cableado y cajas de conexión.
- Incremento de la confiabilidad de los sistemas de producción.
- Optimización de los procesos existentes.

### 2.2.1: CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE “PLC”.

Elementos de mando y señalización: CPU 313C-2 DP

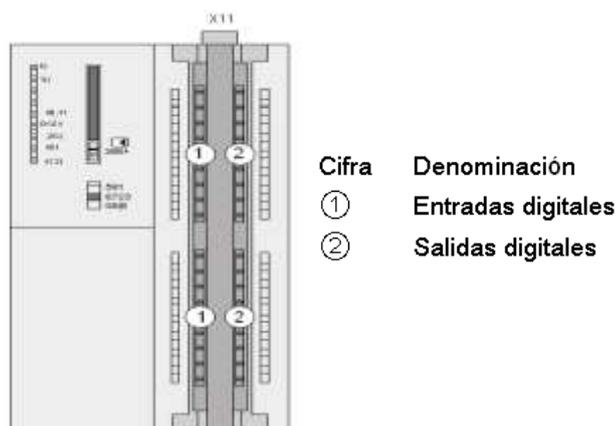


**Figura 2: Elementos de mando y señalización.**

**Fuente:**

**<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/S7300ManualProducto.pdf>**

El gráfico siguiente muestra las entradas y salidas digitales integradas de la CPU con las puertas frontales abiertas.



**Figura 3: Entradas y salidas integradas de CPU**

**Fuente:**

<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador es/Documents/S7300ManualProducto.pdf>

Indicadores de estado y error.

Nombre del LED	Color	Significado
SF	rojo	Error de hardware o software
BF	rojo	Error de bus
MAINT	amarillo	Mantenimiento solicitado (sin función).
DC5V	verde	La alimentación de 5 V para la CPU y el bus del S7-300 funcionan correctamente.
FRCE	amarillo	LED encendido: la petición de forzado permanente está activada LED parpadea (2 Hz): función test de intermitencia de la estación
RUN	verde	CPU en RUN El LED parpadea a 2 Hz al arrancar y a 0,5 Hz en el modo de parada.
STOP	amarillo	CPU en STOP o bien en PARADA o arranque Al solicitar un borrado total, el LED parpadea a 0,5 Hz y durante el borrado total a 2 Hz.

**Tabla1: Indicadores de estado**

**Fuente:**

<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/S7300ManualProducto.pdf>

### 2.2.2: RANURA DE MICRO MEMORY CARD SIMATIC

El módulo de memoria empleado es una Micro Memory Card SIMATIC. Dicho módulo se puede utilizar como memoria de carga o como soporte de datos de bolsillo.



**Figura 4 : Memory card simatic**

**Fuente: Siemens industrias**

Nota

Puesto que estas CPUs no disponen de memoria de carga integrada, para su funcionamiento es imprescindible insertar una Micro Memory Card SIMATIC.

### 2.2.3: SELECTOR DE MODO.

El selector de modo sirve para ajustar el modo de operación de la CPU.

Posición	Significado	Explicaciones
RUN	Modo RUN	La CPU procesa el programa de usuario.
STOP	Modo de operación STOP	La CPU no procesa ningún programa de usuario.
MRES	Borrado total	Posición no enclavable del selector de modo para el borrado total de la CPU. El borrado total mediante el selector de modo requiere una secuencia especial de operación.

**Tabla2: Posiciones del selector de modo**

**Fuente:**

**<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/S7300ManualProducto.pdf>**

#### 2.2.4: CONEXIÓN PARA LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

Cada CPU dispone de un conector hembra de 2 polos para la conexión a la fuente de alimentación. En estado de suministro, el conector ya está enchufado al conector hembra con conexiones de tornillo.

Características de la CPU relativas a interfaces, entradas y salidas integradas y funciones tecnológicas.

Elemento	CPU 313C-2 DP
Interfaz MPI de 9 polos (X1)	Sí
Interfaz DP de 9 polos (X2)	Sí
Entradas digitales	16
Salidas digitales	16
Funciones tecnológicas	3 contadores (Consulte el manual Funciones tecnológicas Asignación de terminales.

**Tabla3: Características de las CPUs 313c-2DP relativas a interface**

#### Fuente:

<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/S7300ManualProducto.pdf>

#### Referencia

- Estado operativo de la CPU: Ayuda en pantalla de STEP 7
- Información sobre el borrado total de la CPU: Instrucciones de servicio de la CPU 31xC y CPU 31x, puesta en marcha, puesta en marcha de módulos, borrado total mediante el selector de modo de la CPU.
- Evaluación de los LEDs en caso de fallo o diagnóstico: Instrucciones de servicio CPU 31xC y CPU 31x, funciones de test, diagnóstico y eliminación de fallos, diagnóstico Mediante LEDs de estado y error

### **2.3: MÓDULOS DE CONTROL DE PESAJE DISOCONT VSE 20100.**

El DISOCONT es un sistema electrónico diseñado de forma modular apropiado para las tareas de pesaje y dosificación en los procesos de producción.

Es empleado siempre que sea necesario medir y controlar o regular flujos de mercancías a granel. El sistema realiza todas las siguientes mediciones y tareas de control:

- Medición de las señales de transductores y sensores
- Control de los motores de básculas y de los dispositivos auxiliares (p.ej. rascadores)
- Comunicación con otras unidades, PCs y sistemas de control de planta mediante diferentes sistemas de bus de campo
- Operación a través del panel de control, PC/control de planta o por sistema manual
- Notificación de sucesos.
- Registros de datos.
- Generación de informes.

Para esta aplicación se deben programar los datos que se van a visualizar.

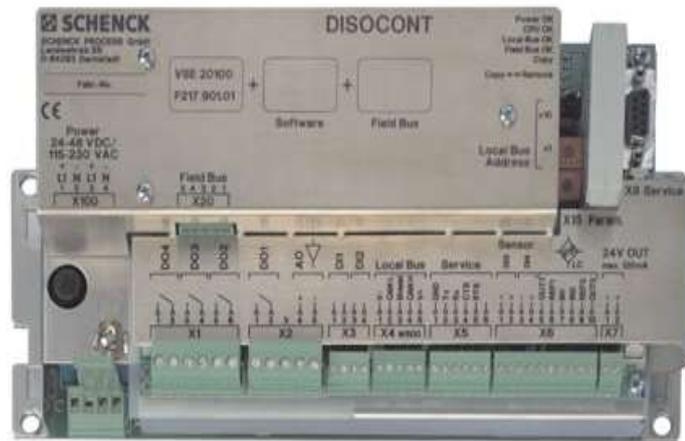
El DISOCONT también tiene muchas ventajas debidas a su flexibilidad por su diseño modular. Este sistema para básculas puede utilizarse para:

- Básculas dosificadoras volumétricas.
- Básculas dosificadoras gravimétricas.
- Básculas dosificadoras continuas.
- Básculas dosificadoras discontinuas.

DISOCONT se puede utilizar para básculas dosificadoras diferenciales, básculas dosificadoras estándar de cinta, flujómetros, aparatos de medida de Coriolis, básculas en cintas transportadoras y sistemas de dosificación.

Naturalmente este sistema le proporciona todas las prestaciones electrónicas y mecánicas necesarias en equipos actuales.

- ❖ Alta precisión de pesaje
- ❖ Protección EMC
- ❖ Supresión RFI
- ❖ Inmunidad frente a ruidos
- ❖ Posible operación en áreas en potencia de explosión (sistema electrónico en área segura)
- ❖ Almacenamiento duradero de los parámetros de operación en una tarjeta de memoria
- ❖ Operación desde 24V DC hasta 230V AC Otro punto fuerte del DISOCONT es su fácil manejo, una ventaja que tiene aún más importancia en el marco de los conceptos actuales de control de plantas.
- ❖ Los módulos enchufables pueden ser cambiados sin que sea necesario un reajuste
- ❖ Interfaz de usuario gráfico intuitivo para operación y servicio
- ❖ Tolerancia frente a errores
- ❖ Los canales de entrada/salida se configuran por software
- ❖ Es posible la operación manual (bypass).



**Figura 5: Módulo de control Disocont.**

**Fuente: Disocont ® báscula de cinta manual de funcionamiento BVH2126es.**

### **2.3.1: CONEXIÓN DE RED.**

Las comunicaciones con sistemas externos, p.ej. con el control de planta, se realizan a través de varias tarjetas de expansión de bus de campo para los distintos estándares de red industriales. Las tarjetas se insertan en la unidad del sistema VSE, que realiza todas las comunicaciones con las sub-unidades, p.ej. con la unidad E/S VEA, a través de una red interna, el bus local incorporado. Hay cuatro tarjetas de expansión disponibles para los sistemas de bus de campo más corrientes:

- SE-Bus, Modbus, J-Bus, 3964R.
- CAN-Bus (protocolo DeviceNet).
- ETHERNET TCP/MODBUS.
- PROFIBUS-DP.

Cuando se utiliza el DISCONT en combinación con el sistema MULTICONT de Schenck se utilizarán tarjetas de bus SE.

A pesar de que los distintos sistemas de bus se diferencian, cada uno de ellos es una red entre distintos dispositivos y siempre habrá que considerar algunos aspectos específicos: tipos de cable, topología de red y si es necesario terminación o no.+

### **2.3.2: PROFIBUS-DP, MÓDULO VPB 20100.**

Este módulo puede insertarse en la unidad del sistema VSE para realizar una interfaz al PROFIBUS-DP El módulo tiene ejecución y certificación según DIN 19245 / EN

50170 y tiene un reconocimiento automático de la velocidad de transferencia hasta 12 Mbit/s (12Mbaud).

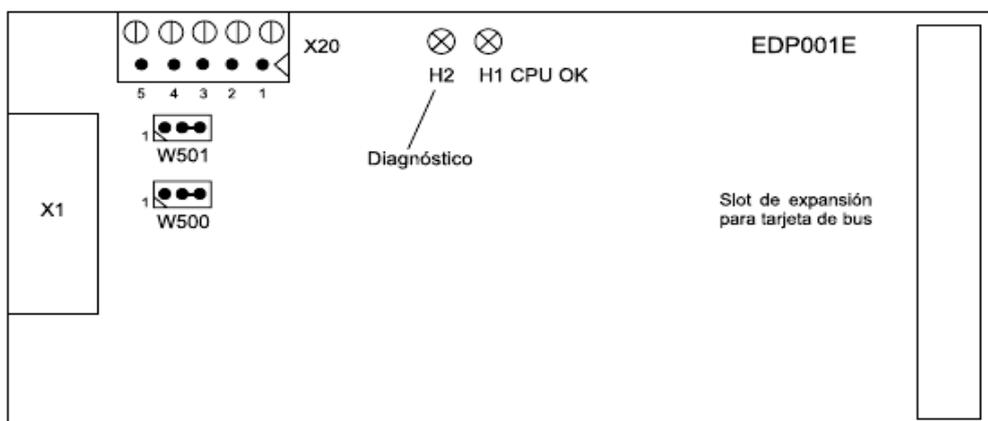
La siguiente longitud de cable no debe ser excedida para el bus completo en caso de usarse un cable del tipo “A”:

VELOCIDAD (kbit/s)	LONGITUD MÁXIMA DE CABLE (m)
1200, 6000, 3000	100 (24 usuarios admisibles en el bus de campo como máximo)
1500	200
500	400
187,5	1000

**Tabla4: Relación velocidad vs longitud máxima de cable para módulo VPB 20100**

**Fuente: Disocont ® báscula de cinta manual de funcionamiento BVH2126es.**

A continuación se presenta la imagen de la tarjeta.



No. de pin	X20	X1
1	RxD/TxD-P *	Pantalla
2	RxD/TxD-N **	Reservado
3	DGND	RxD/TxD-P *
4	VP	CNTR-P
5	-	DGND
6	-	VP
7	-	Reservado
8	-	RxD/TxD-N **
9	-	Reservado

**Figura 6: Tarjeta de comunicación VPB20100**

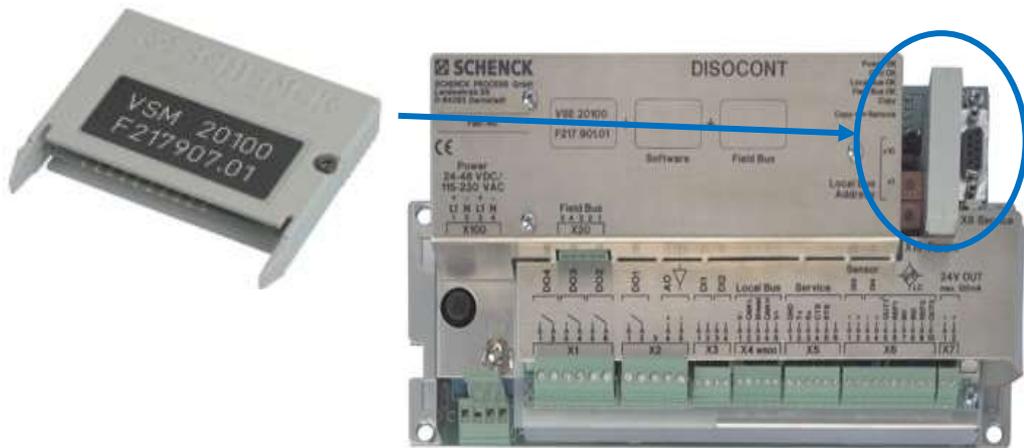
**Fuente: Disocont ® báscula de cinta manual de funcionamiento BVH2126es.**

### 2.3.3: MÓDULO DE MEMORIA VSM.

El módulo de memoria se instala en la unidad VSE del sistema DISOCONT para guardar todos los ajustes específicos de la instalación y los valores de servicio.

En caso de un fallo de la tensión también se guardan los valores dinámicos.

El módulo puede usarse, en caso de avería de la unidad del sistema VSE, para traspaso de los parámetros a otra unidad de sistema, simplemente enchufándolo en ésta.



Numero de ciclos de borrado/escritura	>1'000.000
Duración de memoria	> 100 años

**Figura 7: Módulo de memoria VSM 20100**

**Fuente: Disocont ® báscula de cinta manual de funcionamiento BVH2126es.**

Estos equipos hacen una gran herramienta la cual debe ser apropiadamente parametrizada ya que de lo contrario puede dar problemas de variaciones de peso, en este caso el diseño del equipo a controlar (Cinta de Pesaje) debe estar completamente alineada, sin problemas de vibración para poder optimizar las funciones de nuestro proyecto.

### 2.4: MANEJO DEL WIN CC FLEXIBLE.

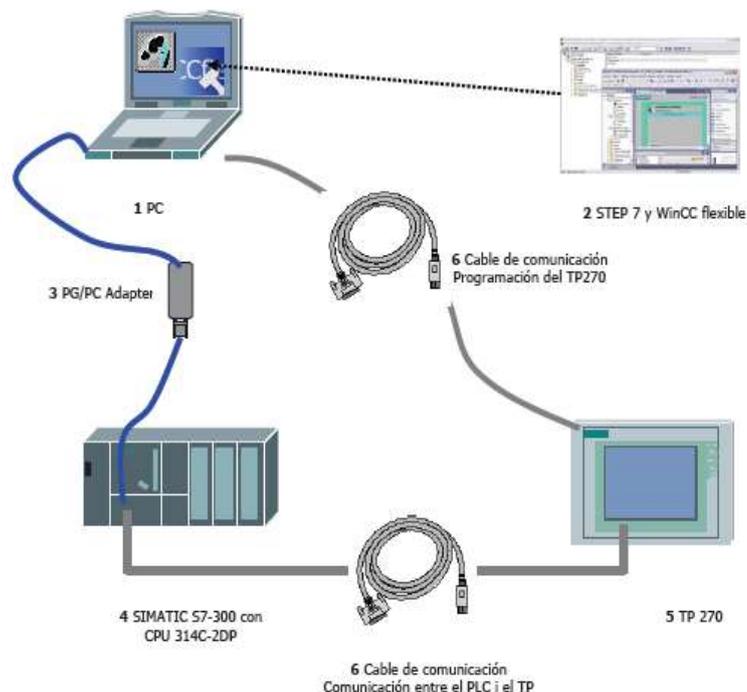
El WIN CC FLEXIBLE es el software de la marca SIEMENS utilizado para la configuración del panel operador: TP170B, que va a ser usados dentro de la red MPI

para control de la báscula de pesaje dinámico, como HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE) en español Interface Hombre Máquina.

#### 2.4.1: REQUISITOS PARA EL USO WIN CC FLEXIBLE.

Para utilizar los paneles operadores dentro de la aplicación particular con el PLC se necesita lo siguiente, lo que se puede observar en la figura 8:

1. PC con sistema operativo Windows XP.
2. El software de programación: STEP 7 y WIN CC FLEXIBLE.
3. Interface MPI para PC para cargar el programa en el CPU 313 y el panel operador, el cual es PC Adapter USB.
4. CPU 313 donde se encuentra el programa que se va ejecutar y que tiene las variables para el panel operador.
5. Panel operador TP 170 B.
6. Cable de conexión entre el CPU 313 y panel operador en este caso es el cable PROFIBUS y sus respectivos conectores.

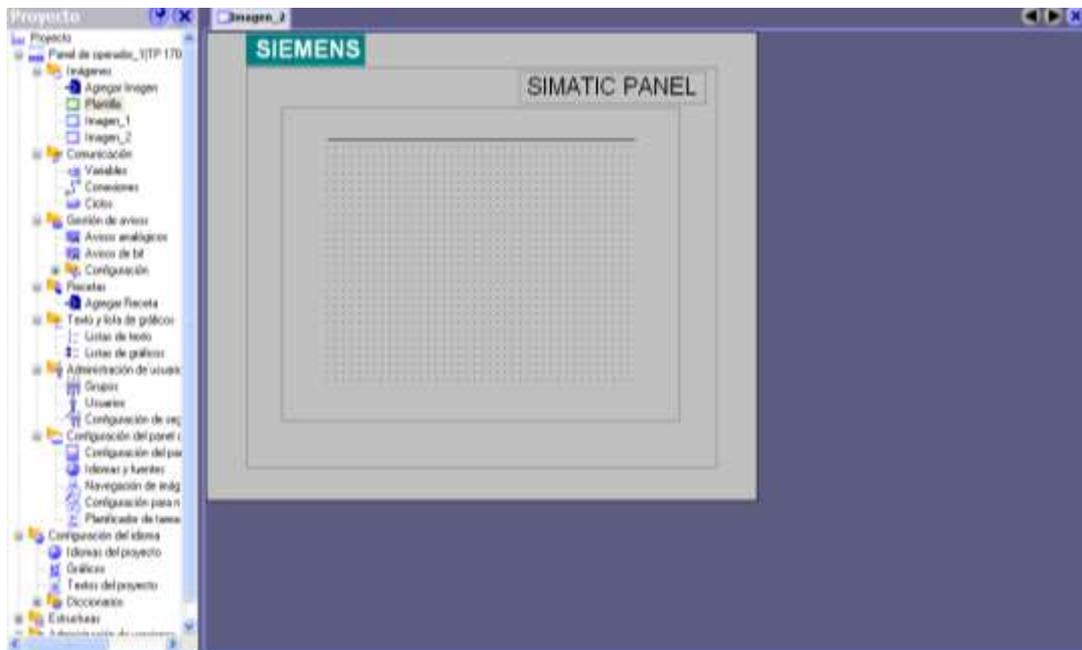


**Figura 8: Elementos utilizados para la programación de los HMI**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

## 2.5: PANTALLA WIN CC FLEXIBLE.

Esta pantalla es la principal que se observa en el WIN CC FLEXIBLE en el cual se observan los diferentes menús para la programación del panel operador TP170B, ver figura 9.



**Figura 9: Pantalla principal del Win CC Flexible.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

En la parte derecha aparece lo siguiente: Imagen 1 y Plantilla esto dentro del menú de Imágenes su utilización es la siguiente:

Imagen 1: Es una pantalla en blanco y donde se configura el menú principal.

Plantilla: Es una pantalla donde configuramos todas las opciones que deseamos que aparezcan en todas las pantallas.

## 2.6: CREAR IMÁGENES CON WIN CC FLEXIBLE.

Para poder ver los tipos de imágenes que se pueden utilizar en el panel operador TP170B se utiliza la carpeta Imágenes que se encuentra en la ventana Proyecto, lo cual puede observarse en la figura 10.

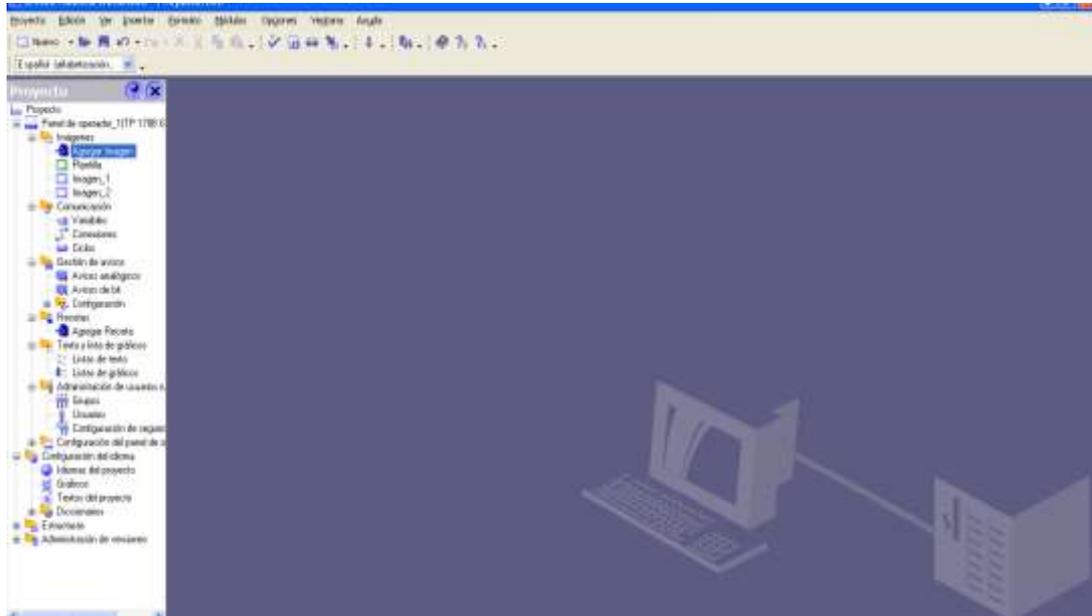


Figura 10: Menú de imágenes.

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

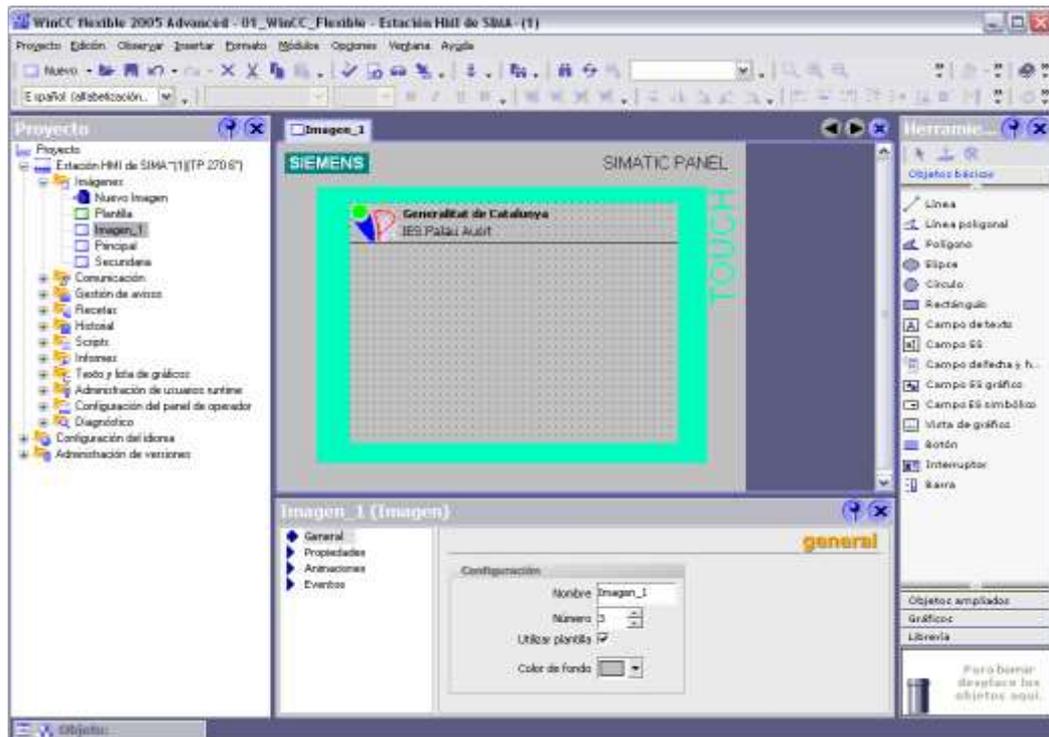
Para crear otra imagen dentro del panel operador realizamos doble clic sobre la opción “Imágenes-Nueva Imagen” la cual aparece con el nombre de “Imagen\_1” por defecto lo cual contendrá lo que se encuentre configurado en la imagen de la “Plantilla”, también se puede usar la opción del menú superior “Insertar- Nueva entrada- Imagen, ver figura 11.



Figura 11: Insertar nueva imagen.

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

De cualquiera de las dos maneras que se utilice aparece la siguiente imagen creada ver figura 12:



**Figura 12: Pantalla creada.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Se puede cambiar el nombre de las imágenes para que exista una mejor comprensión del desarrollo de la aplicación, lo cual se puede realizar de la siguientes formas.

1. Sobre el nombre Imagen\_1 damos un clic para seleccionarlo y después hacemos otro clic con lo cual ya podemos cambiar el nombre.
2. Seleccionamos con un clic Imagen\_1 y después hacemos clic en el botón derecho del mouse y elegimos la opción Cambiar nombre y damos clic izquierdo con el mouse con lo cual se puede cambiar el nombre de la imagen.
3. Se lo puede realizar también desde las Propiedades de la ventana en la opción general y en el campo nombre realizar el cambio.

En las propiedades de la ventana se pueden apreciar las siguientes opciones: general, propiedades, animaciones y eventos cada uno con características diferentes, ver figura 13.



**Figura 13: Propiedades de la pantalla creada.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Nombre: es puesto por el usuario.

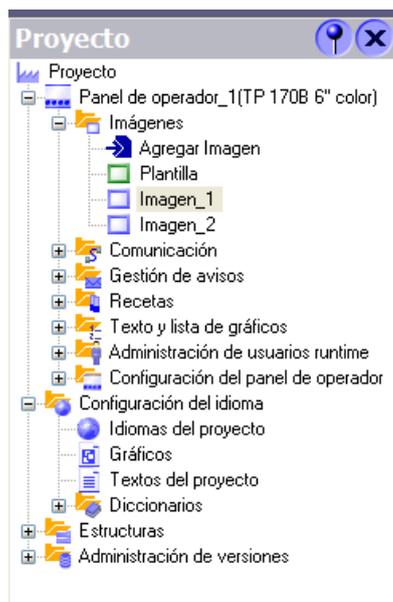
Número: es el número de la imagen.

Plantilla: Si se desea que esta imagen utilice lo configurado en la plantilla.

Color de fondo: es el color que va a tener el fondo de la ventana escogido por el usuario.

### **2.6.1: VENTANA PROYECTO.**

Es donde se encuentra todas las opciones que se utiliza para la configuración de las pantallas creadas y del panel operador, como por ejemplo las imágenes, comunicación, gestión de avisos, recetas, historial, scripts, etc. ver figura 14:



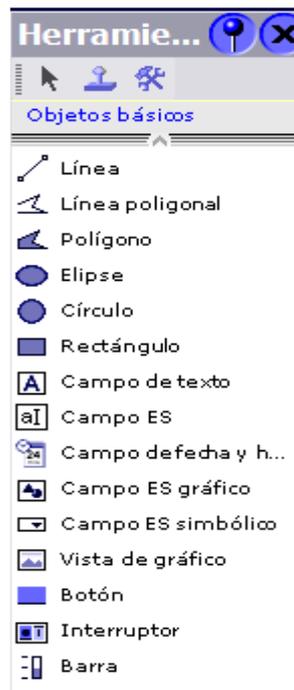
**Figura 14: Ventana proyecto.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Una imagen es el nombre que le da Win CC flexible a cada pantalla creada. Para observar la cantidad de imágenes creadas lo podemos realizar desde la ventana de Proyecto haciendo clic en la cruz de la carpeta de Imágenes. Para visualizar cualquiera pantalla de ellas hacemos doble clic sobre cualquiera de éstas y además se verá sus propiedades.

### **2.6.2: VENTANA HERRAMIENTAS.**

En la ventana de Herramientas se encuentra todos los elementos que se pueden colocar dentro de la imágenes creadas como son: campo de texto, campo de entrada/salida, botones, etc. dentro de los objetos básicos; ventana de avisos dentro de objetos ampliados; carpetas de símbolos como switches, bombas, motores, etc. dentro de la librería, ver figura 15.



**Figura 15: Ventana de herramientas.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

### **2.6.3: COLOCACIÓN ELEMENTOS DENTRO DE LAS IMÁGENES.**

Para insertar cualquier elemento ya sea de los objetos básicos, ampliados o librerías dentro de cualquier imagen creada se lo realizará de la siguiente manera:

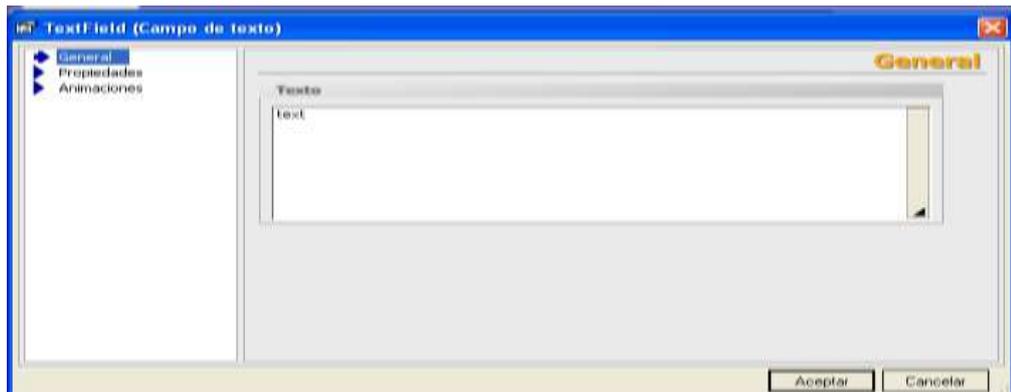
Se seleccionará el elemento que se va utilizar con un clic izquierdo y automáticamente se lo puede llevar con el cursor a cualquier área dentro de la imagen, para fijarlo en el área deseada bastará hacer clic izquierdo del mouse en el lugar que se desee.

#### **2.6.3.1: CAMPO TEXTO.**

Para crear un texto dentro de una imagen creada se elegirá de la ventana de herramientas los objetos básicos: CAMPO DE TEXTO.

Al seleccionar campo texto y ver las propiedades observaremos esta pantalla con las siguientes opciones como se observa en la figura 16:

General: Donde se puede escribir el texto que se desee dentro del campo de texto.



**Figura 16: Menú general campo de texto.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Propiedades: Esta dispone de varias opciones las cuales pueden observarse en la figura 17:



**Figura 17: Apariencia de campo de texto.**

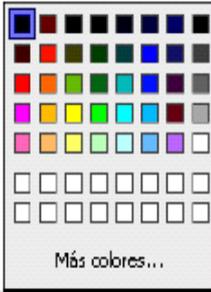
**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Apariencia: Sirve para darle color al texto introducido dentro del campo. El cual tiene dos ítems que son: relleno y borde, lo que puede observarse en la figura 18 y figura 19.

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Relleno	Color de fuente	Color con el que queremos que aparezca el texto introducido.  Dispone de las siguientes opciones de color: 
	Color de fondo	Color con el que queremos que aparezca el cuadro del fondo en donde tenemos el texto introducido.  Dispone de las siguientes opciones de color: 
	Estilo de relleno	Dispone de dos opciones para elegir si se desea que el cuadro del fondo del texto sea: <input type="checkbox"/> Compacto      Con el color de fondo asignado anteriormente. <input type="checkbox"/> Transparente      Que sea transparente.

**Figura 18: Relleno de campo de texto.**

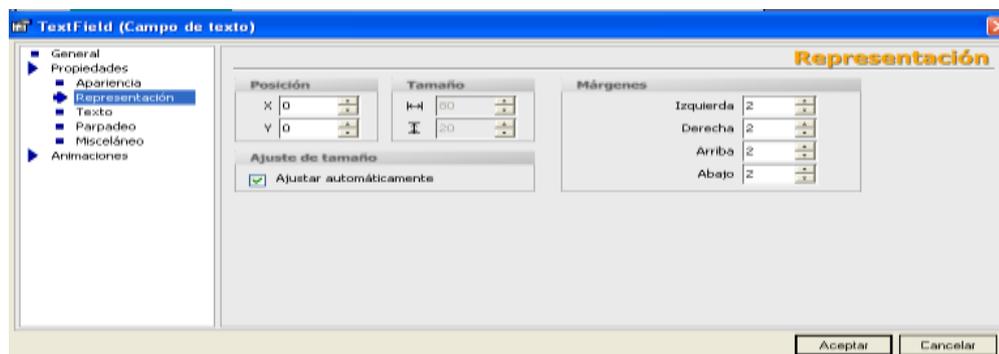
Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Borde	Ancho	El ancho del borde del cuadro que contiene el texto introducido. Esta opción es activa cuando se elige el "Estilo" del tipo "Compacto".
	Color	El color del borde del cuadro que contiene el texto introducido.  Dispone de las siguientes opciones de color: 
	Estilo	El color de fondo que el usuario le asigna a la imagen creada. <input type="checkbox"/> Compacto <b>Compacto:</b> Cuando deseemos que el cuadro contenga una línea alrededor. Al elegir esta opción, se activan las opciones "Ancho" y "3D". <input type="checkbox"/> Ninguno <b>Ninguno:</b> Cuando deseemos que el cuadro de texto no contenga línea alguna alrededor.
	3D	Si deseamos que el cuadro que contiene el texto se visualice en formato de tres dimensiones. Esta opción es activa cuando se elige el "Estilo" del tipo "Compacto".

**Figura 19: Borde de campo de texto.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Representación: Se utiliza para variar las dimensiones de ancho y largo del cuadro, como también la posición del campo de texto. Lo cual tiene algunas opciones que pueden observarse en las figuras 20, 21, 22 y 23.



**Figura 20: Representación de campo de texto.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Posición	X	Distancia desde el borde izquierdo de la pantalla al inicio del cuadro que contiene el texto introducido.
	Y	Distancia desde el borde superior, a partir del encabezado incluido en la plantilla, de la pantalla al inicio del cuadro que contiene el texto introducido.

**Figura 21: Posición de campo de texto.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Tamaño		El ancho total del cuadro que contiene el texto introducido.
		La altura total del cuadro que contiene el texto introducido.

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Ajuste del tamaño	Ajustar automáticamente	En el caso de elegir esta opción el cuadro que contiene el texto introducido se ajusta automáticamente al contenido. Deshabilitando las opciones del campo "Tamaño".

**Figura 22: Ajuste de tamaño de campo de texto.**

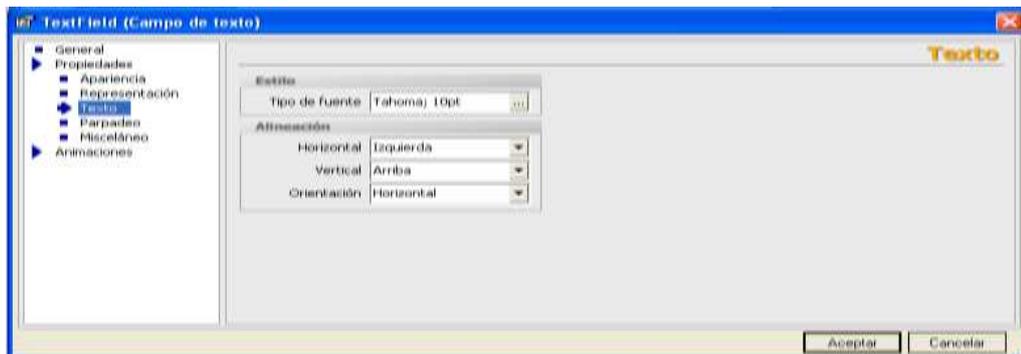
Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Márgenes	Izquierda	Representa el margen que existe entre el borde izquierdo del cuadro de texto y la primera letra del texto incluido.
	Derecha	Representa el margen que existe entre el borde derecho del cuadro de texto y la última letra del texto incluido.
	Arriba	Representa el margen que existe entre el borde superior del cuadro de texto y el texto incluido.
	Abajo	Representa el margen que existe entre el borde inferior del cuadro de texto y el texto incluido.

**Figura 23: Márgenes de campo de texto.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Formato de texto: Se lo utiliza para elegir el tipo de letra que se usa como para la alineación del texto, ver figuras 24, 25 y 26.



**Figura 24: Formato del texto de campo de texto.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Estilo	Tipo de fuente	<p>Para elegir tanto la fuente como el estilo y el tamaño de la letra del texto introducido.</p> <p>También existen otros efectos opcionales como son el subrayado y el tachado.</p>

**Figura 25: Estilo del texto de campo de texto.**

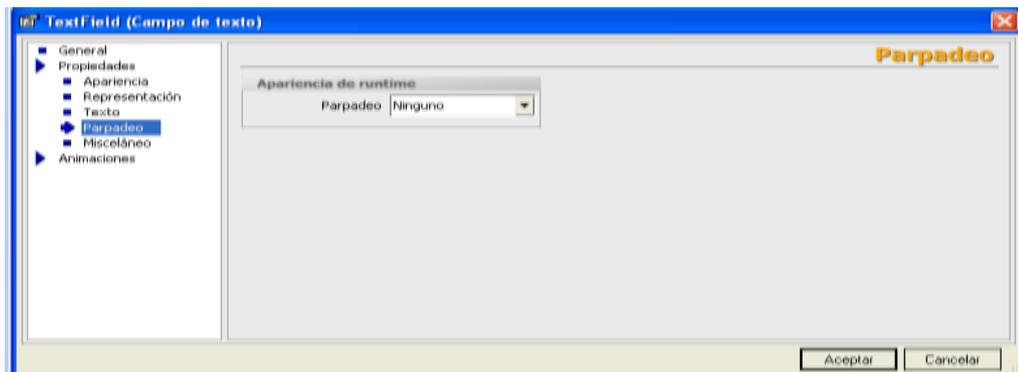
**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN		
Alineación	Horizontal	Con esta opción elegimos como queremos que aparezca la alineación horizontal del texto dentro de cuadro. Ofrece las siguientes opciones:		Izquierda Centrar Derecha
	Vertical	Con esta opción elegimos como queremos que aparezca la alineación vertical del texto dentro de cuadro. Ofrece las siguientes opciones:		Arriba Centro Abajo
	Orientación	Con esta opción elegimos como queremos que aparezca la orientación del texto dentro de cuadro. Ofrece las siguientes opciones:		Derecha vertical Horizontal Izquierda vertical
		HORIZONTAL	Derecha vertical	HORIZONTAL
			Horizontal	HORIZONTAL
				HORIZONTAL
			Izquierda vertical	

**Figura 26: Alineación del texto de campo de texto.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

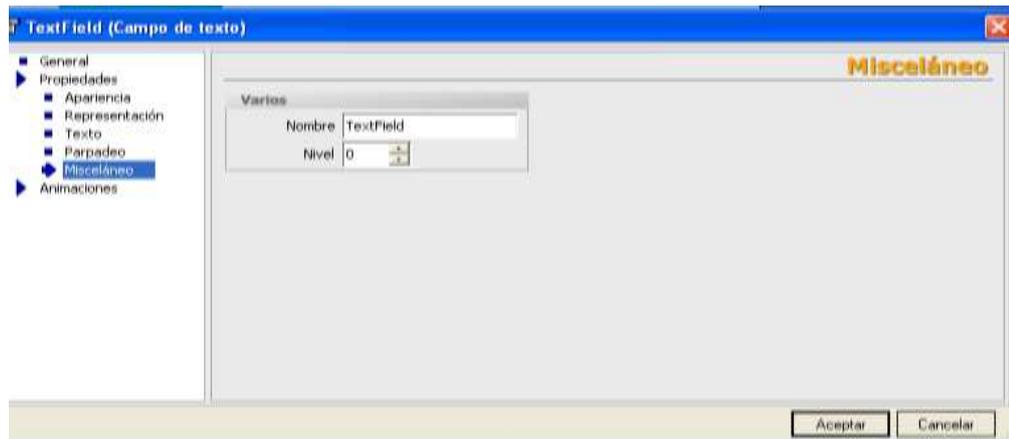
Parpadeo: Se lo utiliza si se desea que el texto parpadee o no, ver figura 27.



**Figura 27: Parpadeo de campo de texto.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Misceláneo: Sirve para poder cambiar el nombre del campo de texto introducido que por defecto es de campo de texto\_1 como el nivel, ver figura 28.



**Figura 28: Misceláneo de campo de texto.**

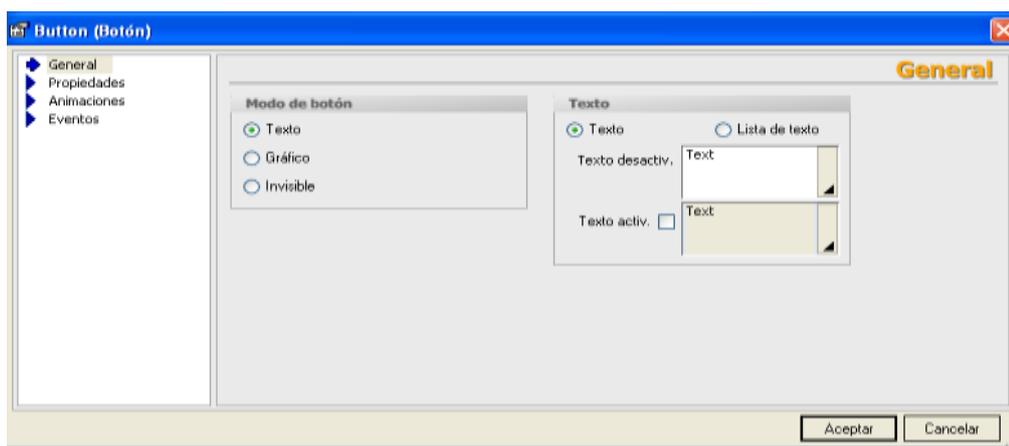
**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

### 2.6.3.2: BOTÓN.

Para crear un botón dentro de una imagen creada se elegirá de la ventana de herramientas los objetos básicos: BOTÓN.

Para introducirlo dentro de la imagen se realiza un clic con el botón izquierdo del mouse y se lleva el cursor hasta la pantalla donde se realiza otro clic con lo que ya queda añadido dentro de la pantalla.

Al seleccionar botón y ver las propiedades observaremos esta pantalla con las siguientes opciones, ver figura 29:



**Figura 29: Menú general de botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

General: para elegir el tipo de botón que vamos a utilizar en la pantalla, ver figura 30.

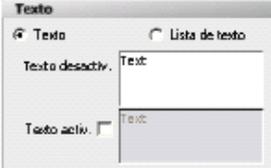
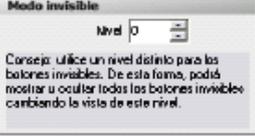
CAMPO	DESCRIPCIÓN
Modo de botón	<p><b>Texto</b></p> <p>Para representar en el botón un texto que será el incluido en el apartado "Texto desactiv." De esta misma ventana.</p> <p>Al elegir esta opción nos ofrece las siguientes alternativas:</p> <p>Si elegimos la opción de "Texto activ.", hará que aparezca un texto diferente según sea si el botón está activado o desactivado.</p> <p>Si por el contrario se elige la opción "Lista de texto" se tendrá que configurar una lista de textos relacionada con una variable que aparecerán en el botón dependiendo del estado en el que se encuentre esa variable</p> 
	<p><b>Gráfico</b></p> <p>Para representar en el botón un dibujo.</p> <p>Al elegir esta opción nos ofrece las siguientes alternativas:</p> <p>Si por el contrario se elige la opción "Lista de gráficos" se utilizará para que aparezca un dibujo diferente dependiendo del estado de una variable, por ejemplo un semáforo en rojo y otro en verde, y que según sea el estado del proceso aparezca uno u otro.</p> 
	<p><b>Invisible</b></p> <p>Para hacer que el botón diseñado sea invisible en el modo ejecución.</p> <p>Al elegir esta opción nos ofrece la siguiente alternativa:</p> 

Figura 30: Modo de botón.

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Propiedades: Tiene varias opciones las cuales pueden observarse en la figura 31:



Figura 31: Apariencia de botón.

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Dentro de Apariencia tenemos las opciones de Fondo y foco, Borde, observar las figuras 32 y 33.

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Fondo y foco	Color de primer plano	Color con el que queremos que aparezca el texto introducido.  Dispone de las siguientes opciones de color: 
	Color de fondo	Color con el que queremos que aparezca el fondo del botón.  Dispone de las siguientes opciones de color: 
	Color de foco	Color del marco de enfoque para resaltar que objeto tiene el foco en cada momento.  Dispone de las siguientes opciones de color: 
	Ancho de selección	Valor en pixels del ancho de la línea del foco del botón.

**Figura 32: Fondo y foco de botón.**

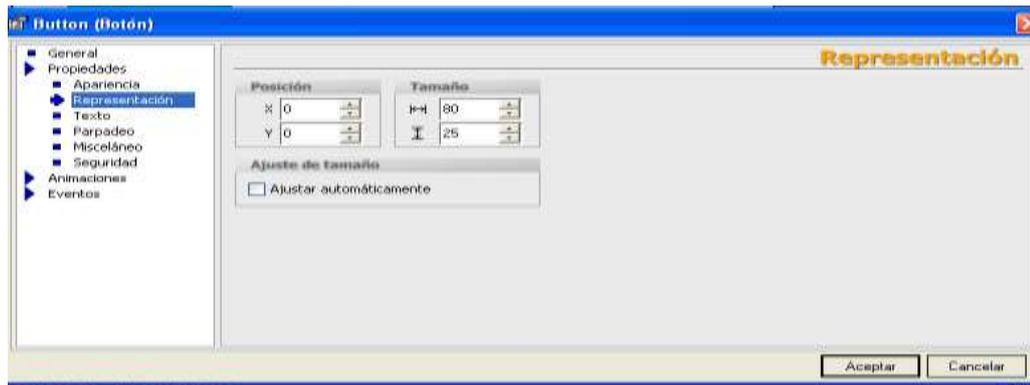
Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Borde	3D	Para seleccionar de forma opcional si se desea que el botón tenga un aspecto de tres dimensiones o no.

**Figura 33: Borde de botón.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Representación: Se utilizan para variar el tamaño y posición del botón dentro de la pantalla, ver figuras 34 y 35.



**Figura 34: Representación de botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Posición	X	Distancia desde el borde izquierdo de la pantalla al inicio del cuadro del botón.
	Y	Distancia desde el borde superior, a partir del encabezado incluido en la plantilla, de la pantalla al inicio del botón.

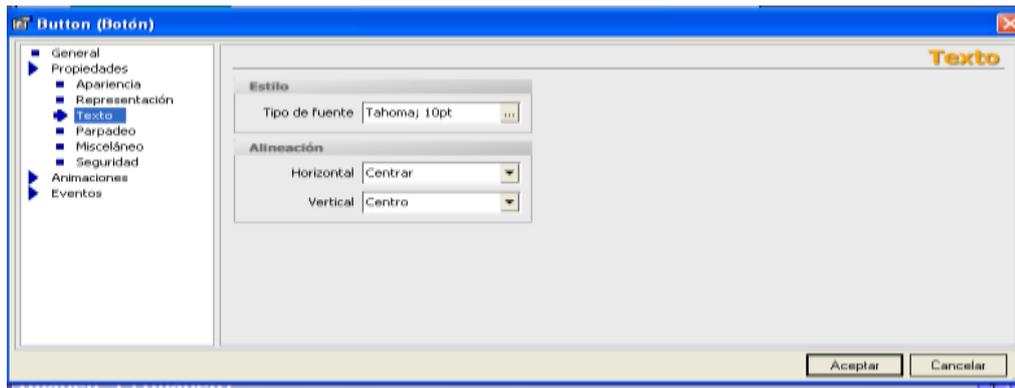
CAMPO		DESCRIPCIÓN
Tamaño		El ancho total del cuadro del botón.
		La altura total del cuadro del botón.

CAMPO		DESCRIPCIÓN
Ajuste del tamaño	Ajustar automáticamente	En el caso de elegir esta opción el cuadro del botón se ajusta automáticamente al contenido del texto o gráfico introducido.

**Figura 35: Posición y tamaño de botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Formato del texto: Se lo utiliza para seleccionar el tipo y tamaño de letra, ver figuras 36 y 37.



CAMPO		DESCRIPCIÓN
Estilo	Tipo de fuente	<p>Para elegir tanto la fuente como el estilo y el tamaño de la letra del texto introducido.</p> <p>También existen otros efectos opcionales como son el subrayado y el tachado.</p> 

**Figura 36: Formato de texto de botón.**

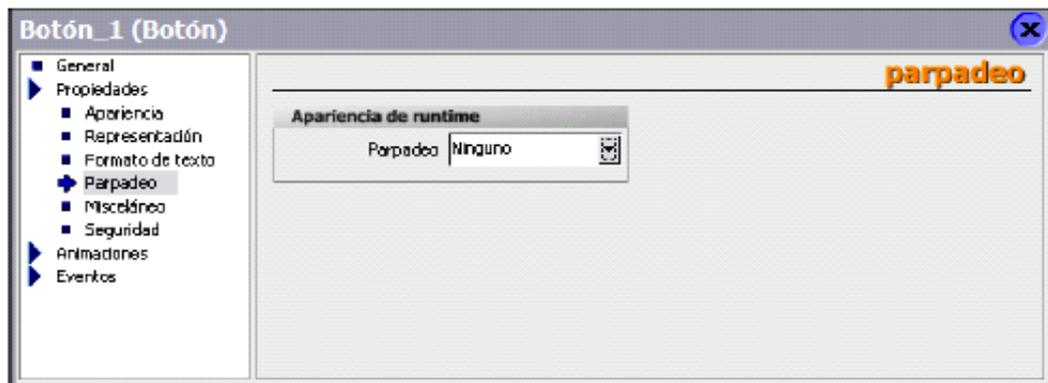
Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

CAMPO		DESCRIPCIÓN			
Alineación	Horizontal	<p>Con esta opción elegimos como queremos que aparezca la alineación horizontal del texto dentro del botón. Ofrece las siguientes opciones:</p> <table border="1"> <tr><td>Izquierda</td></tr> <tr><td>Centrar</td></tr> <tr><td>Derecha</td></tr> </table>	Izquierda	Centrar	Derecha
	Izquierda				
Centrar					
Derecha					
Vertical	<p>Con esta opción elegimos como queremos que aparezca la alineación vertical del texto dentro del botón. Ofrece las siguientes opciones:</p> <table border="1"> <tr><td>Arriba</td></tr> <tr><td>Centro</td></tr> <tr><td>Abajo</td></tr> </table>	Arriba	Centro	Abajo	
Arriba					
Centro					
Abajo					

**Figura 37: Alineación de texto del botón.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

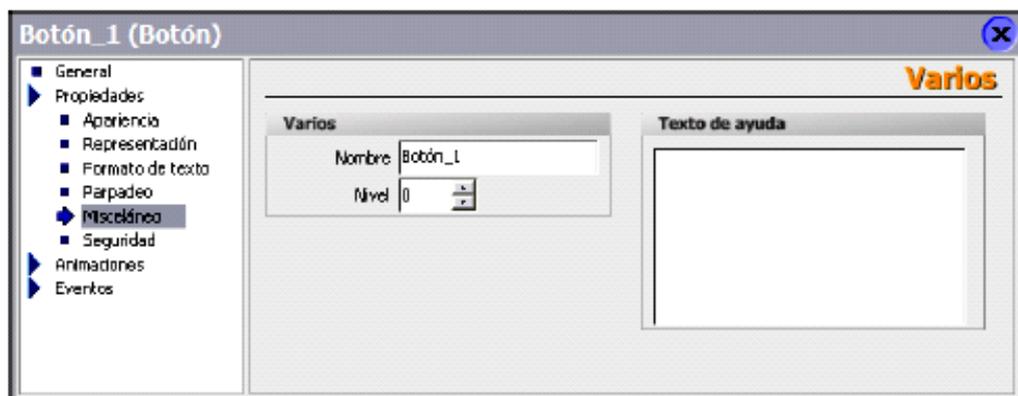
Parpadeo: Sirve para producir el efecto de parpadeo del botón. El cual dispone de las siguientes opciones, ver figura 38.



**Figura 38: Parpadeo de relleno de botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Misceláneo: Sirve para poder cambiar el nombre del botón introducido que por defecto es el nombre del objeto introducido dentro de la pantalla seguido de un guion el cual indica el número de objetos del mismo tipo introducidos como también dispone de un campo de texto de ayuda que guíe al diseñador en su configuración, ver figura 39.

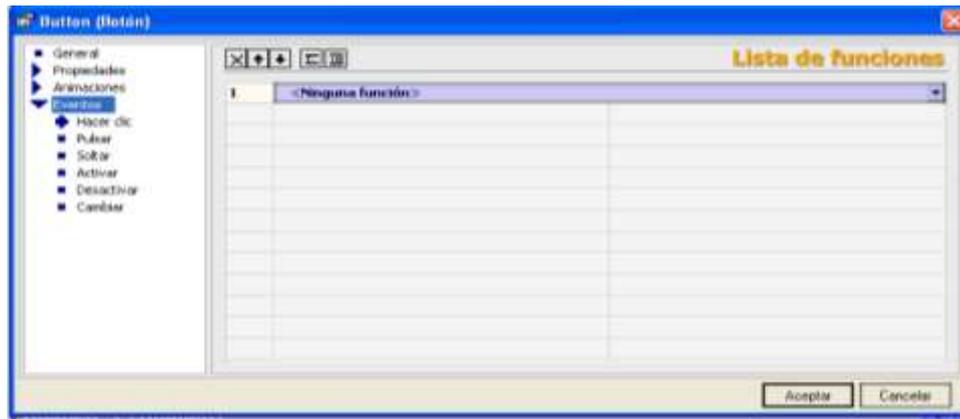


**Figura 39: Misceláneo de botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Eventos: Sirve para seleccionar cualquiera de los eventos que hará producir una función relacionada con el botón y pueden ser las siguientes, ver figura 40.

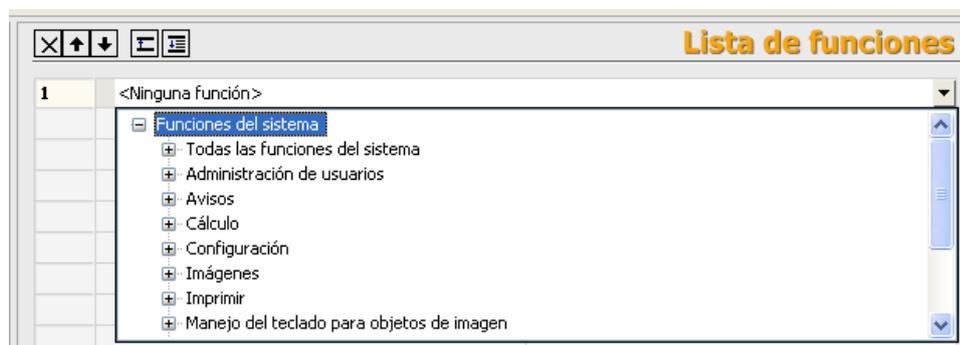
- a) Hacer clic
- b) Pulsar
- c) Soltar
- d) Activar
- e) Desactivar
- f) Modificar



**Figura 40: Eventos del botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

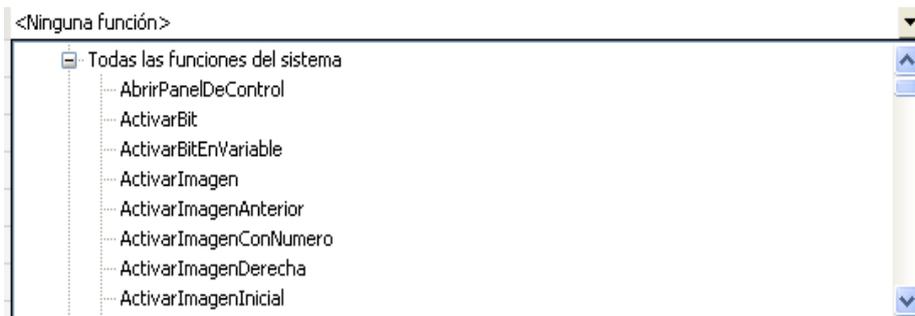
Por ejemplo al elegir el evento Hacer clic se muestra que no existe <Ninguna función> relacionada con ese evento, por lo cual desplegamos éste menú para elegir cualquiera de las funciones que se desea relacionar con el evento, ver figura 41.



**Figura 41: Lista de funciones del botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

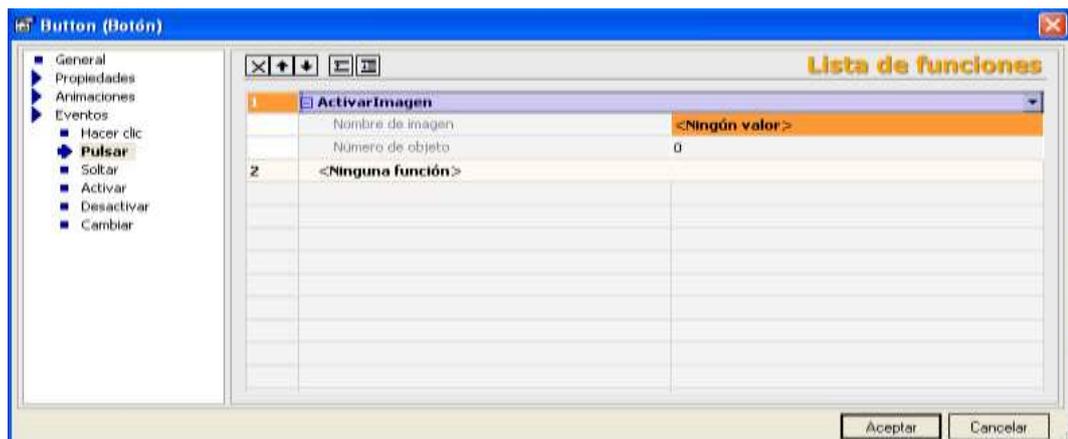
Si desplegamos por ejemplo la función Imágenes encontraremos las siguientes opciones, ver figura 42.



**Figura 42: Función de imágenes.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Donde escogemos la acción que queremos que se ejecute al producirse el evento de Hacer clic sobre el botón, en este caso escogemos “Activar Imagen” con lo cual aparecerá la siguiente pantalla, ver figura 43.



**Figura 43: Evento de pulsar el botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

En donde tenemos que indicar el nombre de la imagen que queremos que active el botón al producirse el evento de Hacer clic para esto se realiza un clic en <Ningún valor> y aparecerá una lista con los nombres de las imágenes creadas en el proyecto, ver figura 44.

Sí...	Nombre	Información
	No definida	
<input type="checkbox"/>	Principal	*Nº de imagen 1
<input type="checkbox"/>	Secundaria	Nº da Imagen 2

**Figura 44: Selección de imágenes al pulsar botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Donde escogemos la imagen que se desea relacionar con el botón una vez realizado esto aparece la pantalla anterior pero con el nombre de la imagen, ver figura 45.



**Figura 45: Imagen seleccionada para el botón.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

## 2.7: GUARDAR PROYECTO REALIZADO.

Una vez que se ha terminado de realizar el proyecto es necesario realizar la compilación del programa para determinar si tiene algún error o advertencia, ya que al tener lo primero no se podrá realizar la transferencia al panel operador por lo que se debe corregir, para en caso de una advertencia si se podrá realizar la transferencia del programa.

Una vez que se ha corregido el error o advertencia podemos guardar el programa por medio de este icono de la barra de herramientas, ver figura 46.



**Figura 46: Guardar proyecto en Win CC Flexible.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

## 2.8: COMPROBACIÓN DEL PROYECTO REALIZADO.

Para la comprobación del proyecto podemos realizarlo de dos maneras:

1. Cargando el proyecto en el panel operador.
2. Por medio del simulador que tiene el Win CC Flexible.

Pasos a seguir:

1. Si se realiza la carga del programa realizado en el Win CC Flexible al panel operador TP 170B se realizará lo siguiente:
  - a. Primero se seleccionará el tipo de conexión que se utilizará para cargar el programa al panel operador el cual puede ser:

Conexión del ordenador	Tipo de cable	Conexión del TP 270
COM x (RS-232)	Cable RS-232	IF 2 RS232 Config/Printer
	Cable MPI	IF 1B RS-422/RS-485 PLC
USB	Cable datos USB	USB

**Figura 47: Selección de modo de conexión.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

b. Configurar el puerto de comunicación del panel operador TP170B lo cual lo realizamos de la siguiente manera:

1. Primero se energiza el panel operador TP170B y se entra en el menú Panel de control del sistema.

2. Se elige el icono de Transfer Settings y se configura lo siguiente, ver figura 48.

- El tipo de conexión a utilizar por el ordenador.
- La velocidad de transferencia de la comunicación.
- La dirección MPI que va a tener el panel operador.

Channel 1:  
Serial:  Enable Channel  
 Remote Control

Channel 2:  
MPI:  Enable Channel  
 Remote Control

**Figura 48: Selección de modo de conexión.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Aceptamos la configuración con “OK” y después cerramos la ventana con “X”, salimos del menú del panel de control y elegimos ahora el menú “Transfer” con lo cual ya queda listo el panel para recibir el programa desde la PC.

## **2.9: CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN DEL PANEL OPERADOR.**

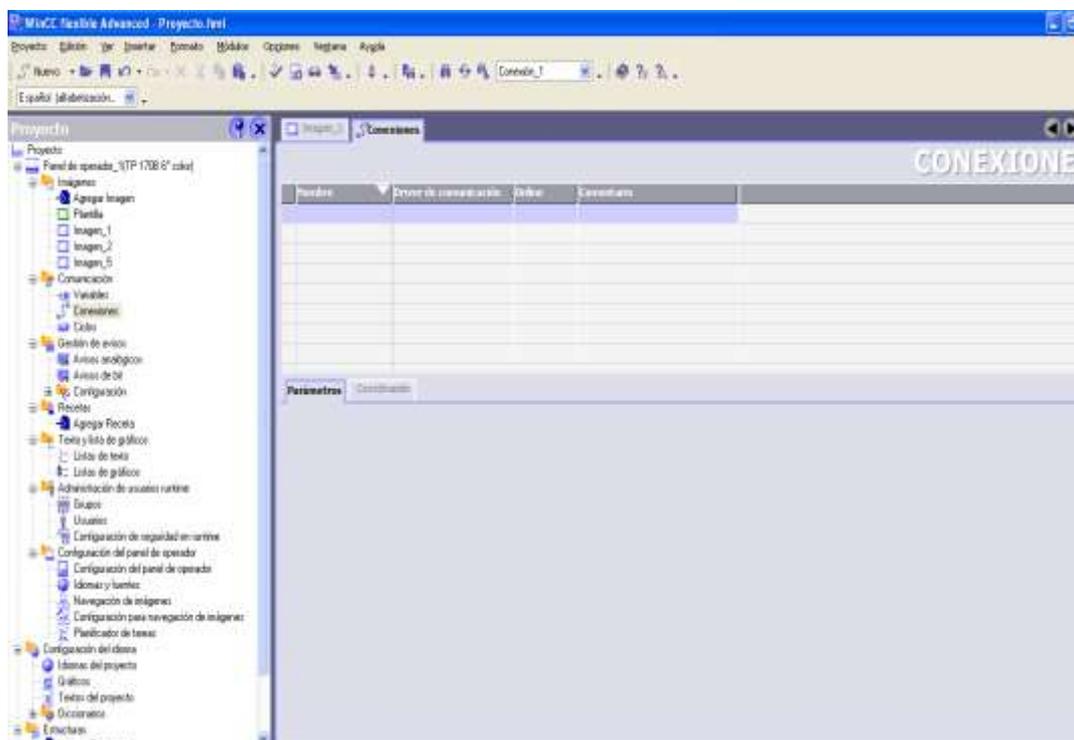
Para lo cual accedemos desde el menú Proyecto elegimos **Comunicación-conexiones**, ver figura 49.



**Figura 49: Comunicación del panel operador.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

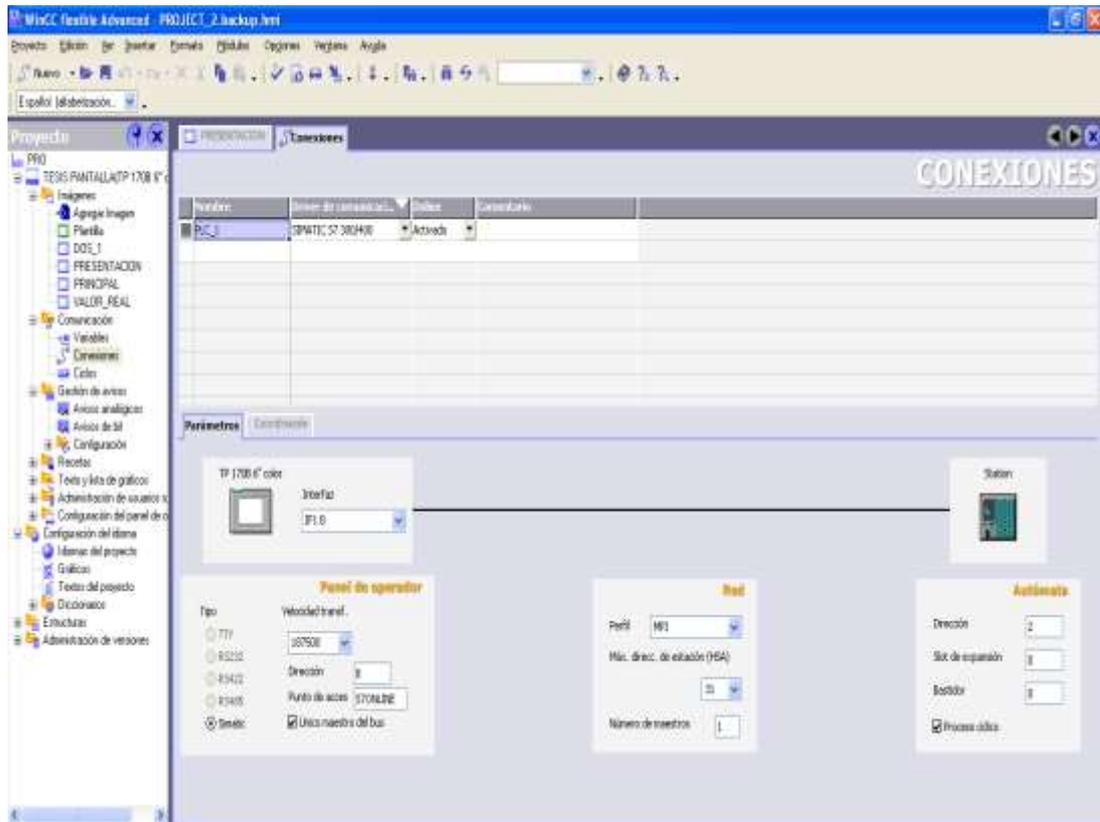
Dentro del cual aparece la siguiente pantalla de conexiones, ver figura 50.



**Figura 50: Pantalla conexiones del panel operador.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

En donde al hacer clic sobre la primera fila aparece por default la siguiente configuración ver figura 51:



**Figura 51: Pantalla de configuración del panel operador.**

**Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>**

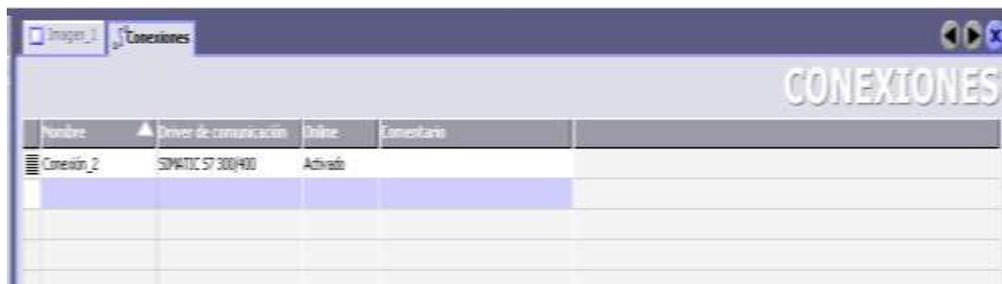
Donde se configura la conexión del panel operador ver figura 52:

CAMPO	DESCRIPCIÓN
<b>Nombre</b>	Le indicamos un nombre a gusto del usuario para reconocer la conexión, por ejemplo S7-300_#2, indicamos que está relacionado con un S7-300 con dirección de red número 2.
<b>Activo</b>	Para indicarle si la conexión está activa o no entre la TP 270 y este controlador. Dispone de las siguientes opciones: <input type="radio"/> Desactivado <input checked="" type="radio"/> Activado
<b>Driver de comunicación</b>	Para indicarle con que sistema de controlador se va a comunicar la TP 270. Dispone de las siguientes opciones: <input type="radio"/> Allen Bradley DF1 <input type="radio"/> Allen Bradley DH485 <input type="radio"/> GE Fanuc SNP <input type="radio"/> LG GLOFA-GM <input type="radio"/> Mitsubishi FX <input type="radio"/> Mitsubishi Protocol 4 <input type="radio"/> Modicon MODBUS <input type="radio"/> Omron Hostlink / Multlink <input type="radio"/> SIMATIC 500/505 serial <input type="radio"/> SIMATIC 500/505 CP <input type="radio"/> SIMATIC 55 AS511 <input type="radio"/> SIMATIC 55 DP <input type="radio"/> SIMATIC 57 200 <input checked="" type="radio"/> SIMATIC 57 300/400 <input type="radio"/> SIMOTION <input type="radio"/> SIMATIC HMI HTTP Protocol
<b>Estación</b>	Para elegir un controlador de los que STEP 7 tiene configurados en el proyecto. Dispone de las siguientes opciones:  <p>Al elegir uno de los posibles controladores configurados en el proyecto de STEP 7, automáticamente quedan configurados los dos campos siguientes, Interlocutor y Nodo.</p>
<b>Interlocutor</b>	Aparecerá la CPU remota con la que la TP se comunicará.
<b>Nodo</b>	Aparecerá el nodo remoto con la que la TP se comunicará.
<b>Online</b>	Elegimos si queremos que exista comunicación o no con el controlador. Dispone de las siguientes opciones: <input type="radio"/> Desactivado <input checked="" type="radio"/> Activado
<b>Comentario</b>	El usuario de forma opcional puede poner cualquier comentario.

**Figura 52: Parámetros de selección de la conexión del panel operador.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Una vez configurado la conexión del panel queda de la siguiente forma, ver figura 53.



**Figura 53: Parámetros seleccionados para la conexión del panel operador.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

En la parte inferior de las conexiones queda ya configurado ver figura 54:



**Figura 54: Configuración del panel operador.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

En donde solo se puede modificar la velocidad de transferencia y su perfil. Si se va usar la Red MPI, la velocidad de transferencia debe estar siempre en 187500.

2. Si lo realizamos por medio del simulador del programa nos ubicamos en la barra de herramientas y elegimos el icono de Iniciar Runtime, ver figura 55.



**Figura 55: Simulación de la configuración del panel operador.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Por lo cual se abre una pantalla con el panel operador TP 170B configurado por nosotros donde podemos pulsar los botones que fueron configurados para que abran las pantallas relacionadas.

## 2.10: TRANSFERIR PROYECTO A PANEL TP 170B.

Para la transferencia del proyecto al panel operador TP 170 B se lo puede realizar desde el menú de herramientas escogiendo el icono de flecha que indica Transferir configuración, ver figura 56.



**Figura 56: Transferencia de la configuración del panel operador.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Después de lo cual aparece la siguiente ventana, que es la manera como se va a realizar la transferencia del programa al panel, ver figura 57.

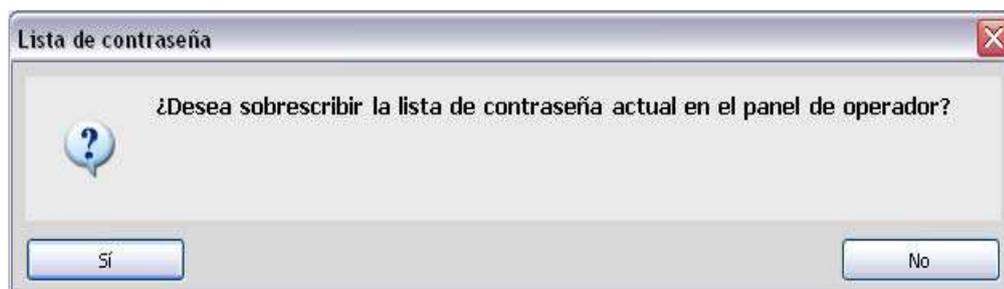


**Figura 57: Configuración para la transferencia.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Donde se puede configurar en Modo en el cual se elige el tipo de comunicación que se va a utilizar, en Puerto se elige el puerto de la PC, USB o dirección MPI por el cual va a realizarse la comunicación y por último se elige la velocidad de transferencia de la comunicación.

Una vez hecho esto se puede transferir por medio del botón Transferir, en el cual saldrá el siguiente mensaje el cual le decimos Sí, ver figura 58.



**Figura 58: Pantalla de sobrescribir contraseña.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Después de esto realiza la verificación de la comunicación y aparece la siguiente pantalla si todo está correcto se realiza la carga del programa, ver figura 59.



**Figura 59: Inicio de transferencia de la configuración.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

## 2.11: INTRODUCCIÓN A LA NEUMÁTICA

### 2.11.1: EL AIRE.

Es un fluido compuesto por una mezcla de gases (nitrógeno (78%) y oxígeno (21%). El 1% restante lo forman el argón (0,9%), el dióxido de carbono (0,03%), distintas proporciones de vapor de agua, y trazas de hidrógeno, ozono, metano, monóxido de carbono, helio, neón, kriptón y xenón.) que forma la atmósfera de la tierra.

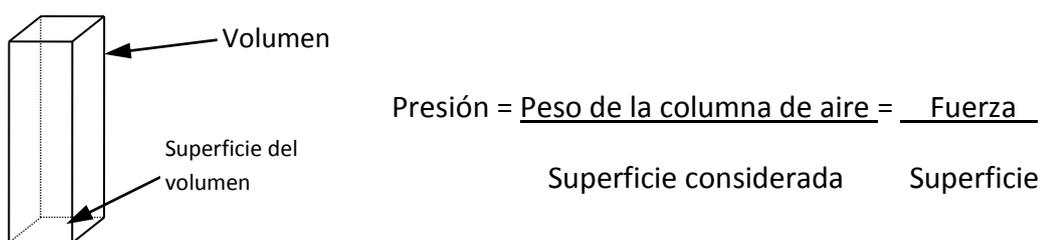
### 2.11.2: LA ATMOSFERA.

El aire es la masa de gas que envuelve el globo terrestre y se encuentra dividida por capas. La temperatura de la atmósfera disminuye a medida que aumenta la altura

### 2.11.3: LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

El aire como cualquier otra sustancia tiene masa y por lo tanto tiene peso, la presión atmosférica es el peso de toda la columna (volumen) de aire que hay desde la superficie de la tierra hasta la exosfera dividido la superficie de la base de la columna considerada.

Pero esta es variable según las condiciones climatológicas y oscila a nivel del mar entre 0,980 bar y 1,040 bar, aproximadamente 1 bar es un Kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 60: Presión atmosférica**

**Fuente: Neumática básica.**

Pero nos debemos preguntar ¿Qué es la fuerza?, ¿Qué es la superficie?, en realidad son magnitudes físicas que nos permiten entender mejor el comportamiento del aire

#### 2.11.4: FUERZA:

Cualquier acción o influencia que modifica el estado de reposo o de movimiento de un objeto. La fuerza es un **vector**, lo que significa que tiene módulo, dirección y sentido. Cuando sobre un objeto actúan varias fuerzas, éstas se suman vectorialmente para dar lugar a una fuerza total o resultante.

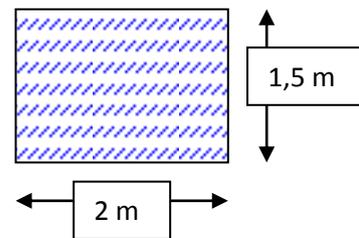
En el Sistema Internacional de unidades, la fuerza se mide en newtons: 1 newton (N) es la fuerza que proporciona a un objeto de 1 kg de masa una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>.

#### 2.11.5: SUPERFICIE:

Es el espacio ocupado por una determinada figura en un plano determinado.

En el Sistema Internacional de unidades, la superficie se mide en metros cuadrados.

$$\text{Superficie} = \text{Lado} \times \text{Lado} = 1.5\text{m} \times 2\text{m} = 3\text{m}^2$$



Por lo tanto:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}} = \frac{\text{Kg.m/seg}^2}{\text{m}^2} = \frac{\text{Newton}}{\text{m}^2} = \text{Pascal}$$

Tenemos varios sistemas de unidades:

Algunas unidades básicas.

MAGNITUDES FÍSICAS	CGS	MKS	TÉCNICO
Longitud	Cm	Metros	Metros
Masa	gr	kg	U.T.M
Tiempo	Seg.	Seg.	Seg.

**Tabla 5: Unidades básicas.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

A partir de éstas, se derivan otras magnitudes físicas importantes como:

Superficie	Cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Velocidad	Cm/seg	m/seg	m/seg
Aceleración Cm/seg	m/seg <sup>2</sup>	m/seg <sup>2</sup>	
Fuerza	Dina	Newton kgf	
Presión	Bario (bar)	Pascal kKgf/m <sup>2</sup>	

**Tabla 6: Magnitudes físicas importantes**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Para la descripción de una magnitud física se necesita siempre un valor numérico y una unidad. Por ejemplo una presión de 6 bar, el valor numérico es 6 y la unidad el “bar”. Existen diferentes unidades para cada una de las magnitudes, por ejemplo como unidad de fuerza tenemos el Kilogramo fuerza, el Newton, la Dina, la libra y muchas otras más. Con el fin de estandarizar, la mayoría de los países han acordado unificar las unidades según el sistema internacional de unidades, abreviado (SI).

En las industrias se utiliza aire comprimido entre otras cosas, porque es la solución de muchos problemas de automatización.

Las características más importantes que han contribuido a su popularidad son:

CARACTERÍSTICAS	MOTIVOS
Abundante	Está Disponible en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
Transporte	El aire comprimido podemos transportarlo por tuberías. No es necesario que dispongamos de tubería de retorno.
Almacenable	El aire comprimido podemos almacenarlo en depósito y tomarlos estos.
Temperatura	Garantiza un trabajo seguro incluso a temperatura extremas.
Antideflanrante	No existe ningún riesgo de explosión ni incendio.
Limpio	El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en tuberías o elementos, no produce ningún ensuciamiento.
Velocidad	Por ser un gas no permite obtener velocidad de trabajo muy elevadas.
Preparación	El aire comprimido debemos prepararlo, antes de su utilización. Es preciso que eliminemos impureza y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
Compresible	Con aire comprimido no es posible que obtengamos velocidades uniformes y constante ne los actuadores.
Fuerza	El aire comprimido es económico sólo hasta cierta presión. Utilizando normalmente una presión de 7Kgf/cm <sup>2</sup>
Escape	El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.

**Tabla 7: Características importantes de aire comprimido**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

## **2.11.6: PRODUCCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.**

### **2.11.6.1 GENERADORES.**

Para producir aire comprimido utilizamos compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. El aire comprimido viene de la sala de compresores y llega a las instalaciones a través de tuberías.

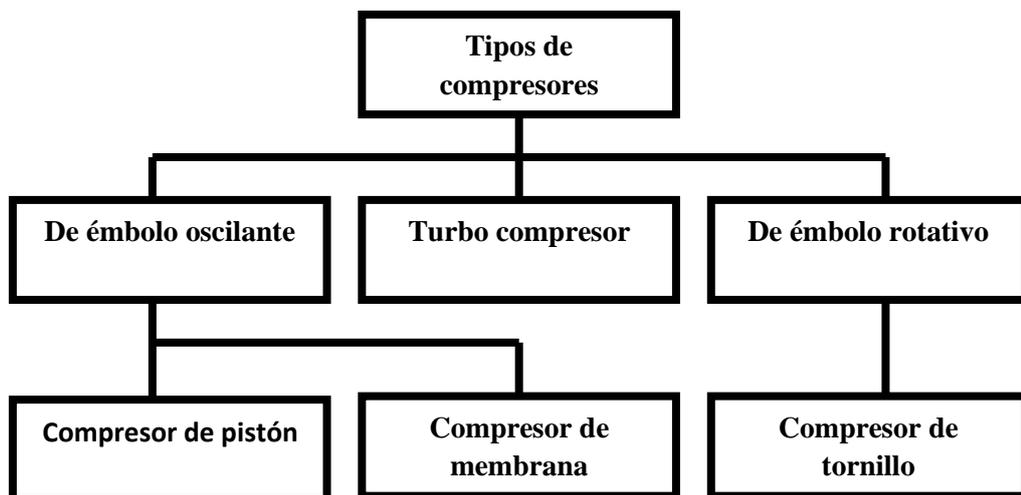
En el momento en que vayamos a instalar una red de aire comprimido o realicemos una mejora de la misma, determinaremos el tamaño necesario de la red, con el fin de poder alimentar los aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro. Por ello, es necesario que sobre dimensionemos la instalación, con el objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente.

Es muy importante que el aire sea limpio. Si es así el compresor tendrá una larga vida útil.

### **2.11.6.2: TIPOS DE COMPRESORES.**

Según las exigencias de presión de trabajo y al caudal de suministro, podemos emplear diversos tipos de compresores.

El siguiente cuadro nos muestra cómo se clasifican a los compresores más utilizados:



**Figura 61: Tipos de compresores más utilizados**

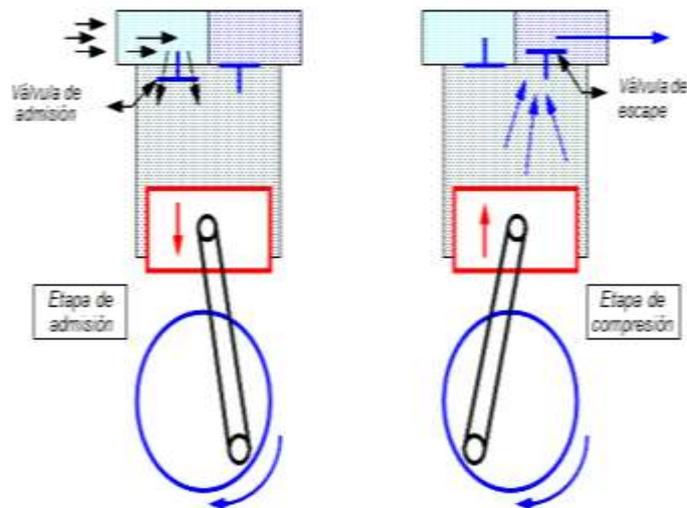
**Fuente: Neumática básica.pdf**

## 2.11.7: COMPRESORES DE ÉMBOLO.

### 2.11.7.1: COMPRESORES DE ÉMBOLO OSCILANTE O PISTÓN.

Este es el tipo de compresor más difundido actualmente.

El pistón realiza un movimiento rectilíneo alternativo. En la carrera de descenso (etapa de admisión) la válvula de admisión se encuentra abierta.

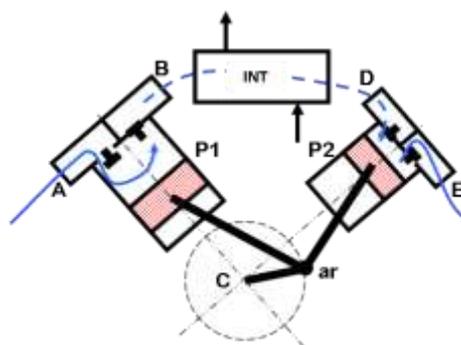


**Figura 62: Compresor de émbolo.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Cuando el émbolo llega hasta el PMI (punto muerto inferior) la válvula de admisión se cierra y seguidamente se abre la de escape, permitiendo que el aire fluya hacia la zona de alta presión (etapa de compresión), repitiéndose nuevamente el ciclo.

Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 1 Kgf/cm<sup>2</sup> a varios cientos de Kgf/cm<sup>2</sup>.



**Figura 63: Compresor de dos etapas.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Para obtener el aire a presiones elevadas, es necesario disponer varias etapas compresoras. El aire aspirado se somete a una compresión previa en el primer émbolo o etapa, seguidamente se lo refrigera para pasar a la segunda cámara de compresión.

El gráfico anterior muestra un compresor de dos etapas, en el vemos dos pistones “P1” y “P2” que se encuentran vinculados cada uno por medio de una biela al cigüeñal “C” a través de la articulación “ar”.

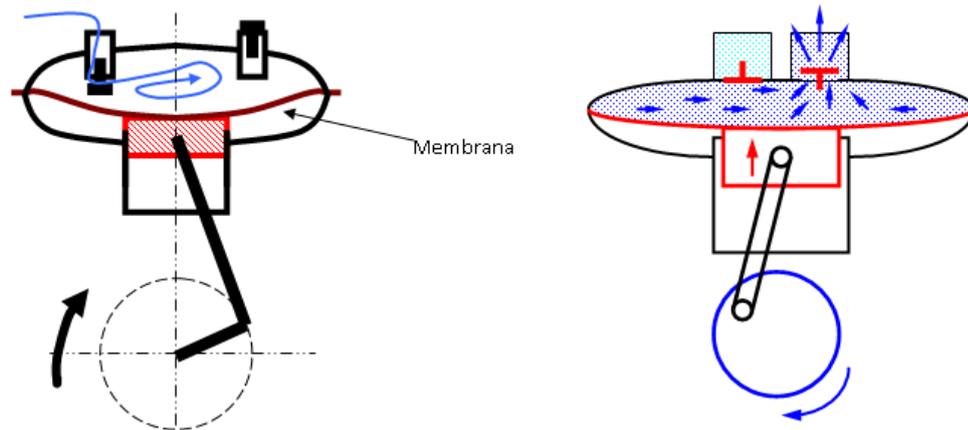
Al girar el cigüeñal por medio de un motor eléctrico o de combustión este hace que los pistones se muevan sincronizados permitiendo así que el aire que aspira el pistón “P1” por la entrada “A” se comprima y pase al pistón “P2” saliendo por “B”, en este punto intermedio se suele observar que los compresores tienen con un intercambiador de calor “INT” para reducir la temperatura y su volumen del aire. Esto permite que el pistón “P2” sea de un volumen menor, en él se realiza la segunda etapa de compresión cuando el aire previamente comprimido en “P1” ingresa por “D” y sale por “E” a la presión de trabajo deseada.

Los compresores de émbolo oscilante pueden refrigerarse por aire o por agua, y según las prescripciones de trabajo las etapas que se precisan son:

Hasta 4 Kgf/cm <sup>2</sup> ,	1 etapa
Hasta 15 Kgf/cm <sup>2</sup> ,	2 etapas
Más de 15 Kgf/cm <sup>2</sup> ,	3 etapas o más

#### **2.11.7.2: COMPRESOR DE MENBRANA.**

Este tipo forma parte del grupo de compresores de émbolo. Una membrana separa el émbolo de la cámara de trabajo; el aire no entra en contacto con las piezas móviles. Por tanto, en todo caso, el aire comprimido estará libre de aceite. Estos compresores se emplean con preferencia en las industrias alimenticias, farmacéuticas y químicas.



**Figura 64: Compresor de membrana.**

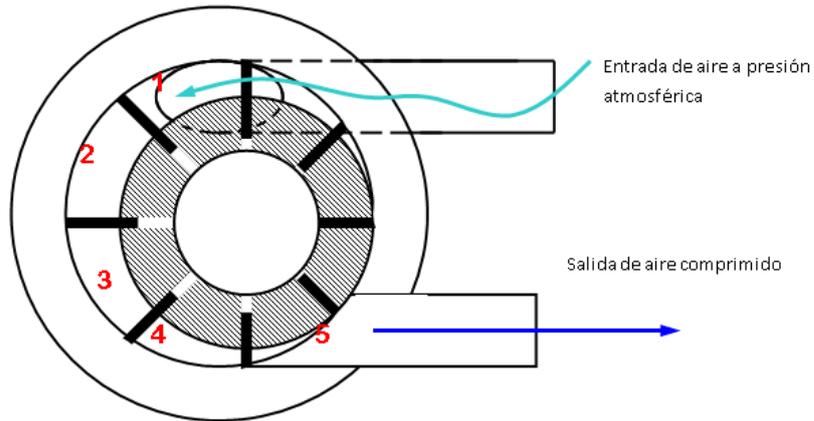
**Fuente: Neumática básica.pdf**

### **2.11.7.3: COMPRESOR DE ÉMBOLO ROTATIVO A PALETAS O CELULAR.**

Dentro de este tipo de compresores podemos encontrar los compresores de tornillo helicoidal y los compresores rotativos multicelulares.

Este último es un rotor excéntrico provisto de ranuras y de aletas que deslizan en el interior de las ranuras y forman las células con la pared de la carcasa (cárter) del compresor. Es de dimensiones reducidas, su funcionamiento silencioso y su caudal prácticamente uniforme y sin sacudidas.

Cuando el rotor gira, las aletas son oprimidas por la fuerza centrífuga contra la pared del cárter, y debido a la excentricidad el volumen de las células varía constantemente, en la celda "1" de un volumen reducido se produce el ingreso de aire hasta la celda "2" que es la de máximo volumen, seguidamente en las celdas "3" y "4" el volumen se reduce paulatinamente hasta llegar a la celda "5" donde se logra la máxima compresión (mínimo volumen) y el aire es dirigido hacia el consumo. Este tipo de dispositivo también puede utilizarse como bomba de vacío, aplicadas por ejemplo para poder producir la depresión necesaria en las ventosas de las líneas de empaque

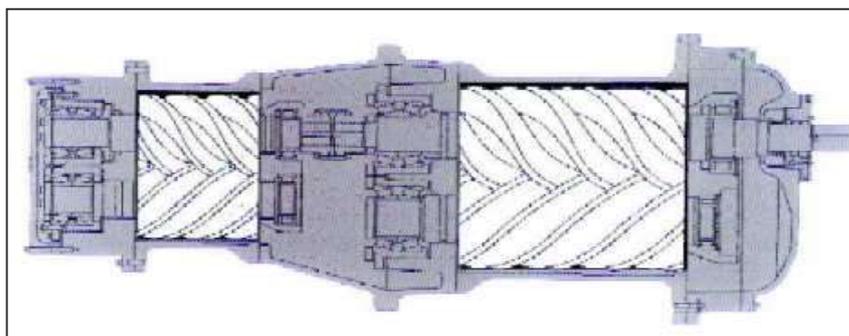


**Figura 65: Compresor de émbolo rotativo.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

#### **2.11.7.4: COMPRESOR DE TORNILLO.**

Ofrece una operación suave y sin pulsaciones. Son compactos y silenciosos. Son ofrecidos en el mercado para una potencia que oscila entre los 5 a 600 HP, con capacidades de 0,4 hasta 90 Litros/minuto y rangos de presión de 7 hasta 12,5 bar (de 100 a 185 PSI). También se los puede encontrar en tándem de dos etapas, para lograr altos niveles de eficiencia al utilizar dos conjuntos de rotores. La compresión se divide igualmente entre la primera y la segunda etapa a fin de reducir las cargas de los cojinetes.



**Figura 66: Compresor de tornillos en tándem**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

La lubricación de los compresores y bombas de vacío de este tipo consiste no solo en lubricar las partes móviles sino también en sellar las aberturas y enfriar la unidad del compresor.

Vista frontal del cuerpo de un compresor de tornillo, se pueden apreciar las dos cavidades en donde se colocan los dos tornillos.



**Figura 67: Vista frontal compresor de tornillo.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Los turbocompresores son apropiados para grandes caudales, según su diseño pueden alcanzar caudales del orden de 500.000 m<sup>3</sup>/h, debido a su diseño el caudal mínimo que puede entregar es de 300 m<sup>3</sup>/h. Esto los hace aptos en aquellas industrias donde se centraliza la generación de aire comprimido en una sola unidad, sin necesidad de utilizar acumuladores o tanques de aire.

#### **2.11.8: VÁLVULAS.**

El termino válvula se utiliza para designar cualquier componente que permita de alguna manera controlar el fluido, como por ejemplo nos encontraremos con válvulas de corredera, de bola, de asiento, etc.

La simbología que utilizaremos para identificarlas y que por lo general encontraremos en el cuerpo de la misma se encuentra normalizada por la norma DIN/ISO 1219. Según su función se pueden dividir en 5 grupos.

1. Válvulas de vías o distribuidoras.
2. Válvulas de bloqueo.
3. Válvulas de presión.
4. Válvulas de caudal.
5. Válvulas de cierre.

### 2.11.8.1: VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS.

Para evitar errores durante el montaje, las válvulas tienen sus conexiones identificadas por medio de letras o números que se encuentran normalizados, seguidamente veremos su significado.



**Figura 68: Válvulas distribuidoras.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Tuberías o conductos de trabajo	A, B, C,.....
Conexión o alimentación de presión	P
Salida de la válvula o escape	R, S, T,.....
Tuberías o conductos de pilotaje	Z, Y, X,.....

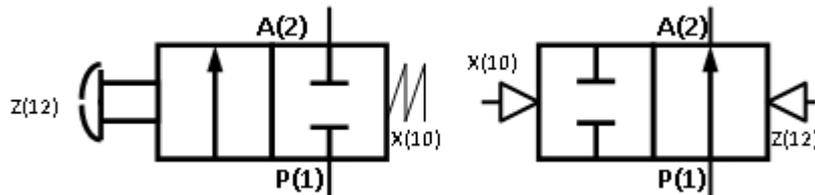
La equivalencia numérica de lo recién visto es:

A,B,C,....	2,4,6,.....(números pares)
P	1
R,S,T,.....	3,5,7,....(números impares)
Z,Y,X,....	10,12,14,...(números pares mayores o iguales a 10)

En particular el número 10 se utiliza como conexión de pilotaje que anula la señal de salida.

### 2.11.8.2: VÁLVULA DE DOS VÍAS Y DOS POSICIONES.

Aquí vemos el símbolo de dos válvulas, una de accionamiento manual y otra accionada por medio de aire comprimido (señal neumática) los símbolos normalizado son respectivamente:



**Figura 69: Válvula de dos vías.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Como recién vimos la designación de las conexiones se encuentran normalizadas y salvo que se indique lo contrario el significado de estas será siempre el mismo, y son:

**P(1)**= Es el orificio o vía de alimentación de presión a la válvula.

**A(2)**= Es la única salida de trabajo de la válvula.

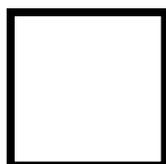
**Z(12)**= Pilotaje que habilita el paso del aire de P(1) a A(2).

**X(10)**= Pilotaje que interrumpe el paso del aire.

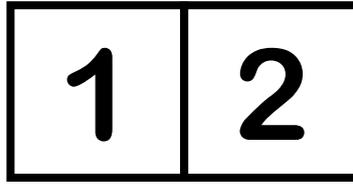
En ambas válvulas los pilotajes pueden ser mecánicos o neumáticos, siendo indistinto esto para el funcionamiento de la misma.

Es una válvula que nos permite o no el pasaje de aire, sin despresurizar el circuito cuando no circula el aire.

Cada posición de la válvula distribuidora se indica por medio de cuadrados,

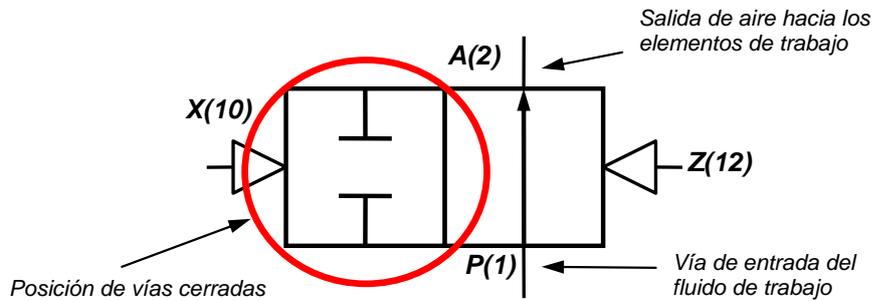


Por eso la válvula representada anteriormente es de dos posiciones.



El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de los cuadrados, las líneas representan los conductos internos y las puntas de flechas el sentido de circulación del fluido. Cuando una de las conexiones (vías) se encuentra cerrada, se representa por medio de líneas transversales.

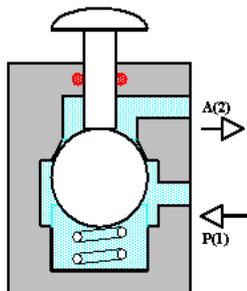
*La posición de reposo de cualquier*



**Figura 70: Esquemático de válvula de dos vías.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

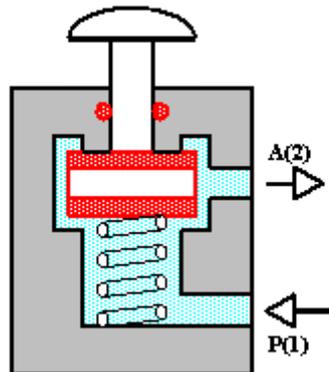
La posición de reposo de cualquier válvula es la posición derecha, por norma. Si en la posición de reposo observamos que el aire no puede circular (figura 71) la válvula se denomina normal cerrada.



**Figura 71: Válvula normal cerrada.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Caso contrario se denomina normal abierta (figura 72). El resorte mantiene apretado el pistón contra el asiento; el aire comprimido puede circular de la vía “P(1)” hacia “A(2)”.

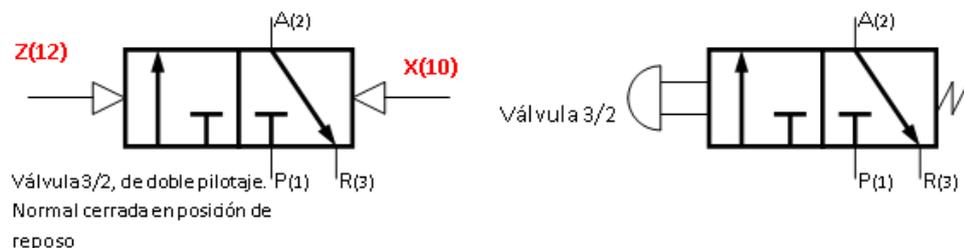


**Figura 72: Válvula normal abierta.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Al pulsar (figura 72) o enviar señal de pilotaje (figura 70) por X(10), el pistón cambia de posición cerrando el pasaje, entonces la vía “A(2)” se cierra, quedando la línea aguas abajo de “A(2)” presurizada. Al desactivarse el pulsador o enviar pilotaje por Z(12), nuevamente la línea de trabajo es alimentada con aire comprimido. En el caso que funcione como válvula normal cerrada (figura 71): El resorte mantiene cerrado el pasaje de aire de “P(1)” hacia “A(2)”. Al accionar el pulsador la bola cambia de posición, para ello es necesario vencer la fuerza del resorte y la del aire comprimido, comunicándose “P(1)” con “A(2)”.

### 2.11.8.3: VÁLVULA DE TRES VÍAS Y DOS POSICIONES.



**Figura 73: Válvula de tres vías.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Las válvulas de vías suelen denominarse más comúnmente por dos números separados por una barra para denominarlas de una forma abreviada, es por ello que nos vamos a encontrar como en este caso la designación

Cantidad de vías  $3/2$  Cantidad de posiciones.

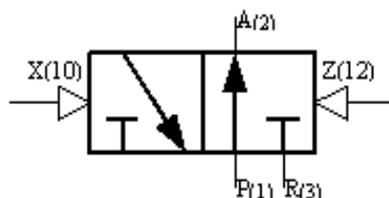
Donde el primer número representa la cantidad de vías o conexiones y el segundo número la cantidad de posiciones.

La nueva vía que tenemos en esta válvula se designa:

**R(3)**= Es el escape a la atmósfera de la vía A(2). Si el accionamiento es con pilotajes neumáticos, el símbolo es el de la figura 74.

Z(12)= Pilotaje que habilita el paso del aire de “P” hacia “A”

X(10)= Pilotaje que interrumpe el paso del aire.



**Figura 74: Válvula normal abierta**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Los pilotajes pueden ser mecánicos o neumáticos. Básicamente es utilizada como válvula para introducir señales. Ejemplos de aplicación: pulsadores, límites de carrera, etc. Según como se le conecten las mangueras, funciona como una normal cerrada (flechas de punta corta) o como normal abierta (flechas de punta larga).

**Funcionamiento como NC:** Cuando **no** se activa el pulsador, el vástago no cambia de posición, dado que el resorte está presionando al vástago y permite que el aire que se encuentra conectado a **A(2)** pase hacia el escape **R(3)** cerrándose el pasaje de **P(1)**. Cuando se pulsa, la válvula conmuta permitiendo que el aire que se encuentra en **P(1)** pase hacia **A(2)** cerrándose el escape **R(3)**. Los cuidados que debemos tener son:

- No debe existir una niebla de aceite en el escape cada vez que trabaja la válvula, si ello sucede es porque está mal regulado el lubricador.

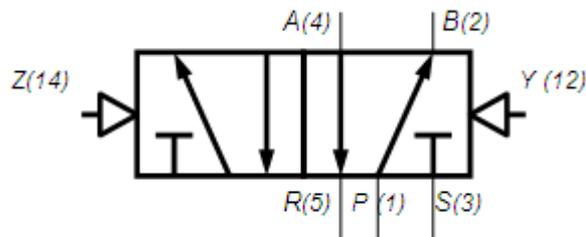
- Verificar periódicamente que el lubricador contenga aceite
- No debe haber fuga de aire entre los conectores de la válvula y la manguera.

Las probables fallas que podemos encontrar pueden deberse a:

1. Si la válvula no recibe señal de pilotaje pero el síntoma de falla es que hay fuga de aire por R(3) ya sea NA o NC, es porque la estanqueidad de la junta es defectuosa.
2. La válvula no conmuta, la señal neumática tiene un valor de presión inferior a 2,8 bar, que es la mínima presión de pilotaje.
3. No hay escape, la causa probable es que el silenciador está tapado, entonces desenrosquemos el silenciador, si la válvula comienza a funcionar debemos cambiar el elemento insonorizante.

#### 2.11.8.4: VÁLVULA DE CINCO VÍAS Y DOS POSICIONES.

Esta válvula se especifica de la siguiente forma:



**Figura 75: Esquema Válvula de 5 vías.**

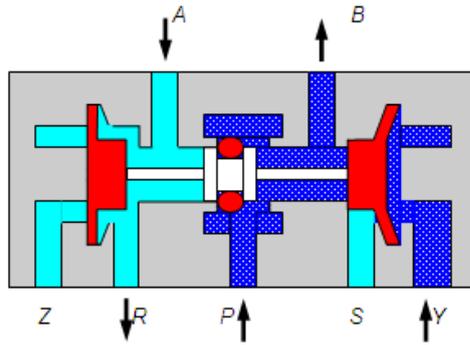
**Fuente: Neumática básica.pdf**

**R(5)**= Escape a la atmósfera, de la vía “A” cuando se envía pilotaje por “Y”

**S(3)**= Escape a la atmósfera, de la vía “B” cuando se envía pilotaje por “Z”

Básicamente es una válvula que sirve para seleccionar circuitos, el que está conectando en “A” o el que está conectado en “B”.

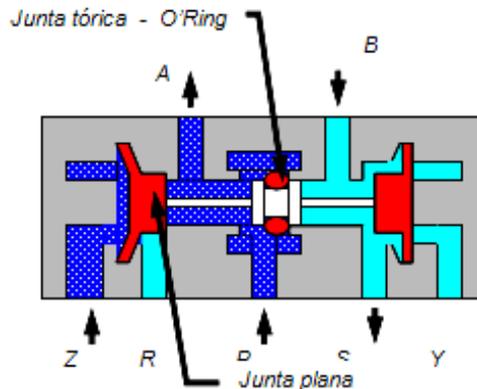
Cuando la válvula se encuentra en la posición en la que está dibujado el símbolo, el aire entra por “P” y sale por “B” (figura 76), mientras que el aire que se encuentra en “A” escapa de la válvula a la atmósfera por “R”. La vía “S” se encuentra cerrada.



**Figura 76: Válvula 5/2 en posición cerrada.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

Cuando se le envía pilotaje de la vía “Z” (figura 77), la válvula conmuta comunicándose las vías (orificios) “B” con “S” y “P” con “A”, mientras que “R” se cierra. Cuando se envía aire de pilotaje por “Y” la válvula conmuta a la posición dibujada inicialmente, funcionando como ya hemos visto.



**Figura 77: Válvula 5/2 en posición abierta.**

**Fuente: Neumática básica.pdf**

## **2.12: CELDA DE CARGA.**

Una celda de carga es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una galga extensiométrica. La galga extensiométrica convierte el desplazamiento o deformación en señales eléctricas. Una celda de carga por lo general se compone de cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. Sin embargo es posible adquirir celdas de carga con solo uno o dos galga extensiométricas. La señal eléctrica de salida es típicamente del orden de unos pocos milivoltios y debe ser amplificada mediante un amplificador de instrumentación antes de que pueda ser utilizada. La salida del transductor se conecta en un algoritmo para calcular la fuerza aplicada al transductor.

### **2.12.1: CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE CARGA.**

#### **2.12.1.1: CELDAS DE CARGA DE ALUMINIO.**

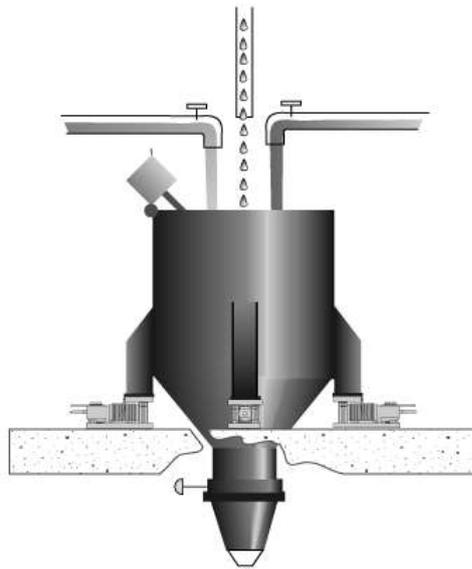
Se utilizan elementos de celdas de carga de aluminio primariamente en aplicaciones de un solo punto y de baja capacidad. La aleación preferida es la 2023 a causa de sus características de baja deformación e histéresis. Las celdas de carga de aluminio tienen secciones de tejido o malla comparativamente gruesas en comparación con celdas de acero al carbón de capacidades comparables. Esto es necesario para proporcionar la cantidad apropiada de deflexión en este elemento a su capacidad. Los costos de labrar a máquina los elementos de aluminio debido a la blandura del material. Los diseños de un solo punto pueden ser medidos para costos similares a los de vigas de flexión.

#### **2.12.1.2: CELDAS DE CARGA DE ACERO AL CARBÓN.**

Las celdas de carga fabricadas de elementos de acero al carbón son por mucho las celdas de carga más populares en uso hoy en día. El coeficiente de costo a rendimiento es mejor para elementos de acero al carbón que para diseños de aluminio o acero inoxidable. La aleaciones más populares son las 4330 o 4340 porque tienen características de baja deformación y bajo histéresis. Esta clase de acero puede ser fabricada para consistentemente cumplir con o conformarse a sus especificaciones, lo cual quiere decir que no hay que hacer cambios minuciosos en el diseño cada vez que eligen un nuevo vendedor de acero o les llega un nuevo lote de acero.

### 2.12.1.3: CELDAS DE CARGA DE ACERO INOXIDABLE.

Las celdas de carga de acero inoxidable están hechas de 17-4ph, lo cual es la aleación teniendo las mejores cualidades globales de rendimiento de cualquiera de los productos inoxidables derivados. Celdas de acero inoxidable son más caras que celdas de carga de acero al carbón. A veces vienen equipadas con cavidades de tejido herméticamente sellado que las hace ser la selección ideal para ambientes corrosivos y de alta humedad. Celdas de carga de acero inoxidable que no están herméticamente selladas tienen poca ventaja sobre celdas comparables construidas de acero al carbón, menos que tienen una más alta resistencia a la corrosión.



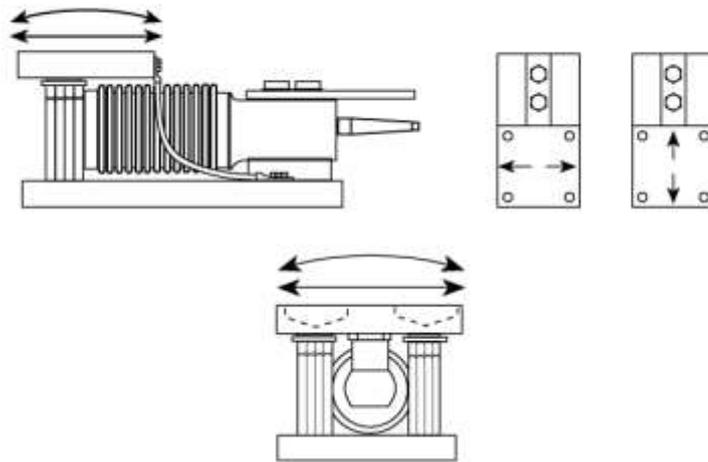
**Figura 78: Aplicación típica de celdas de carga**

**Fuente: Guía a celda de carga y módulos de pesaje.pdf**

### 2.12.2: TEORÍA ELECTRICA DE CELDA DE CARGA.

Una celda de carga puede tener un cable con cuatro o seis hilos. Una celda de carga con seis hilos, además de tener líneas de + y - señal y líneas de + y - excitación, también tiene líneas de + y - sensado. Estas líneas de sensado están conectadas a las conexiones de sensado del indicador. Estas líneas comunican al indicador cuál es el voltaje actual en la celda de carga. A veces hay una caída de voltaje entre el indicador y la celda de carga. Las líneas de sensado envían información de vuelta al indicador. El indicador luego ajusta su voltaje para compensar por la pérdida de

voltaje o amplifica la señal devuelta para compensar por la pérdida de alimentación a la celda.

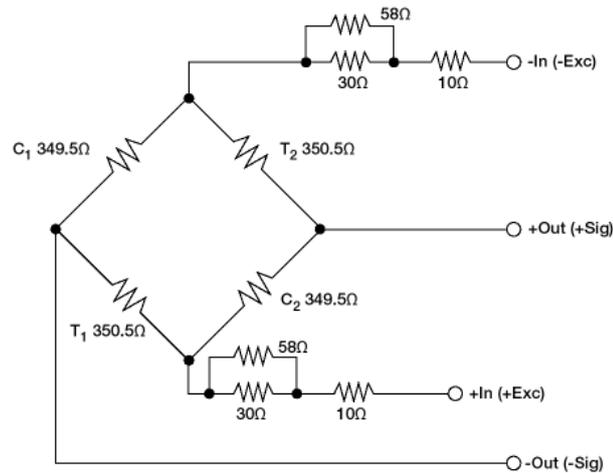


**Figura 79: Modelo de celda de carga a flexión**

**Fuente: Guía a celda de carga y módulos de pesaje.pdf**

### **2.12.3: SEÑAL DE SALIDA.**

La salida de una celda de carga no solo es determinada por el peso aplicado, sino también por la fuerza del voltaje de excitación y su sensibilidad clasificada  $V/V$  de la capacidad entera de la báscula. Una salida típica para una celda de carga a plena capacidad es de 3 milivoltios/voltio ( $mV/V$ ). Esto quiere decir que para cada voltio de voltaje de excitación que se aplica a su capacidad total, habrá 3 milivoltios de señal de salida. Si tenemos 100lbs aplicadas a una celda de carga de 100lb con 10 voltios de excitación aplicadas, la fuerza de la señal será de 30mV. Eso es  $10V \times 3mV/V = 30mV$ . Ahora apliquemos solo 50lbs a la celda, manteniendo nuestro voltaje de excitación en 10 voltios. Dado que 50lbs es 50% o la mitad de una carga completa, la fuerza de señal de la celda de carga sería de 15mV.



**Figura 80: Puente de Wheatstone.**

**Fuente: Guía a celda de carga y módulos de pesaje.pdf**

El puente de Wheatstone mostrado en la Figura 6-1 es un diagrama sencillo de una celda de carga. Los reostatos o reostatos marcados T1 y T2 representan galgas extensiométricas que terminan estando en tensión cuando se aplica una carga a la celda. Los reostatos o reostatos marcados C1 y C2 representan galgas extensiométricas que terminan estando en compresión cuando se aplica una carga.

Se refiere a los hilos +In y -In como los hilos +Excitación (+Exc) y -Excitación (-Exc). Se aplica la alimentación a la celda de carga desde el indicador a través de estos hilos. Los voltajes de excitación más comunes son de 10VCC y 15VCC, dependiendo del indicador y las celdas de carga que son utilizadas. Se refieren a los hilos +Out y -Out como los hilos +Señal (+Sig) y -Señal (-Sig). La señal obtenida de la celda de carga es enviada a las entradas de señal del indicador de peso para ser procesada y representada como un valor de peso en la pantalla digital del indicador.

Mientras que se aplica peso a la celda de carga, las galgas C1 y C2 son comprimidas. El alambre de la galga se vuelve más corto y su diámetro aumenta. Esto disminuye las resistencias de C1 y C2. Simultáneamente, las galgas T1 y T2 quedan estiradas. Esto alarga y disminuye el diámetro de T1 y T2, aumentando sus resistencias. Estos cambios en resistencia causan que más corriente fluya a través de C1 y C2 y menos corriente fluya a través de T1 y T2. Ahora se detecta una diferencia potencial entre la salida o los hilos de señal de la celda de carga.

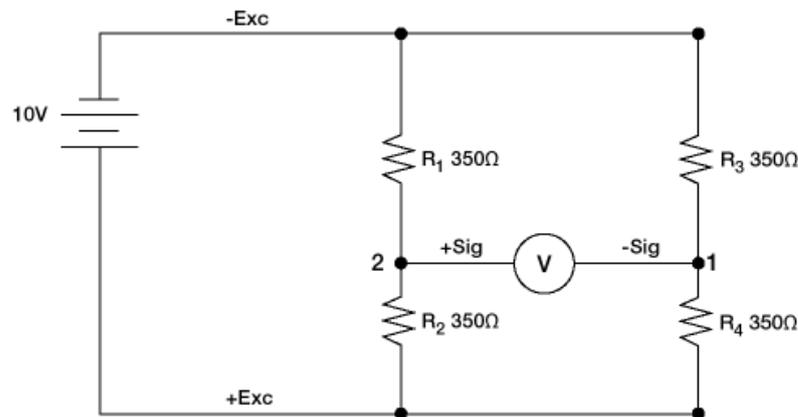
Tracemos el flujo de corriente a través de la celda de carga.

La corriente o tensión es suplida por el indicador a través del hilo -In. La tensión fluye de -In a través de C1 y a través de -Out al indicador. Desde el indicador, la

tensión fluye por el hilo +Out, a través de C2 y de vuelta al indicador, entrando por +In. Para poder tener un circuito completo, necesitamos tomar corriente o tensión del lado -In de la fuente de alimentación (el indicador) y llevarlo al lado +In. Pueden ver que hemos logrado eso. También necesitamos pasar la corriente o tensión a través del circuito de lectura de señal del indicador. Habíamos logrado eso mientras que la corriente pasaba del hilo -Out a través del indicador y de vuelta a la celda de carga a través del hilo +Out. A causa de la alta impedancia (resistencia) interna del indicador, muy poca tensión o corriente fluye entre -Out y +Out.

Puesto que hay una diferencia potencial entre los hilos -In y +In, todavía hay un flujo de tensión o corriente de -In a través de T2 y C2 de vuelta a +In, y de -In a través de C1 y T1 de vuelta a +In. La mayoría del flujo de corriente dentro del circuito va a través de estos caminos paralelos. Se añaden reostatos o reostatos en serie con los hilos de ingreso. Estos reostatos o resistencias compensan a la celda de carga por temperatura, cero correcto y linealidad.

Miremos nuestro circuito de puente de celda de carga en términos matemáticos para ayudarles entender el circuito puente tanto en una condición balanceada como desbalanceada. Nuestro puente Wheatstone puede ser dibujada en una forma convencional de diamante o como mostrado en la Figura 79. De todos modos, es el mismo circuito.



**Figura 81: Puente Wheatstone esquema convencional**

**Fuente: Guía a celda de carga y módulos de pesaje.pdf**

## **CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.**

### **3.1: DESARROLLO DE LA RED PROFIBUS.**

#### **3.1.1: CONTROL DE EQUIPOS ASIGNADOS A LA RED:**

Las Redes de comunicación son de gran importancia para los procesos que requieren altas velocidades y manejar precisión, disponer de la información para tomar decisiones oportunas que pueden generar ahorros significativos en los costos de producción.

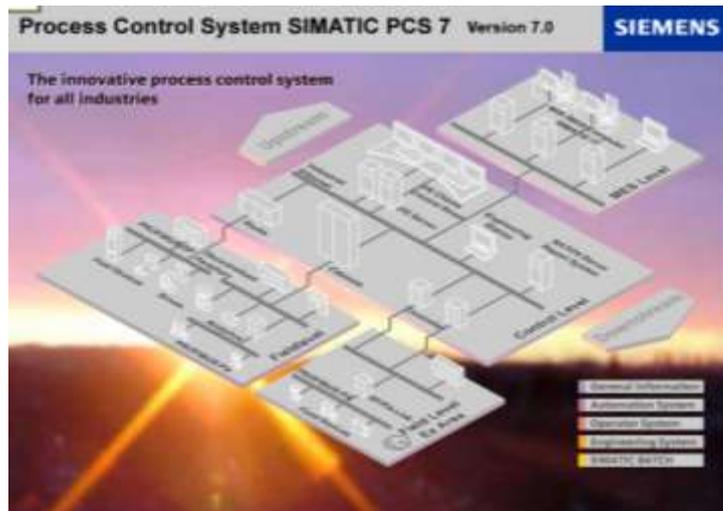
La Red PROFIBUS es el estándar europeo en tecnología de buses; se encuentra jerárquicamente por encima de ASI y BITBUS, trabaja según procedimiento híbrido token passing, y dispone de 31 participantes hasta un máximo de 127. Su paquete puede transmitir un máximo de 246 bytes, y el ciclo para 31 participantes es de aproximadamente 90 ms. Alcanza una distancia de hasta 22300 m

La Red Profibus que se va a diseñar servirá para el enlace de los equipos de control de la báscula de pesaje y de la Tolva de abastecimiento de producto con la finalidad de que los equipos compartan información para su función.

El PLC utilizado es una CPU 313C 2DP de la familia S7-300, que tiene incorporado dos puertos de comunicación, MPI y PROFIBUS DP.

Los módulos de Control para la báscula y tolva son SCHENCK, DISOCONT VSE20100.

Para la creación de la red profibus se utilizará el administrador Simatic, con ello se iniciará creando el Hardware del sistema

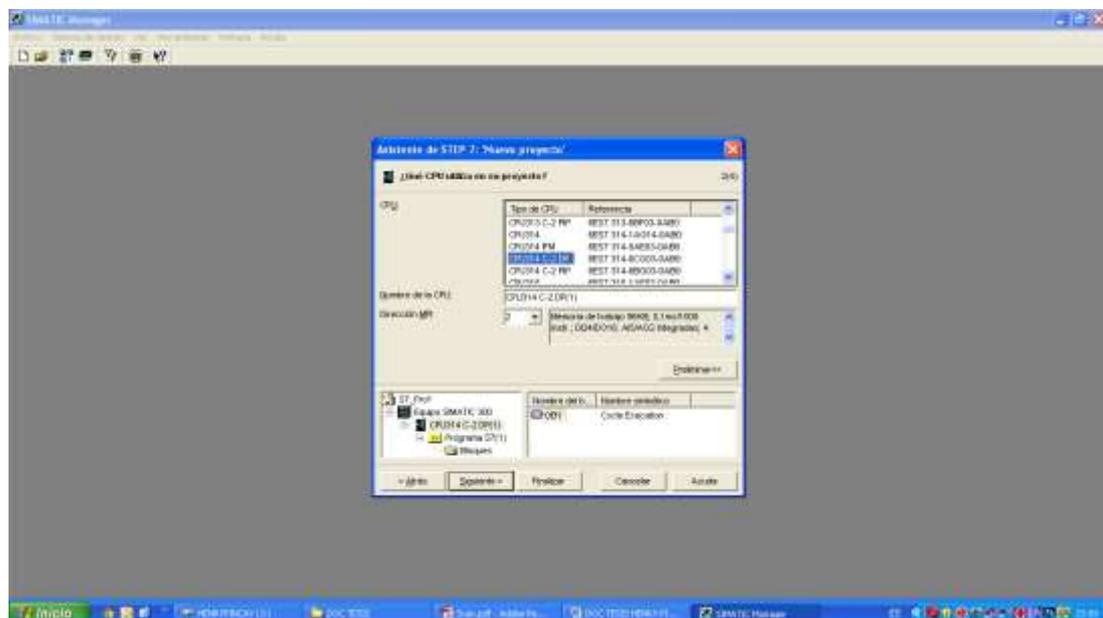


**Figura 82: Software para enlace de comunicación y programación.**

**Fuente: Autores.**

### 3.1.2: CREACIÓN DE PROGRAMA NUEVO.

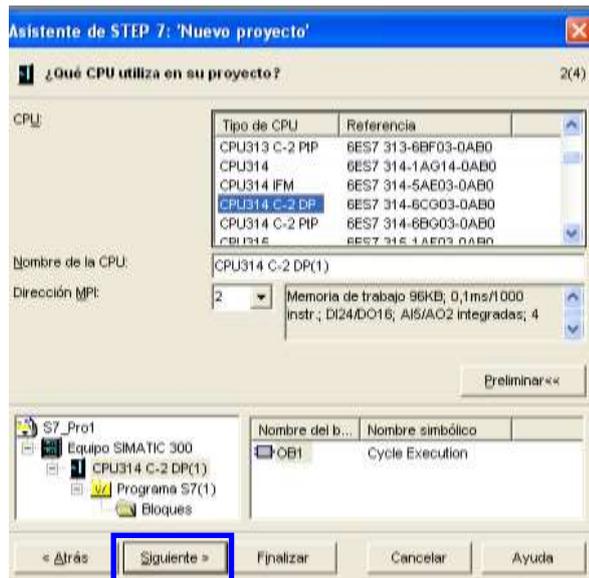
Se realiza la creación de un nuevo programa para lo cual vamos a proceder a dar Clic en archivo – nuevo



**Figura 83: Pantalla principal de administrador Simatic.**

**Fuente: Autores.**

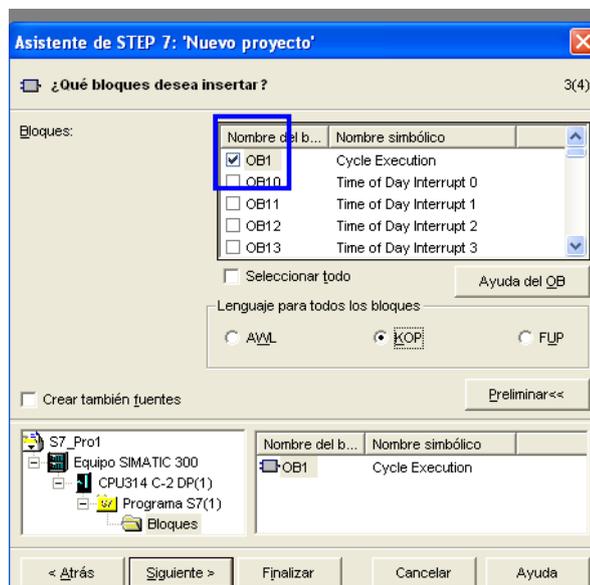
Seleccionamos el CPU a utilizar y damos Clic en siguiente.



**Figura 84: Asignación del modelo de CPU.**

**Fuente: Autores.**

Al presionar el botón “siguiente” de la ventana anterior aparece la siguiente ventana donde se elige los bloques de organización ver figura 14, que se van utilizar en el programa donde mínimo debe ser elegido el OB1 ya que en él se ejecuta siempre. Además se elige el tipo de lenguaje de programación que se va usar que puede ser AWL, KOP O FUP.

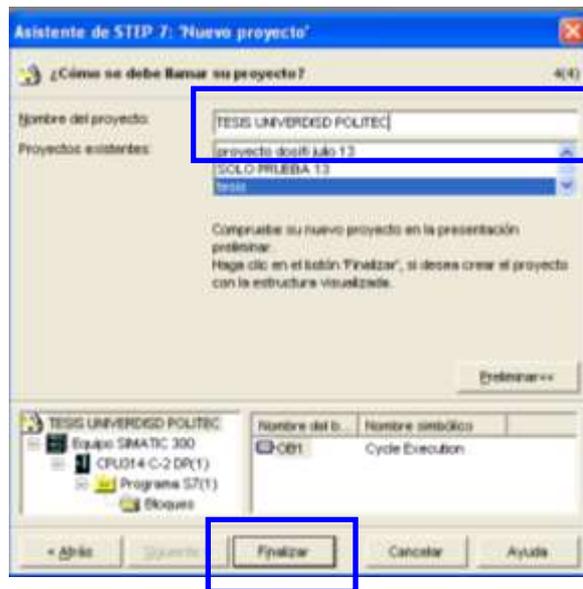


**Figura 85: Nuevo proyecto creado selección de OB1**

**Fuente: Autores.**

Se debe tener en cuenta que son dos equipos de diferentes fabricantes por lo cual es necesario tener el archivo GSD que se debe instalar en el Administrador Simatic, dicho archivo debe ser provisto por el Fabricante de los módulos.

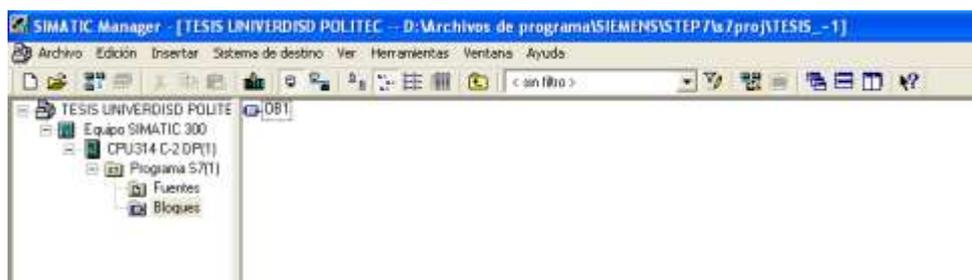
Escribir el nombre del proyecto a trabajar para su posterior llamado, dar Clic en Finalizar.



**Figura 86: Asignación de nombre del proyecto.**

**Fuente: Autores.**

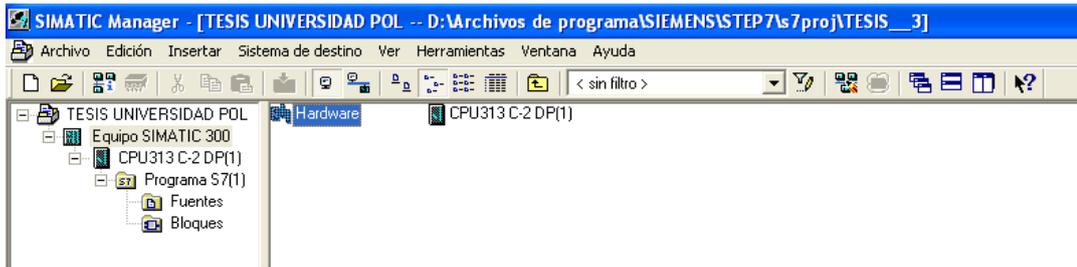
Al Finalizar aparece la pantalla principal con las condiciones seleccionadas desde el inicio.



**Figura 87: Pantalla principal.**

**Fuente: Autores.**

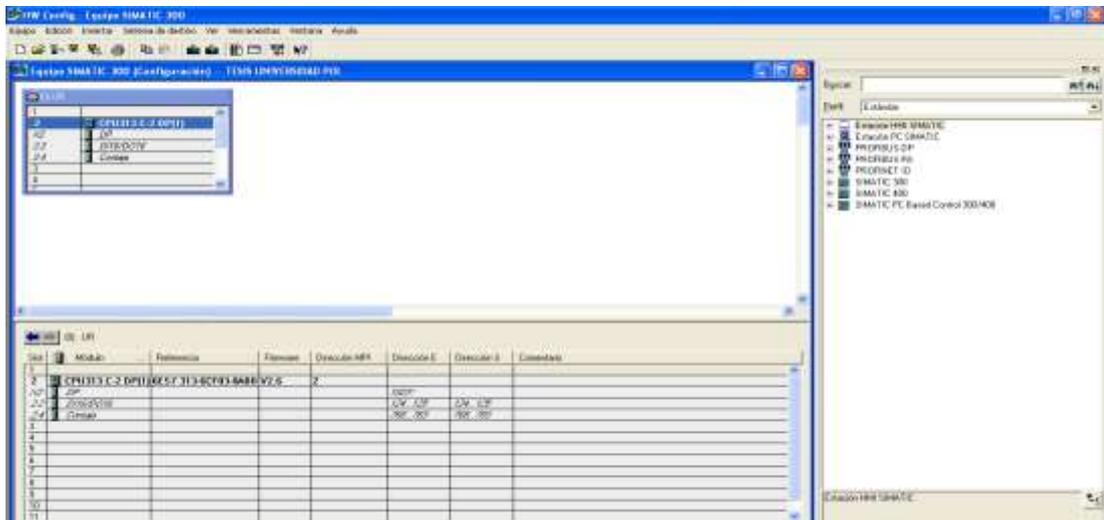
Dando acceso al Hardware que es donde debemos iniciar a trabajar para el reconocimiento de los equipos a comunicar



**Figura 88: Acceso a hardware.**

**Fuente: Autores.**

Ingresar el hardware ya consta con la CPU instalada, pero La red aún no está formada.



**Figura 89: Presentación en hardware.**

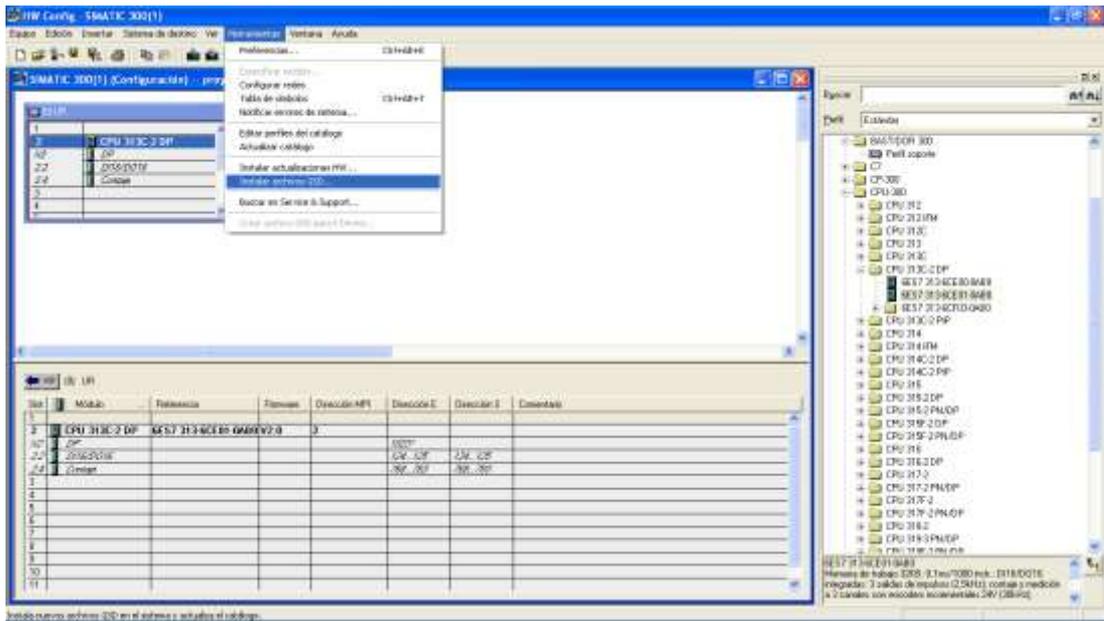
**Fuente: Autores.**

### 3.1.3: INSTALAR EL ARCHIVO GSD.

¿Qué es un archivo GSD?

Un archivo de datos fijos del equipo (archivo GSD) contiene la descripción del respectivo equipo en un formato uniforme según EN 50 170, volumen 2, PROFIBUS.

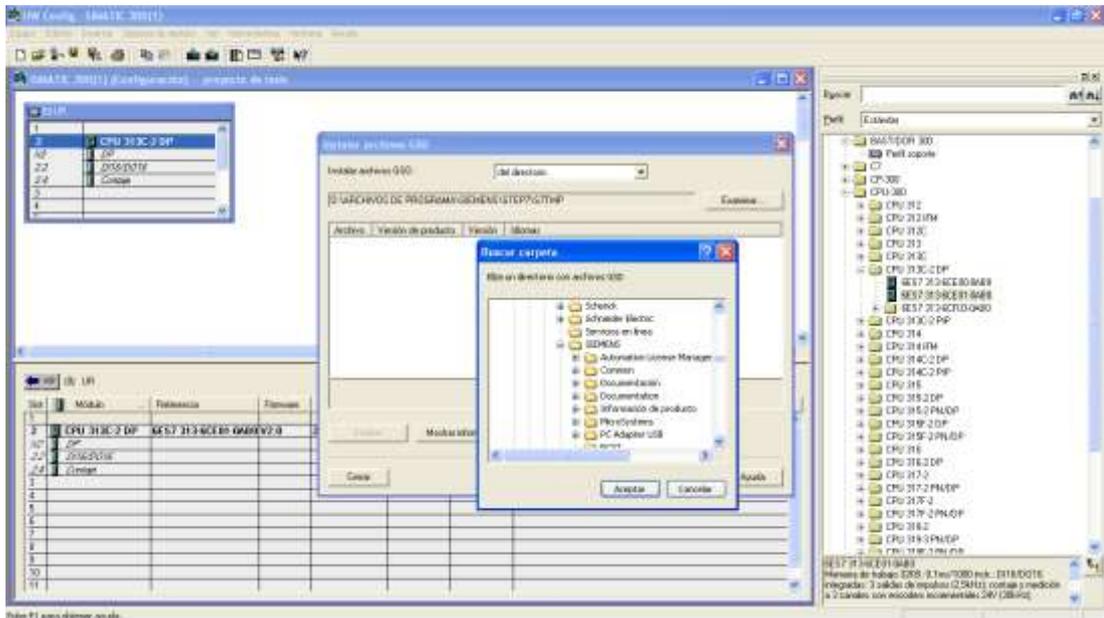
Los archivos GSD se hallan en COM PROFIBUS en el directorio "\\GSD", "\\FMSGSD.



**Figura 90: Instalación de archivo GSD.**

**Fuente: Autores.**

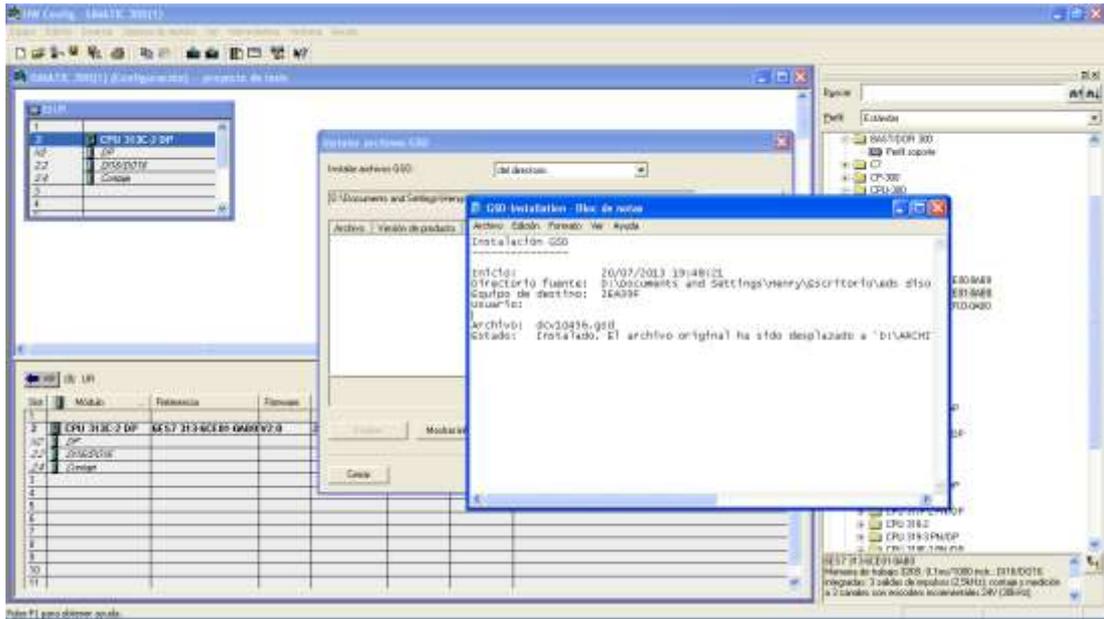
Buscar el archivo en el directorio en el cual este guardado.



**Figura 91: Instalación de GSD búsqueda de archivo.**

**Fuente: Autores.**

Para este caso ya se tiene instalado el GSD pero en el caso de no tenerlo se debe dar Instalar y listo.



**Figura 92: Instalación de archivo GSD.**

**Fuente: Autores.**

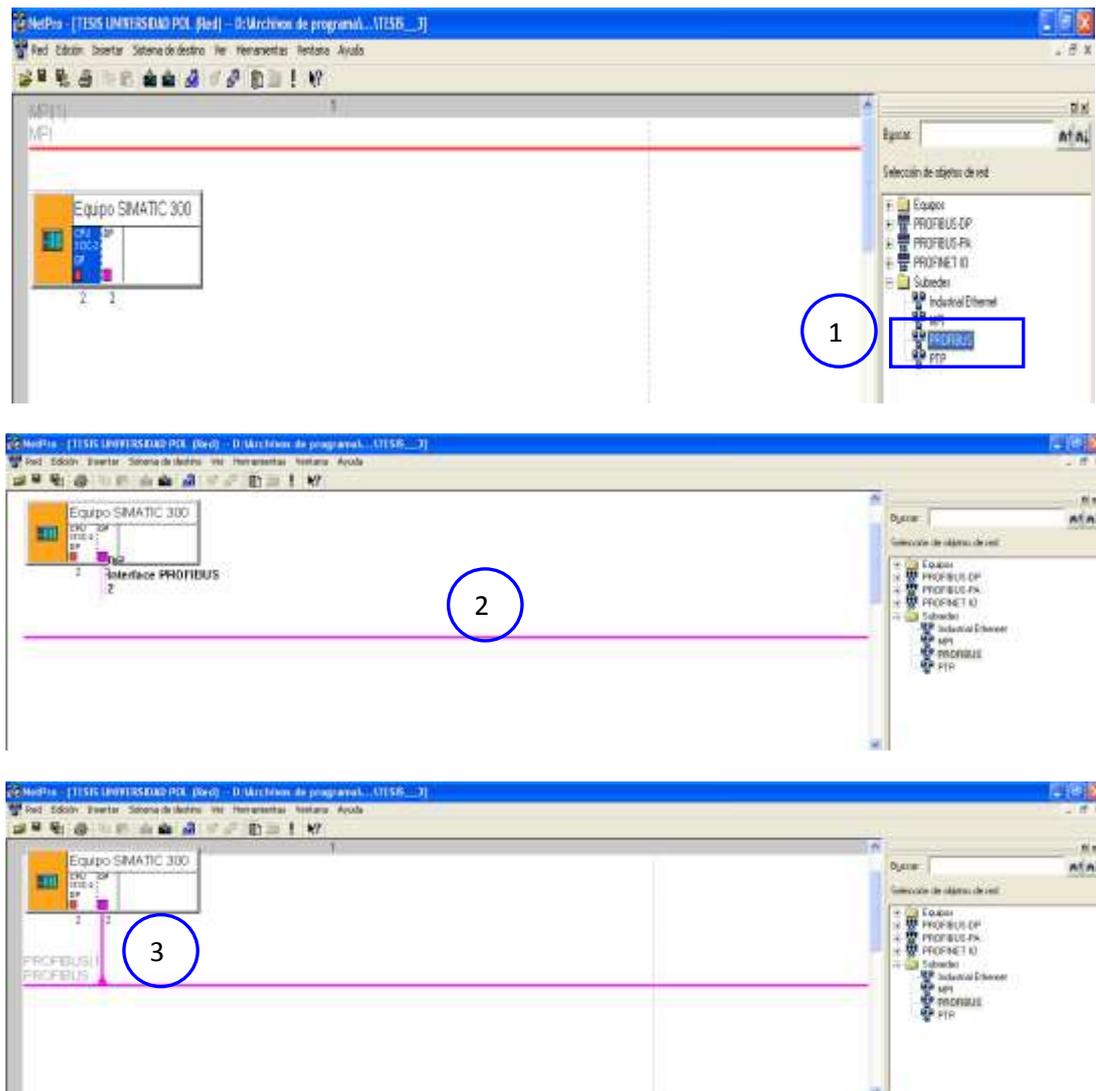
Volvemos al enlace para incluir la red Profibus.



**Figura 93: Ingreso a enlace.**

**Fuente: Autores.**

(1) Dar clic en Subred e ingresamos la red “PROFIBUS (1)”, (2) se selecciona y se arrastra hasta la pantalla de enlace, (3) se debe unir la comunicación del módulo con la red como se ve a continuación.

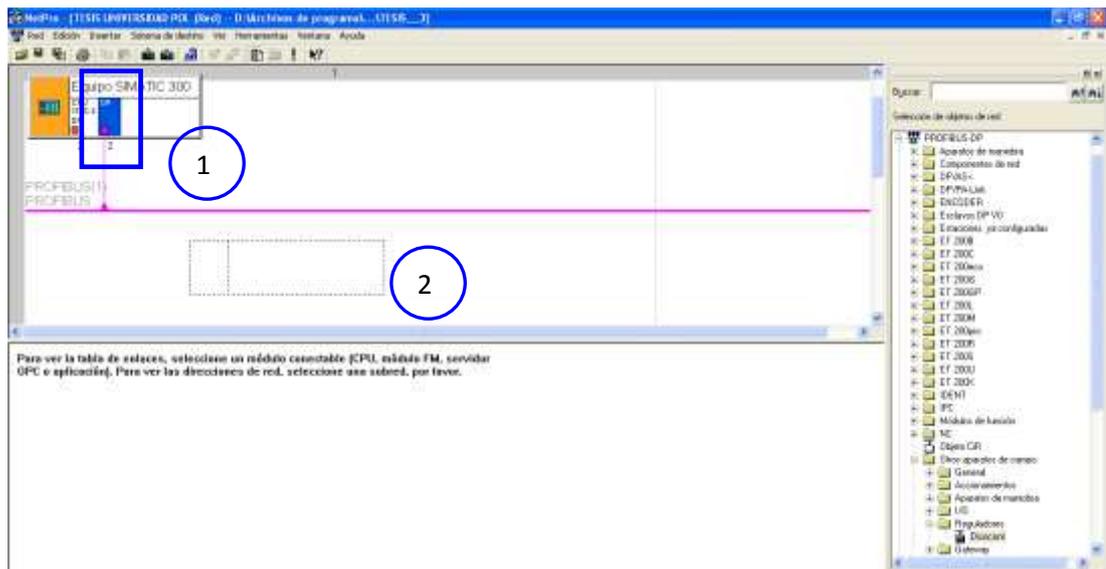


**Figura 94: Enlace de red Profibus DP con módulo.**

**Fuente: Autores.**

Ahora se debe ingresar los módulos DISOCONT, para ellos el archivo GSD está instalado, Seleccionar en el CPU la dirección DP luego desplegamos en el Catalogo, PROFIBUS DP – OTROS APARATOS DE CAMPO – REGULADORES – DISOCONT.

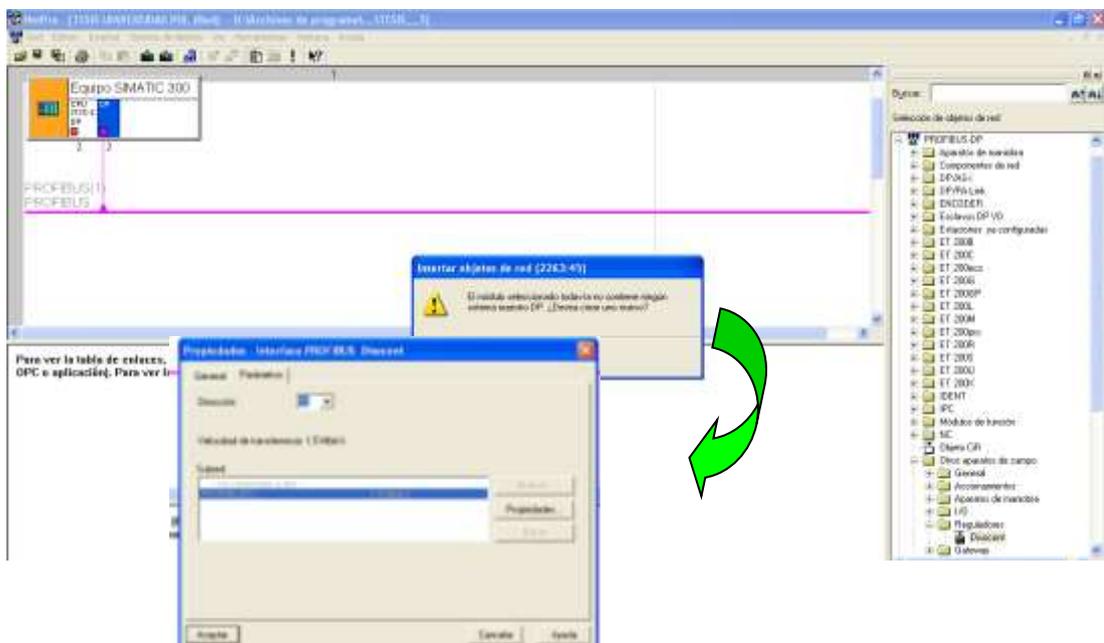
Seleccionamos y arrastramos con el Mouse desde la selección de objeto de red.



**Figura 95: Enlace de módulos Disocont.**

**Fuente: Autores.**

Este mensaje nos indica que el nuevo objeto va a ser ingresado no tiene asignada dirección y es necesario, al dar clic en si se despliega la pantalla en la cual podemos colocar la dirección.



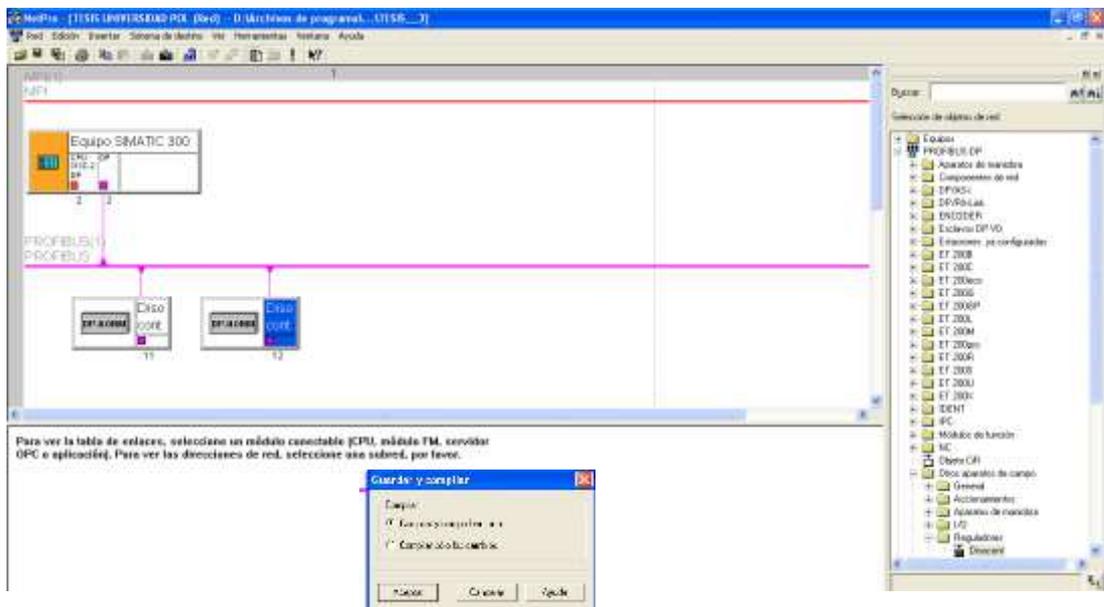
Como se observar, la red ha enlazado al módulo DISOCONT con dirección 11



**Figura 96: Dirección asignada a módulo.**

**Fuente: Autores.**

Para ingresar otro modulo se debe seguir los mismos pasos y asignar otra dirección de red al final compilar y guardar.

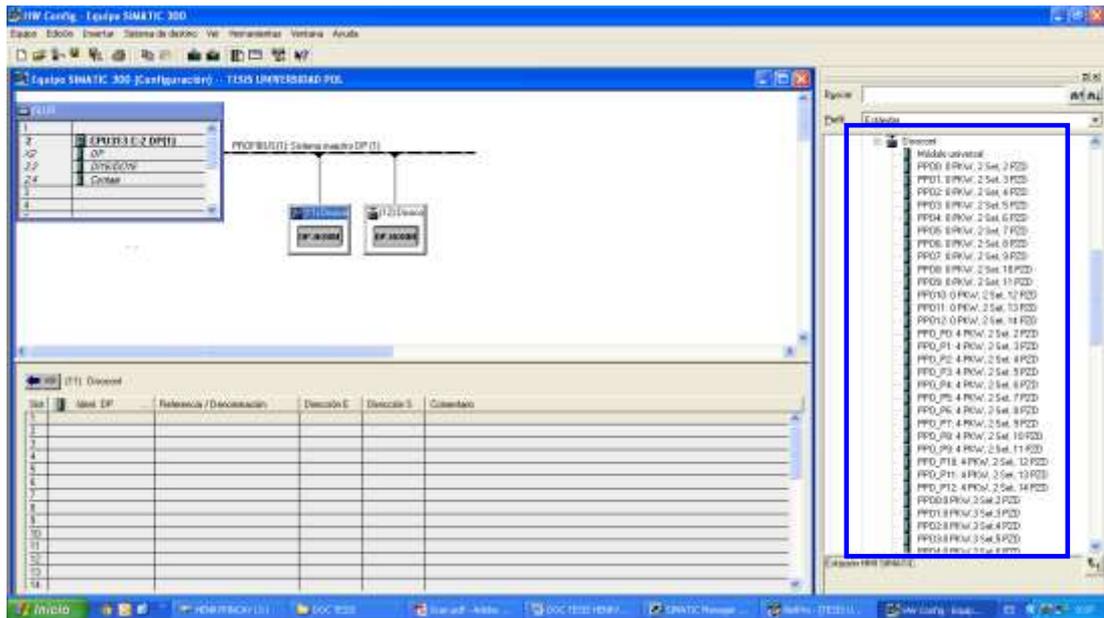


**Figura 97: Módulos enlazados a la red.**

**Fuente: Autores.**

Hasta ahora solo se han ingresado módulos que tiene la configuración de la red por, lo cual, al momento de compilar aparecerán dos errores por los módulos para solucionar esto volvemos a la pantalla de configuración de hardware para poder ingresar el modulo correcto que se va a utilizar.

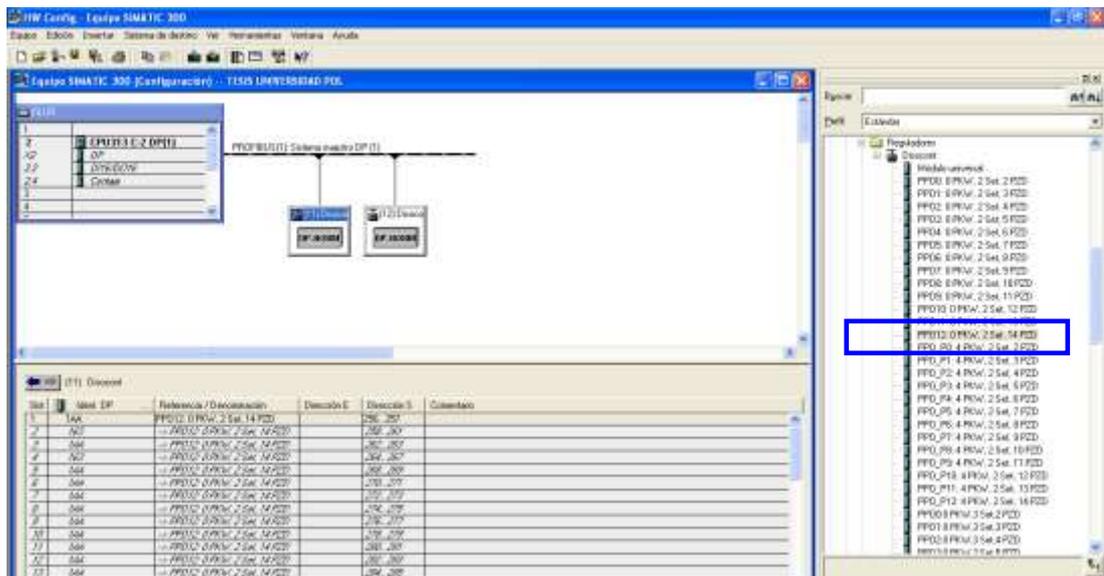
Seleccionar el módulo en el cual se va a cargar las características, desplegamos la pantalla en PROFIBUS DP - otros reguladores – reguladores – Discont, los equipos a utilizar son PPO12: 0PKW,2SET, 14PZD



**Figura 98: Configuración de módulos específicos Disocont.**

**Fuente: Autores.**

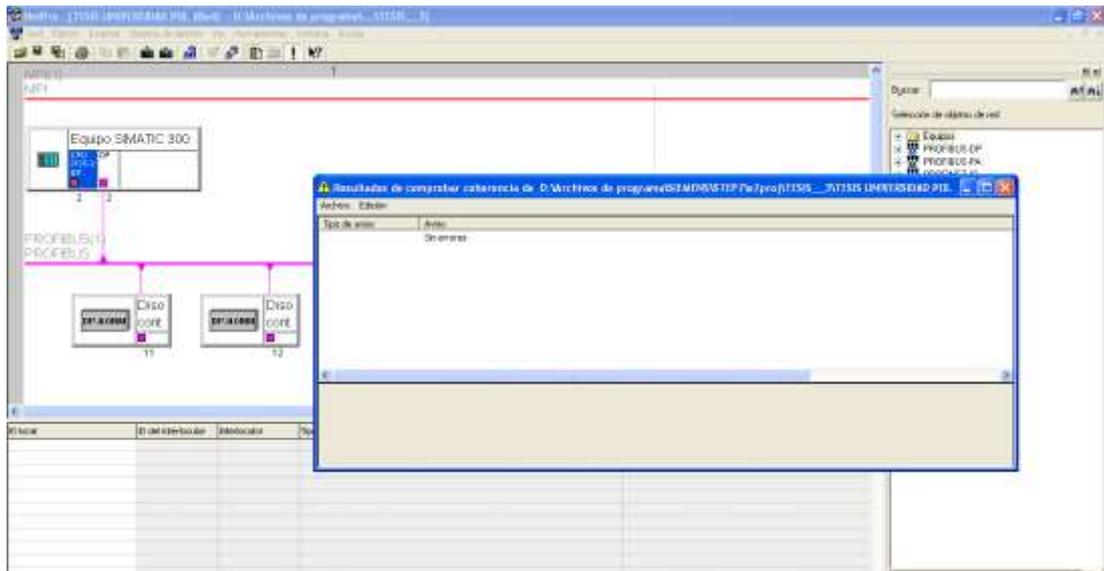
Damos Doble clic y se cargan los datos en la lista guardamos los cambios.



**Figura 99: Datos cargados en módulos.**

**Fuente: Autores.**

Una vez que hemos realizado esto, volvemos a la pantalla de enlace dar Clic en guardar y compilar, ya aparecerá sin errores.



**Figura 100: Enlace sin errores por parametrización.**

**Fuente: Autores.**

Ahora podemos proceder a cargar en el PLC



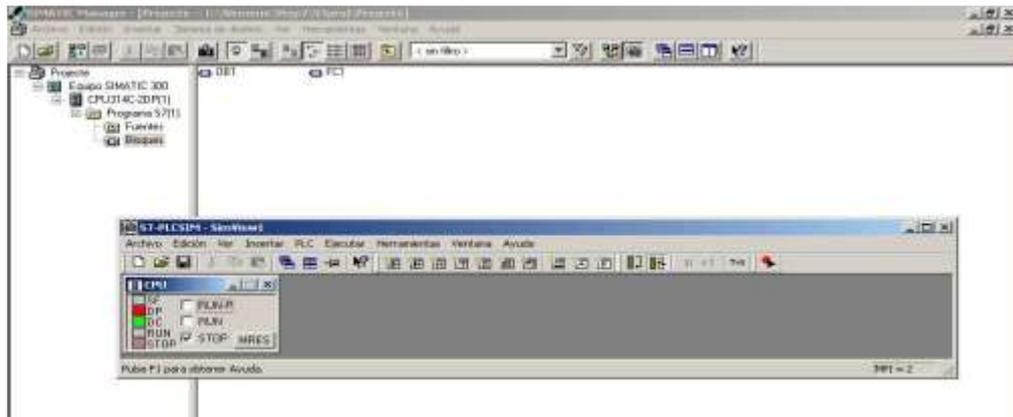
**Figura 101: Carga en CPU física.**

**Fuente: Autores.**

### **3.2: FUNCIONAMIENTO DEL SIMULADOR STEP 7.**

Para poder simular cualquier proyecto realizado en el STEP 7 lo hacemos abriéndolo

primero desde el Administrador Simatic, donde hacemos clic sobre  ubicado en la barra de herramientas y se abre la siguiente pantalla ver figura 102.



**Figura 102: Pantalla principal de simulador step 7.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>.

Para poder insertar los diferentes operandos que se necesita se lo puede hacer desde el menú Insertar y elegimos la entrada, salida, marca, temporizador, contador que se necesite o también se lo hace desde el menú de herramientas ver figura 103.



**Figura 103: Selección de elementos de programa.**

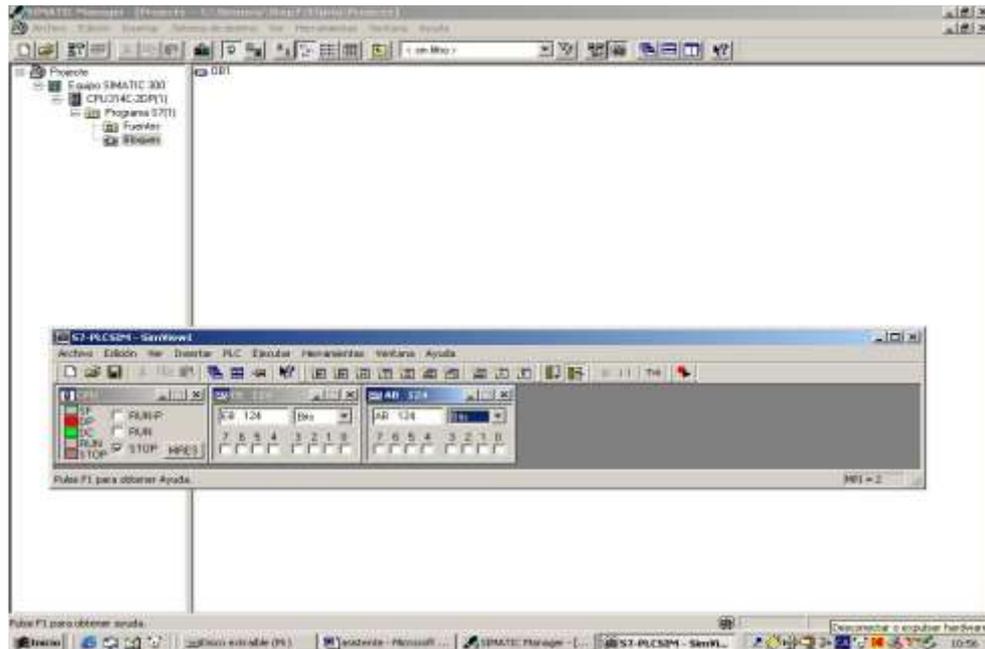
**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Para poder usar el simulador lo primero que realizamos es cargar la configuración de Hardware del proyecto y segundo cargamos los bloques del programa, después insertamos los bloques que necesitamos visualizar que generalmente son: entradas y salidas.

- Si el CPU se encuentra en RUN no se puede realizar ninguna carga ni forzar elementos.

- Si el CPU se encuentra en RUN-P si se puede realizar la carga y forzar los elementos.
- Si el CPU se encuentra en STOP no se podrá realizar ninguna simulación.

Una vez abierto el simulador insertamos la entrada y salida necesarias que por defecto salen con los nombres: EB0 y AB0 ver figura 104, le cambiamos el nombre del byte por el cual está realizado el programa.



**Figura 104: Elementos de programa seleccionados**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

### 3.2.1: CREACIÓN DE SUBROUTINA FC1.

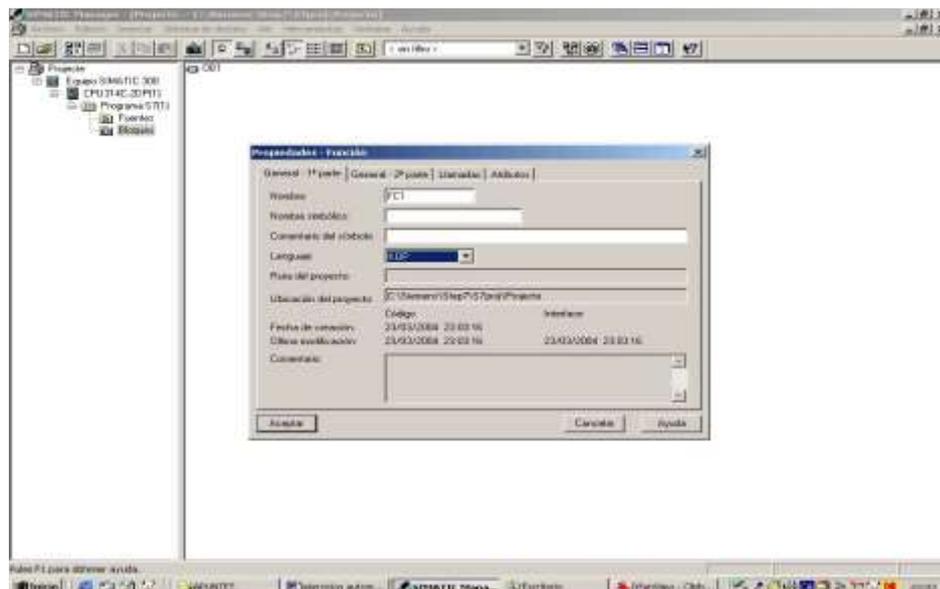
Para crear la subrutina FC1 dentro del programa ver figura 105, se tiene que tener seleccionado Bloques dentro del Administrador Simatic y hacemos clic derecho del mouse elegimos Insertar nuevo objeto →Función.



**Figura 105: Creación del bloque de función.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

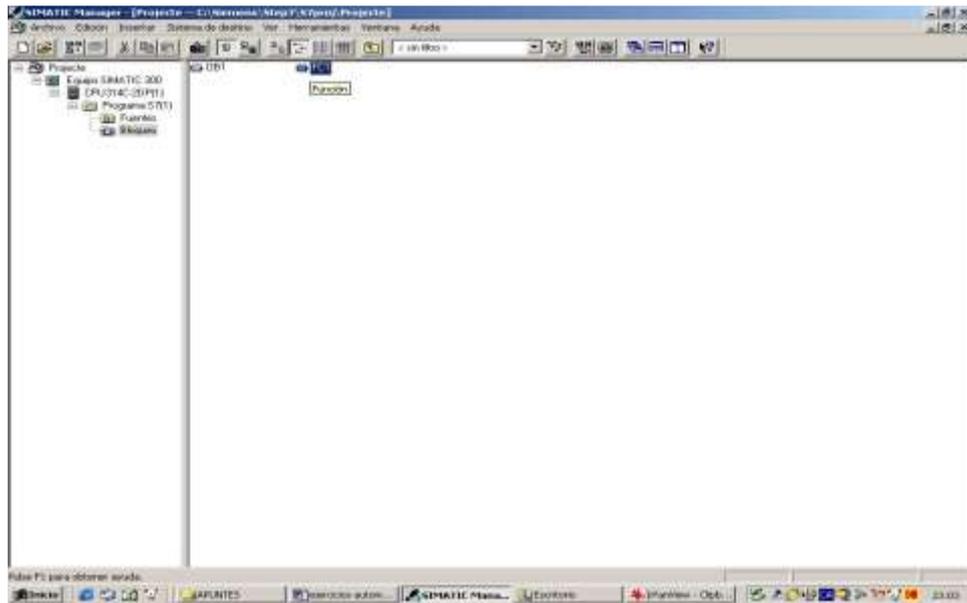
Donde aparece la siguiente pantalla de Propiedades de la Función ver figura 106, le ponemos un nombre simbólico y elegimos el lenguaje de programación y aplastamos el botón Aceptar.



**Figura 106: Propiedades de bloque función cerrado.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Ahora la Función creada, ver figura 107 aparece en el Administrador Simatic.

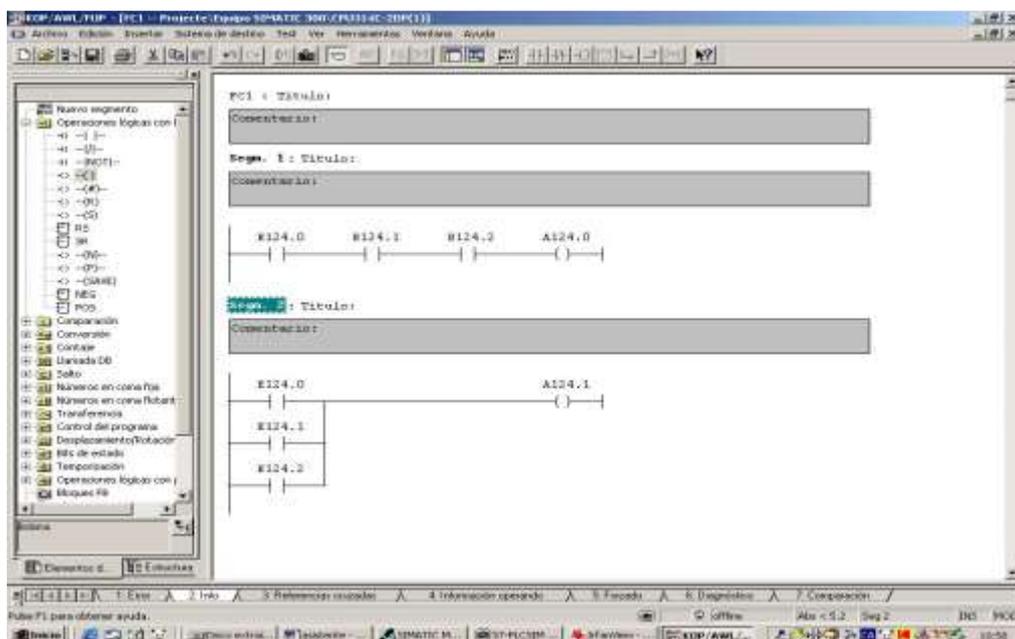


**Figura 107: Bloque de función FC1 creado desde administrador.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

### 3.2.2: EDICIÓN DE FUNCIÓN FC1.

Para abrir la función FC1 hacemos doble clic sobre FC1 abriéndose la siguiente pantalla ver figura 108, donde realizamos la parte lógica del circuito y una vez terminado lo guardamos aplastando el icono .

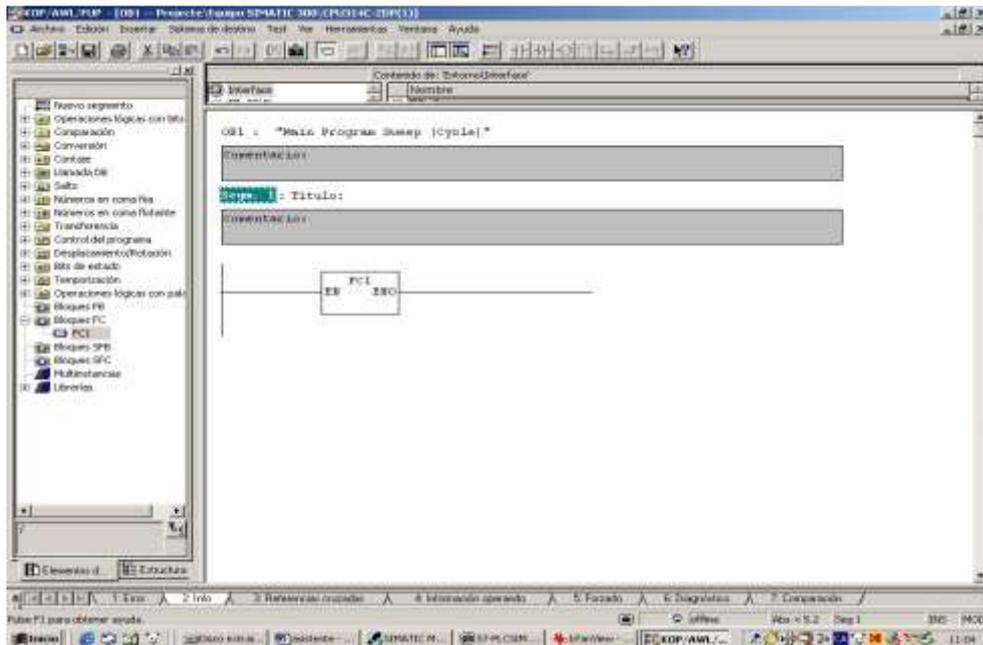


**Figura 108: Edición del bloqueo FC1.**

Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

### 3.2.3: EDICIÓN DE OB1.

Para abrir el Bloque de organización OB1 realizamos doble clic sobre OB1 y se muestra la siguiente pantalla donde elegimos la Función FC1 desde Bloques FC o desde Control de programa hacemos doble clic sobre la función CALL y le definimos la función FC1 ver figura 109 y una vez terminado lo guardamos aplastando el icono .



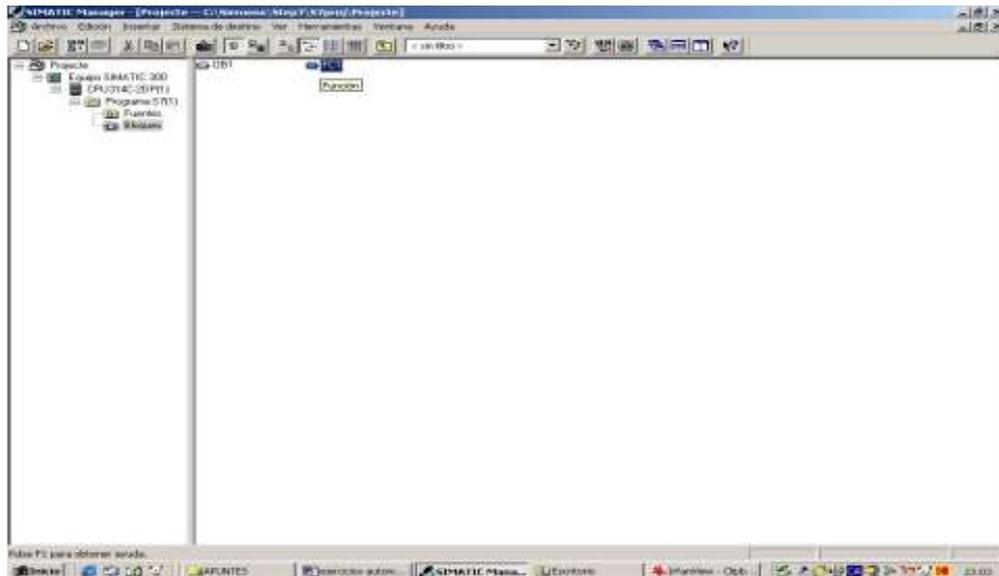
**Figura 109: Edición del bloque cíclico OB1.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

### 3.2.4: TRANSFERENCIA DE BLOQUE AL SIMULADOR.

Para transferir los bloques creados lo podemos realizar de dos maneras:

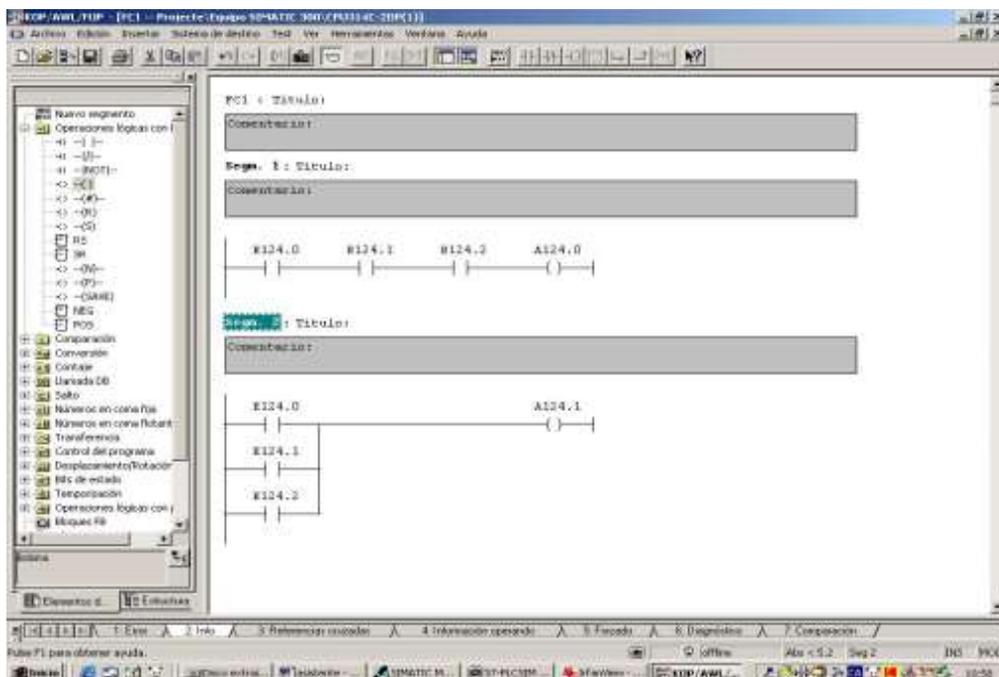
1. Por el Administrador Simatic ver figura 110 donde seleccionamos los bloques con el mouse y aplastamos el icono de cargar . Si se intenta cargar los bloques seleccionados sin estar cerrando el editor AWL/KOP/FUP aparecerá el siguiente mensaje: El bloque está siendo editado por otra aplicación u otro usuario. ¿Desea continuar ejecutando esta función? Hacemos clic en Sí y se carga el bloque.



**Figura 110: Transferencia de bloque FC1 desde el administrador.**

**Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>**

2. Por el editor de programa AWL/KOP/FUP ver figura 111 sin importar si el programa está grabado o no haciendo clic sobre el icono cargar .



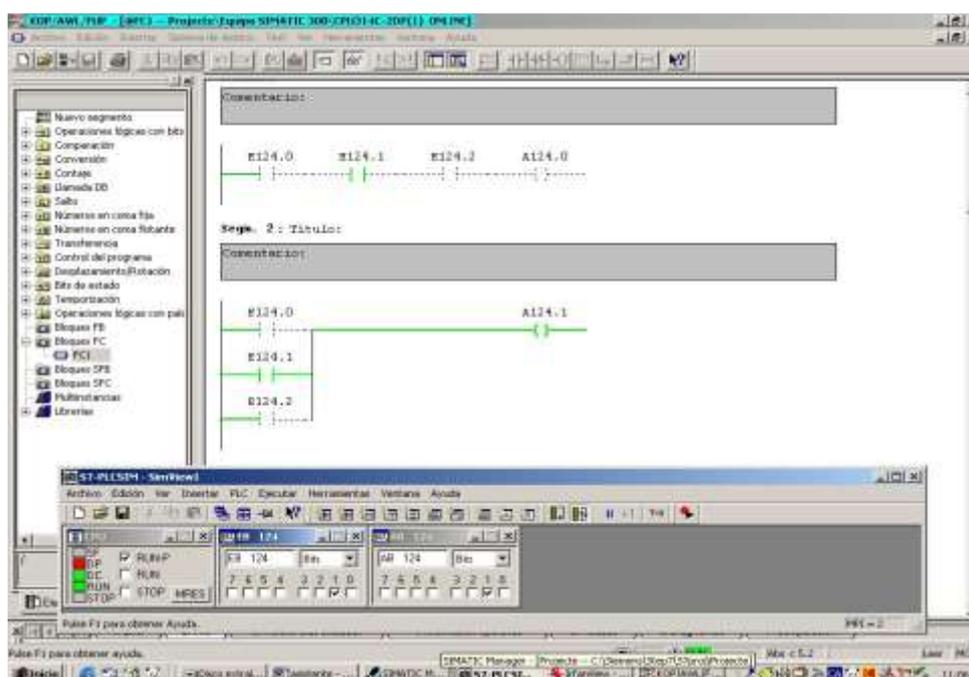
**Figura 111: Transferencia de bloque FC1 desde el editor de programa.**

**Fuente: <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>**

### 3.2.5: VISUALIZACIÓN DEL ESTADO DEL ESTADO DEL BLOQUE FC1

Para su visualización es necesario que primero se cargue todos los bloques que fueron realizados y la configuración del hardware primero y con el CPU en modo STOP.

Una vez realizado lo anterior para poder ver el estado del bloque FC1 desde el editor de programa AWL/KOP/FUP con el simulador es necesario que el PLC se encuentre en RUN y activamos el icono observar sí/no (gafas)  , además ejecutamos las entradas correspondientes para su funcionamiento ver figura 112.



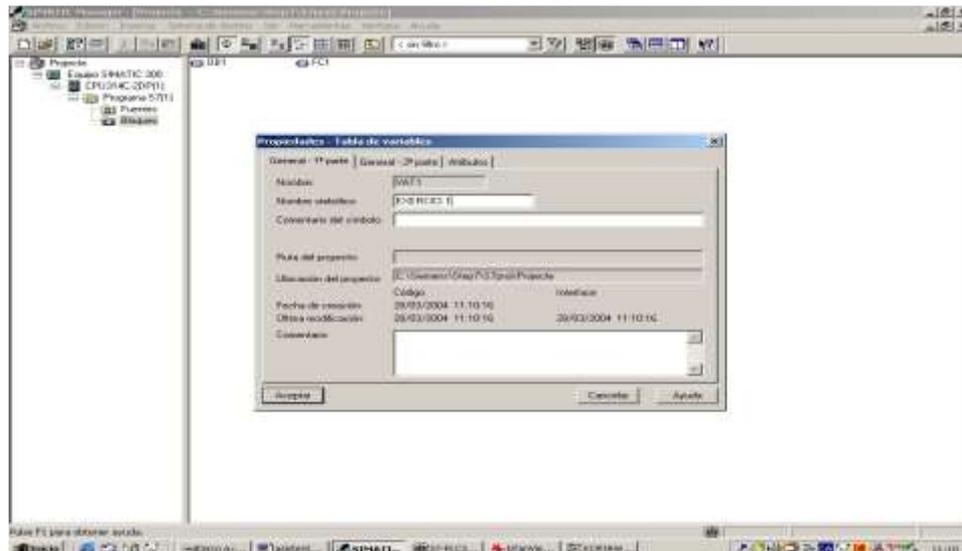
**Figura 112: Visualización del bloque FC1 desde el simulador**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Anomalías por la cual no se puede observar el estado del programa:

- Si el programa que se encuentra en el editor es diferente del que se encuentra en el CPU no se podrá visualizar.
- Si se activa el icono  pero no se visualiza se realizará un clic con el mouse izquierdo encima del nombre del segmento que se desea visualizar o desde el segmento uno para observar todos los segmentos.

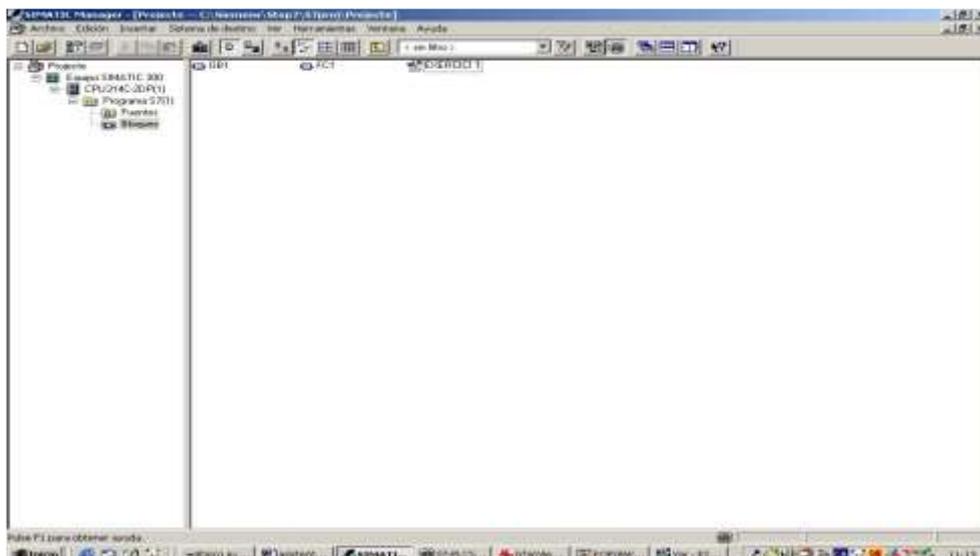




**Figura 114: Propiedades de la tabla de variable.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

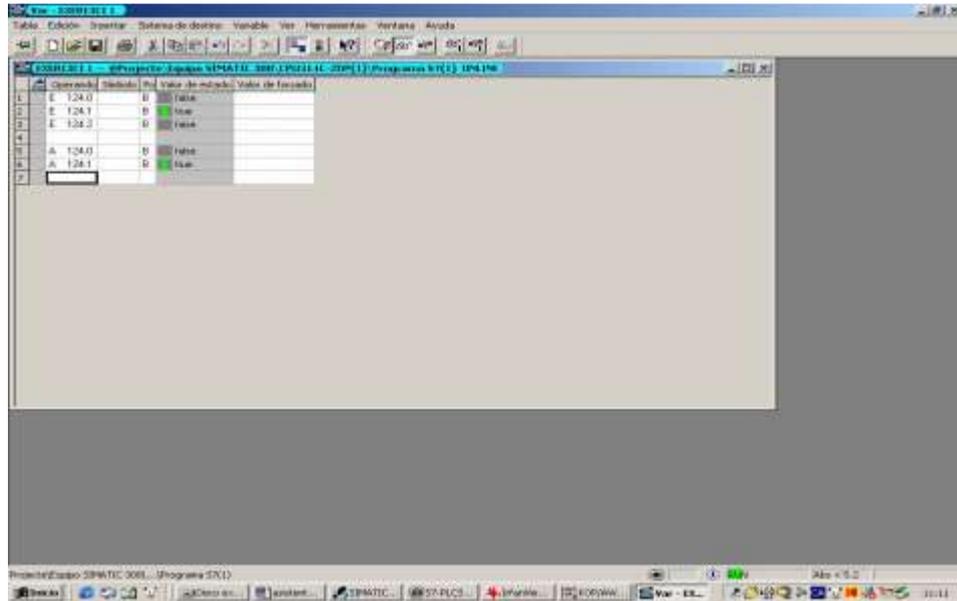
- 3) Ahora ya se podrá visualizar el bloque creado recientemente de Tabla de variables desde el Administrador Simatic ver figura 115.



**Figura 115: Tabla de variables en administrador.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

- 4) Para abrir el bloque de Tabla de variables creado realizamos doble clic sobre el icono  donde aparece el siguiente cuadro ver figura 116, ahora escribimos las variables que deseamos ver que pueden ser entradas, salidas, etc. bajo el operando, para observar si activan o no hacemos clic sobre el icono de observar variable .

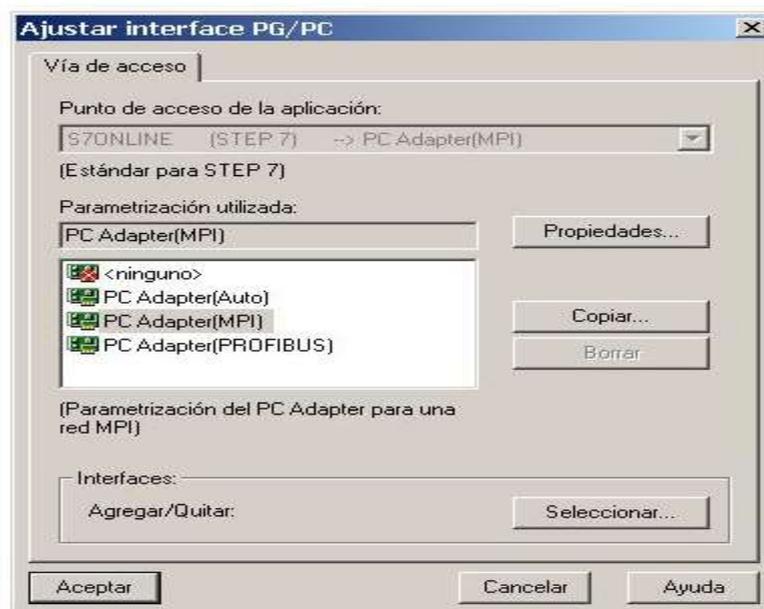


**Figura 116: Visualización de las variables.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

### 3.4: CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ PG/PC.

Para poder realizar la comunicación con el CPU del PLC es necesario configurar la interfaz PG/PC lo cual se lo realiza de la siguiente manera del menú Herramientas→Ajustar interfaz PG/PC, donde aparece el siguiente cuadro ver figura 117, donde elegimos PC Adapter (MPI) y hacemos clic sobre Propiedades.



**Figura 117: Configuración del PC Adapter.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Aparece el siguiente cuadro el cual contiene dos pantallas para configurar que son: MPI y Conexión local.

**En MPI se configura:**

- Propiedades del equipo que son: Dirección que en este caso se pone cero y el *timeout* que en este caso se pone de 30s.
- Propiedades de la red que son: la velocidad de la transferencia en 187.5Kbits/s y la dirección más alta que en este caso es de 31.

**En Conexión local se configura:**

- El puerto de comunicación que puede ser COM 1 o COM 3.
- La velocidad de transferencia en 19200 Kbits/seg ver figura 118.



**Figura 118: Propiedades del PC Adapter**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

Algunos problemas que se puedan presentar al realizar la conexión de la PC con el CPU pueden ser los siguientes ver Tabla 8.

SÍNTOMA	RAZÓN MAL FUNCIONAMIENTO	SOLUCIÓN
Al transferir el programa sale Online falla la comunicación con el PLC	El simulador está cerrado o el PLC no está conectado	Abrir el simulador o conectar el PLC
Trabajando con el PLC continúa dando error	El puerto COM del ordenador está mal configurado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ir a administrador.</li> <li>- Herramientas.</li> <li>- Ajustar la Interface PC/PG.</li> <li>- Propiedades.</li> <li>- Cambiar de puerto COM</li> </ul>
Al intentar comunicar sale número de PLC inferior a 0 la velocidad de comunicación es incorrecta.	no coincide la velocidad configurada con la velocidad del interface.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ir a administrador.</li> <li>- Herramientas.</li> <li>- Ajustar la Interface PC/PG.</li> <li>- Propiedades.</li> <li>- Cambiar la velocidad a 187,5 o en dirección MPI del ordenador poner una dirección diferente de 0</li> </ul>
Queremos visualizar el estado del circuito y no está activo el botón de la "gafas"	El bloque que se quiere visualizar es diferente al del PLC o no se ha cargado al PLC	Transferir el bloque al autómatas
El programa no funciona y LED SF está apagado.	Puede que no se haya transferido el OB1 o el FC correspondiente	Transferir el OB1 y el FC.
	Puede ser que la transferencia de los módulos se haya realizado desde el administrador sin haberlo grabado con anterioridad.	Grabar los Bloques en el editor y transferir al PLC.
El Programa no funciona y Led SF está encendido.	Se ha enviado al PLC solo el OB1 y al ponerlo en Run el OB1 no encuentra el FC.	Enciar el FC y Pasar el autómatas a STOP y RUN otra vez.

**Tabla 8: Problemas que se pueden presentar entre la PC y adaptador.**

**Fuente:** <http://www.iespalauausit.com/edcai/html/indexcast.htm>

### 3.5: PRESENTACIÓN DEL PROTOCOLO PROFIBUS DP.

La red Profibus DP, como varias redes de comunicación industriales, por el hecho de ser aplicada muchas veces en ambientes agresivos y con alta exposición a la interferencia electromagnética, exige ciertos cuidados que deben ser aplicados para garantizar una baja tasa de errores de comunicación durante su operación. A seguir

son presentadas características de la red Profibus DP y también recomendaciones para realizar la conexión del convertidor de frecuencia CFW-11 en esta red.

### **3.5.1: LA RED PROFIBUS DP.**

El termino Profibus es utilizado para describir un sistema de comunicación digital que puede ser utilizado en diversas áreas de aplicación. Es un sistema abierto y estandarizado, definido por las normas IEC 61158 y IEC 61784, que incluye desde el medio físico utilizado hasta perfiles de datos para determinados conjuntos de equipamientos. En este sistema, el protocolo de comunicación DP fue desarrollado con el objetivo de permitir una comunicación rápida, cíclica y determinística entre maestros y esclavos.

Entre las diversas tecnologías de comunicación que pueden ser utilizadas en este sistema, la tecnología Profibus DP describe una solución que, típicamente, es compuesta por el protocolo DP, medio de transmisión RS485 y perfiles de aplicación, utilizado principalmente en aplicaciones y equipamientos con énfasis en la automatización de manufacturas.

### **3.5.2 CARÁCTERÍSTICAS SOBRESALIENTE DE PROFIBUS DP.**

- Optimizado para alta velocidad.
- Conexiones sencillas y baratas.
- Diseñada especialmente para la comunicación entre los sistemas de control de automatismos y las entradas/salidas distribuidas.

### **3.5.3 CARACTERÍSTICAS DE LA SUB-RED MPI.**

Las características de esta sub-red son:

Permite conectar hasta 32 equipos.

Método de acceso es por medio de TOKEN RING (paso de testigo).

Velocidad de transferencia de 19.2Kbits/s, 187.5Kbits/s.

Medio de comunicación por cable bifilar apantallado, fibra óptica de vidrio o plástico.

Longitud de la red es de hasta 50mts. Si se desea ampliar la distancia se lo realiza por repetidores RS 485 alcanzando hasta 1.100 mts. Por medio de cable bifilar apantallado, por fibra óptica vía OLM > 100 Km.

Tipo de topología pueden ser de dos maneras: eléctrica y óptica por parte eléctrica puede ser a través de línea y por parte óptica puede ser árbol, estrella y anillo.

Permite realizar los siguientes medios de comunicación:

Funciones PG/OP.

Funciones S7 (Enlaces configurados)

Funciones Básicas (Enlaces no configurados)

Datos Globales (GD) que pueden ser por procesamiento cíclico o por procesamiento por evento.

### **3.5.4 INTRODUCCIÓN DE LA COMUNICACIÓN POR DATOS GLOBALES.**

La comunicación de datos por Datos Globales es realizada a través de la interface MPI de los CPU S7 por lo que no es necesario tener módulos adicionales. Para la transferencia de datos entre varios CPU'S es necesario definir que CPU envía y cuáles son los CPU'S destinatarios, para lo cual es necesario crear una Tabla de datos donde se especifique lo anterior, compilarlo y cargarlo en cada uno de los CPU involucrados.

La comunicación de datos globales por defecto es de 8 ciclos por cada scan pero esto puede cambiarse cuando se configure la tabla de datos.

#### **3.5.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS DATOS GLOBALES.**

Posee las siguientes características:

En la tabla de datos globales es posible registrar hasta 15 estaciones diferentes (CPU's S7-300/400 o C-600).

No se precisan recursos de enlaces en los CPU's S7-300/400 o C-600.

En el intercambio de datos globales un CPU S7-300/400 envía simultáneamente (BROADCAST) a todos los CPU S7-300/400 o C7-600 conectados a la subred MPI.

### 3.5.5 TIPOS DATOS TRANSMITIDOS CON DATOS GLOBALES.

Al utilizar la comunicación por Datos Globales de los datos entre varios CPU'S permite realizar la transferencia de los siguientes tipos de datos:

Entradas y Salidas (Imágenes de proceso).

Bits de Memoria (Marcas).

Datos (Bloque de Datos).

Valores de temporizadores y contadores.

#### 3.5.5.1 TRANSFERENCIA DE DATOS.

La manera como se realiza la transmisión por Datos Globales puede ser de dos maneras:

Transferencia Cíclica.

Transferencia por evento.

##### 3.5.5.2.1 TRANSFERENCIA CÍCLICA.

La transferencia cíclica de datos de lectura y escritura la realiza sin necesidad de que exista un programa de usuario, ver figura 119.



**Figura 119: Transferencia cíclica de datos globales**

Fuente: <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/Lab.00.pdf>

### 3.5.5.2.2 TRANSFERENCIA POR EVENTO.

La transferencia por evento de datos de lectura y escritura la realiza por medio de los SFC que son bloques de función que tiene integrado el CPU y que son llamadas desde el programa de usuario, ver figura 120.



**Figura 120: Transferencia por evento de datos globales.**

**Fuente:** <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/Lab.00.pdf>

### 3.5.5.2.3 ELEMENTOS DE LA COMUNICACIÓN POR DATOS GLOBALES.

Círculos GD: Elementos de comunicación a la par.

Paquetes GD: Información transmitida.

Consistencia de datos: Tamaño de la trama elemental.

Identificación (ID): (círculo. paquete. elemento)

Palabra de estado: Existen dos las cuales son:

GST: Estado Global de la comunicación.

GDS: Estado de la conexión de comunicación (para un paquete)

Tasa de scan: múltiplos de ciclo de programa (1-256).

### 3.5.5.2.4 CÍRCULO DE DATOS GLOBALES.

Es la manera como los CPU intercambian los datos entre ellos.

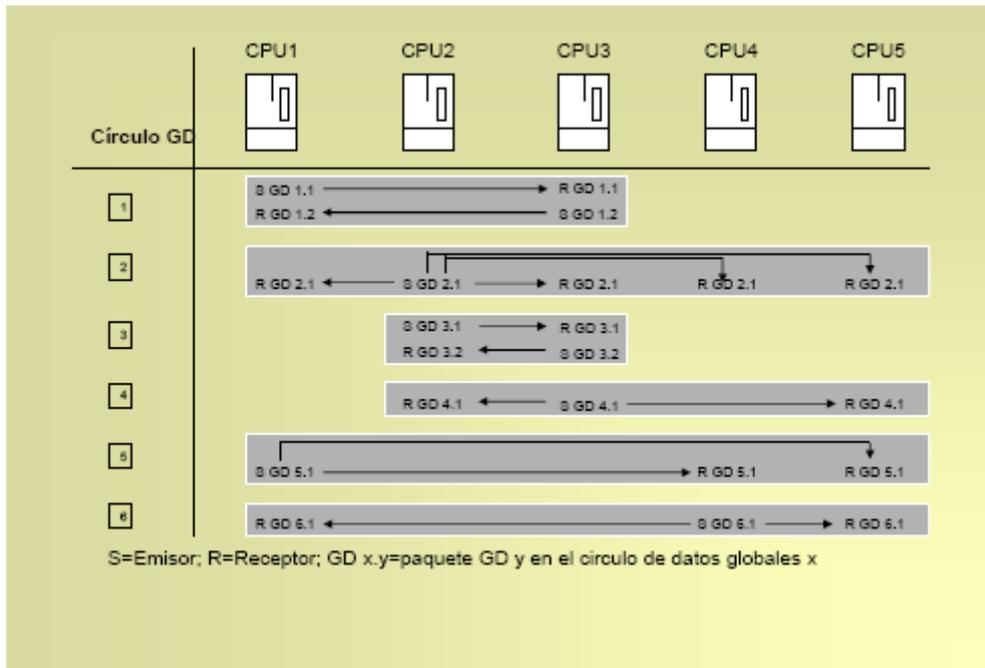


Figura 121: Círculos de datos globales.

Fuente: <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/Lab.00.pdf>

### 3.5.5.2.5 PAQUETES DE DATOS GLOBALES.

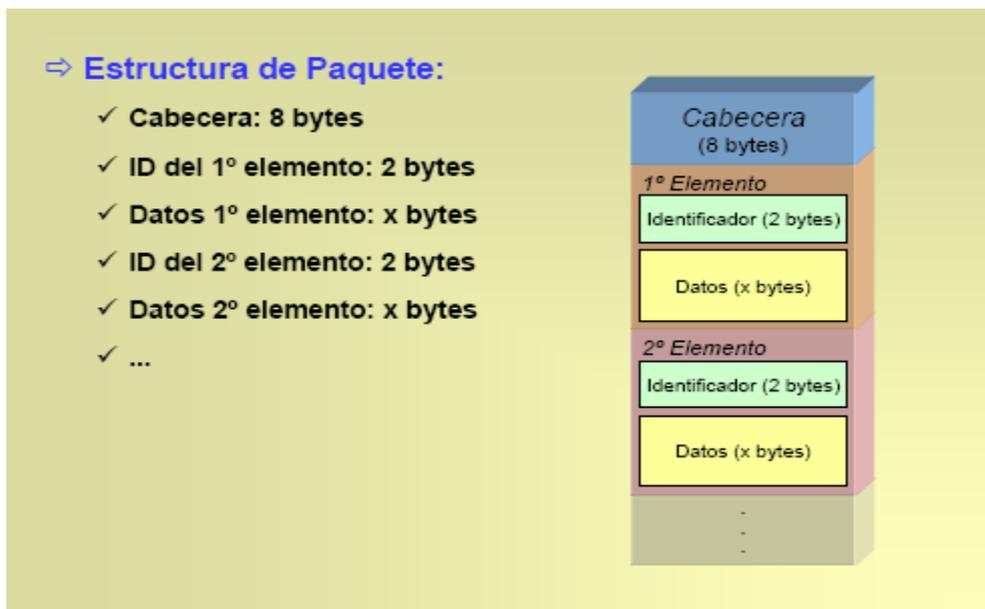
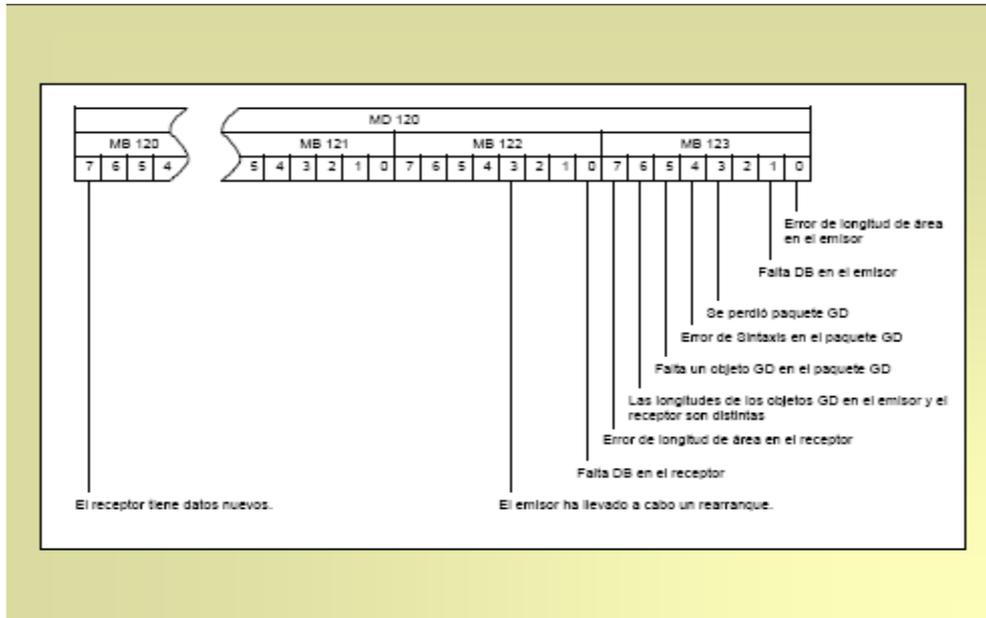


Figura 122: Paquetes de datos globales.

Fuente: <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/Lab.00.pdf>

### 3.5.5.2.6 PALABRAS DE ESTADO GST Y GDS.



**Figura 123: Palabras de GST y GSD de datos globales.**

**Fuente:** <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/Lab.00.pdf>

## 3.6: EASY SERVER Y MANIOBRA EQUIPOS DISOCONT.

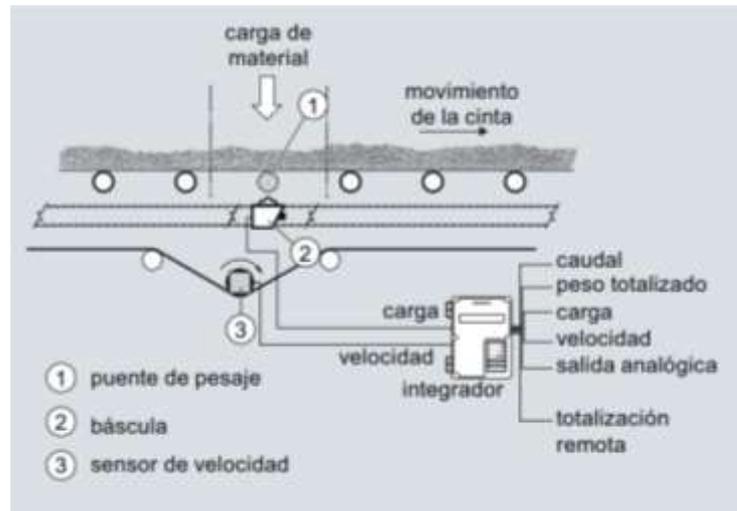
### 3.6.1: CARACTERÍSTICA.

Diseñado para facilitar el manejo de escalas continuas en conjunto con un peso de la electrónica del tipo DISOCONT o INTECONT, el software EasyServe Schenck Process, en adelante también abreviado como EasyServe, se puede utilizar para

- ❖ Puesta en marcha.
- ❖ Parametrización.
- ❖ Calibración.
- ❖ Diagnóstico.
- ❖ Solución de problemas.

Registros de parámetros y archivos de texto se pueden almacenar (archivados) en el portador de datos y vuelve a cargar desde allí. EasyServe es más fácil de manejar con

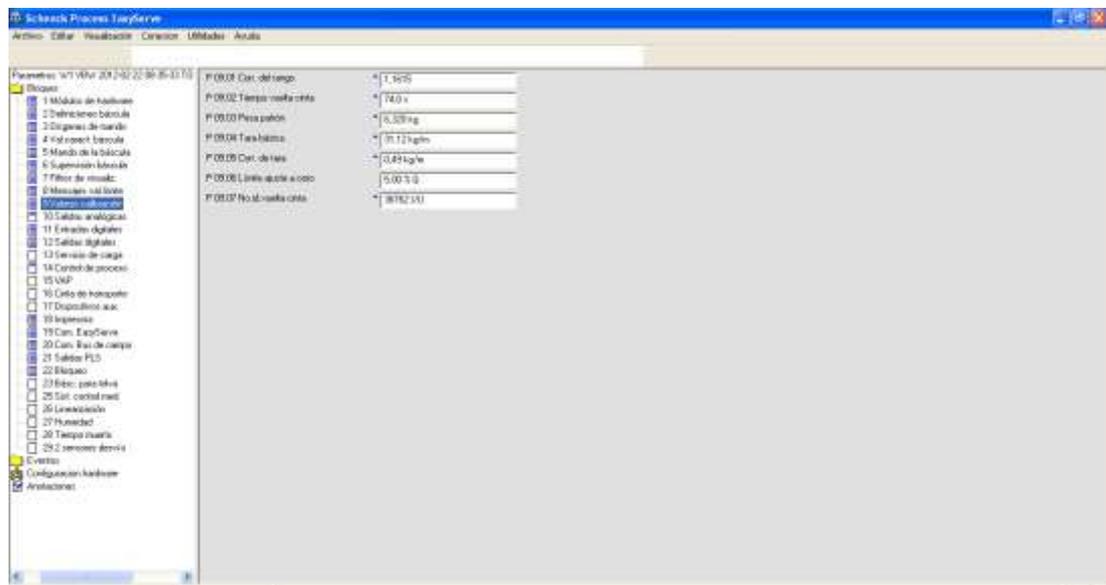
un clic del ratón. El control de menú le permite acceder a todos los datos de mantenimiento y permite el ajuste flexible y fácil.



**Figura 124: Principio de control.**

**Fuente:** [http://www.automation.siemens.com/sctatic/catalogs/catalog/wt/wt10/es/wt10\\_es\\_kap04.pdf](http://www.automation.siemens.com/sctatic/catalogs/catalog/wt/wt10/es/wt10_es_kap04.pdf)

Los textos de los menús en la pantalla del PC y la unidad de control se pueden visualizar en el idioma del país en particular.



**Figura 125: Pantalla Easy Server**

**Fuente: Autores**

## MANIOBRAS EQUIPOS DISOCONT

### **3.6.2: FUNCIÓN DE AJUSTE.**

Existen los siguientes programas de calibración:

1. Simulación ON / OFF
2. TW : Tarar
3. CW : Control de peso
4. LB : Impulsos / vuelta de cinta
5. TB : Tarar (1)
6. CB: Control de peso (1)
7. B: Optim. Regulador (1)
8. Ajuste de fecha/hora
9. Regulación de tolva Manual/Autom. (1)
10. Regulación de tolva manual ON/OFF (2)
11. Los programas de ajuste están protegidos con una contraseña para evitar un manejo Incontrolado.

### **3.6.3: FUNCIÓN 'T W: TARA'.**

La función de ajuste recoge el error de punto cero de la báscula dosificadora de cinta durante una o varias vueltas de cinta. A diferencia del programa de puesta a cero, se utiliza sólo para la puesta en servicio o después de modificaciones y, por lo tanto, está protegido contra falsas maniobras mediante contraseña.

Después del tarado, la carga de cinta es de 0 kg/m.

Condiciones:

- No debe encontrarse ningún material en la cinta transportadora.

- Si participa un alimentador, éste debe desconectarse con la función
- Alimentador OFF'.
- La báscula está conectada.
- El servicio de carga no debe estar activado.

### 3.6.4: FUNCIÓN 'CW: CONTROL DE PESO'

Con esta función de ajuste se controla la gama de medición del DISOCONT. Para ello se carga la plataforma de pesaje con un peso patrón conocido y el valor medio de la carga de plataforma se registra automáticamente durante una o varias vueltas completas de la cinta. El resultado se compara con una consigna predefinida y se indica.

Nota: No se efectúa automáticamente la aceptación del resultado en el parámetro P09.01 'Corrección de gama' o en otro parámetro.

Condiciones:

- No debe encontrarse ningún material en la cinta transportadora.
- Si participa un alimentador, éste debe desconectarse con la función 'Alimentador OFF'.
- Tarado o puesta a cero realizados.
- Entrar el parámetro P 09.03 'Pesa patrón'. El peso patrón debe ser entre 30 % y 100 % de la carga nominal de plataforma Q0. La carga nominal de plataforma se calcula con :

$$Q0 = q0 * Leff.$$

Q0 = Carga nominal de cinta.

Leff = Longitud efectiva de la plataforma.

- La pesa patrón está colocada en el punto previsto.
- La báscula está conectada.

- El servicio de carga no debe estar activado.

La precisión depende mucho del estado de los componentes, por lo cual un correcto mantenimiento garantiza su eficiencia.

Para determinar su estado se tiene la siguiente tabla.

<b>ERROR</b>	<b>COR.</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<1%	0,99.....1,01	La báscula está correcta, no se requiere aplicar otras medidas.
<5%	200	Si, con el parámetro "Corrección de gama", todavía no se ha tenido en cuenta el resultado de un control con el material, pues introducir el valor COR para el parámetro "Corrección de gama"
>5%	400	Las desviaciones de varios por ciento son indicativo de una introducción errónea de datos técnicos (por ejemplo inclinación de cinta no conocida precisamente, brazo de palanca) o de existencia de errores mecánicos (alineación, deformaciones)

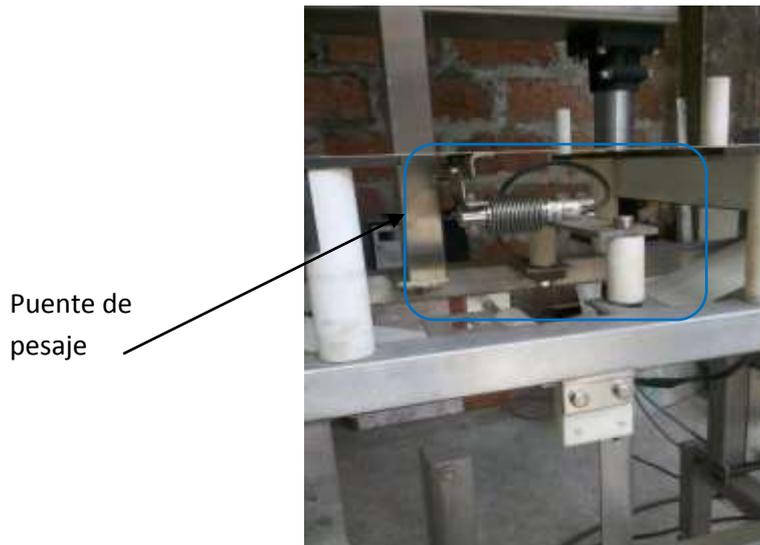
Nota: Durante el control, no se tiene en cuenta del parámetro P09.01 "Corrección de gama". Por eso, después de la corrección el programa de control indicará el mismo cociente de error COR.

**Tabla9: Tabla de evaluación de dosificador.**

**Fuente: Disocont ® báscula de cinta manual de funcionamiento BVH2126es.pdf**

### **3.6.5: CAPACIDAD DE BÁSCULA DE PESAJE Y PARAMETRIZACIÓN.**

Se utilizara una celda de carga con capacidad de 5Kg, esta se utilizará como puente de pesaje para detectar el peso del producto que pasará sobre la cinta.



**Figura 126: Puente de pesaje**

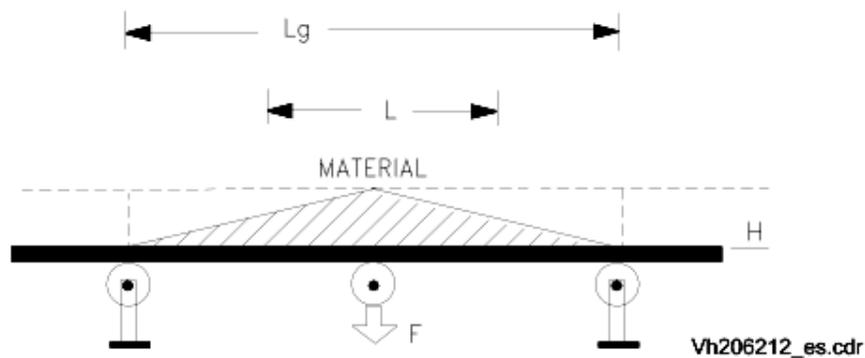
**Fuente: Autores**

### **3.6.6: LONGITUD EFECTIVA DE LA PLATAFORMA.**

La longitud efectiva de la plataforma es un valor importante para la calibración. Esta longitud viene determinada por el diseño de la plataforma y normalmente puede consultarse en la hoja de datos, pero en nuestro caso debemos medir la longitud, e introducir el valor en el parámetro 'Long. Efect Plataforma'.

### **3.6.7: PLATAFORMA DE BÁSCULA CON UN RODILLO.**

La siguiente figura muestra el principio operativo de una báscula de plataforma con un rodillo.



**Figura 127: Báscula de plataforma con un rodillo.**

**Fuente: Disocont ® báscula de cinta manual de funcionamiento BVH2126es.pdf**

Las áreas rayadas indican la distribución de las cargas en la plataforma de pesaje. Un rodillo medidor hace que la carga de la plataforma de pesaje pase a la célula de pesaje. Esto puede suceder a través de un mecanismo de palanca o a través de un guiado paralelo de resortes de lámina.

Una báscula de plataforma con un rodillo permite calcular la longitud efectiva de la plataforma utilizando la siguiente fórmula:

$$L = Lg / 2$$

$L$  = longitud efectiva de la plataforma

$Lg$  = longitud total de la plataforma como viene indicado en la figura Báscula de plataforma con un rodillo.

Se realizará para nuestro caso la medición de la longitud efectiva ya que debe ser ingresado en el parámetro P4.04.

Se utilizará la ecuación para calcular la Longitud efectiva del puente, al realizar las medidas sobre nuestro equipo detectamos que está en 0.344m, lo cual se de acuerdo a la ecuación da 0.172m.

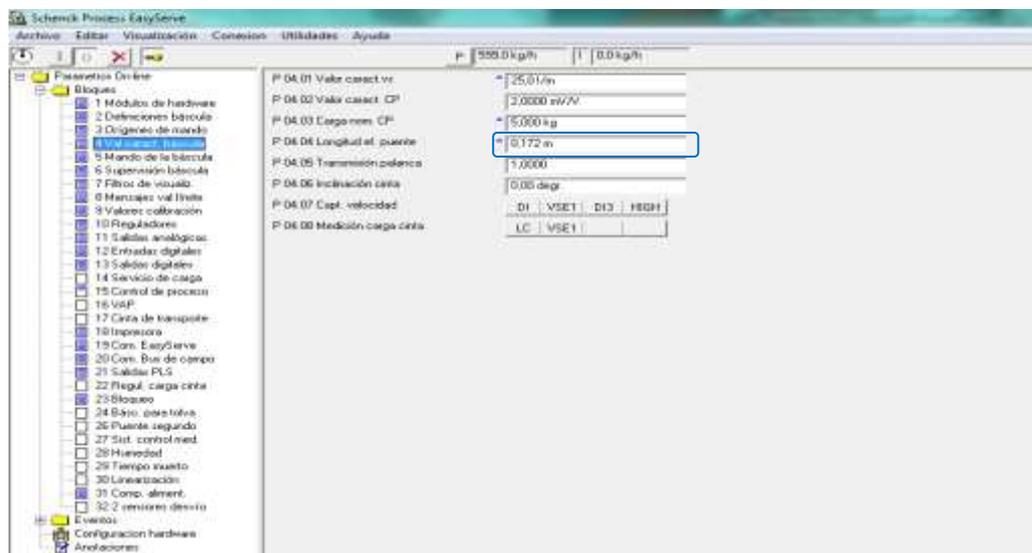


Figura 128: Ingreso del parámetro longitud efectiva del puente.

Fuente: Autores

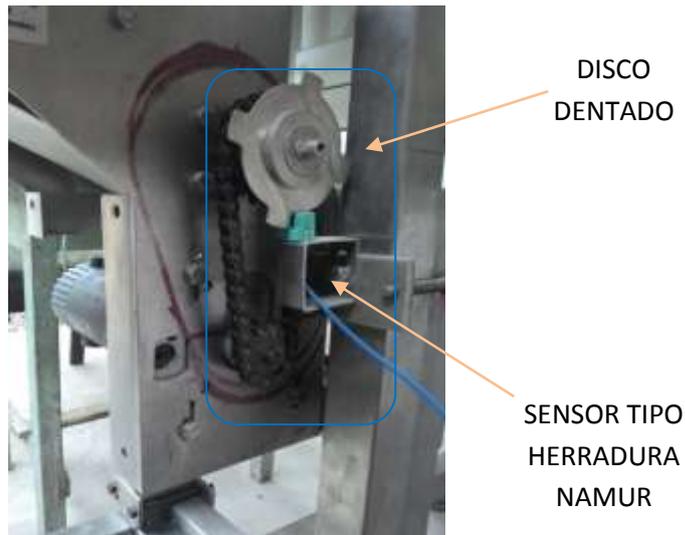
### 3.6.8: CONTROL DE LA VELOCIDAD DE LA CINTA.

El transmisor de frecuencia del tacogenerador puede estar accionado de diferentes maneras:

- mediante una rueda de fricción en el ramal inferior de la cinta,
- mediante el árbol del motor de accionamiento.

En el primer caso, el valor introducido del valor del parámetro P 04.01 'Valor caract. Vs' depende del diámetro exacto de la rueda de fricción.

Para nuestro equipo se utilizará el segundo caso, del engranaje y del factor de enlazamiento de la cinta. Por eso debe controlarse la exactitud de la medición de la velocidad.



**Figura 129: Control de velocidad.**

**Fuente: Autores**

### **3.6.9: PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR LA VELOCIDAD.**

1. Determinar la velocidad  $V_g$  de la cinta transportadora con cronómetro y cinta métrica.

**Nota:** Por seguridad, realizar varias mediciones y calcular el valor medio.

2. A lo largo del mismo período de tiempo, leer el valor de velocidad  $V_a$  en el DISOCONT.
3. Comparar los valores: ¿Desviación?

En caso de sí, entonces:

4. Determinar el nuevo parámetro P 04.01 'Valor característico. vs' según la siguiente fórmula:

$$\text{Parámetro P 04.01 (NUEVO)} = \text{Parámetro P 04.01 (ANTIGUO)} * V_a / V_g$$

$V_g$  = Velocidad medida

$V_a$  = Velocidad leída

5. Entrar el nuevo valor del parámetro P 04.01 'Valor caract. vs.

**Nota:** El procedimiento también puede aplicarse con un parámetro P 04.01 'Valor Caract. Vs desconocido.

### **3.7: CONTROL CON MATERIAL.**

Ningún control o ajuste con pesas de prueba puede reproducir las condiciones naturales de manera perfecta. Sólo es posible conseguir una báscula de alta precisión tras realizar varias mediciones con material y mediante la posterior corrección.

La corrección se realiza con el parámetro P 09.01 'Corrección de gama'.

Antes de iniciar con el control con material debemos determinar el estado del equipo.

#### **3.7.1: PASOS PARA CALIBRACIÓN DE BÁSCULA DE PESAJE ESTÁTICA.**

1. Una vez instalado el software “Schenck Process EasyServe”, se deberá abrir.



**Figura 130: Selección de programa Schenck**

**Fuente: Autores**

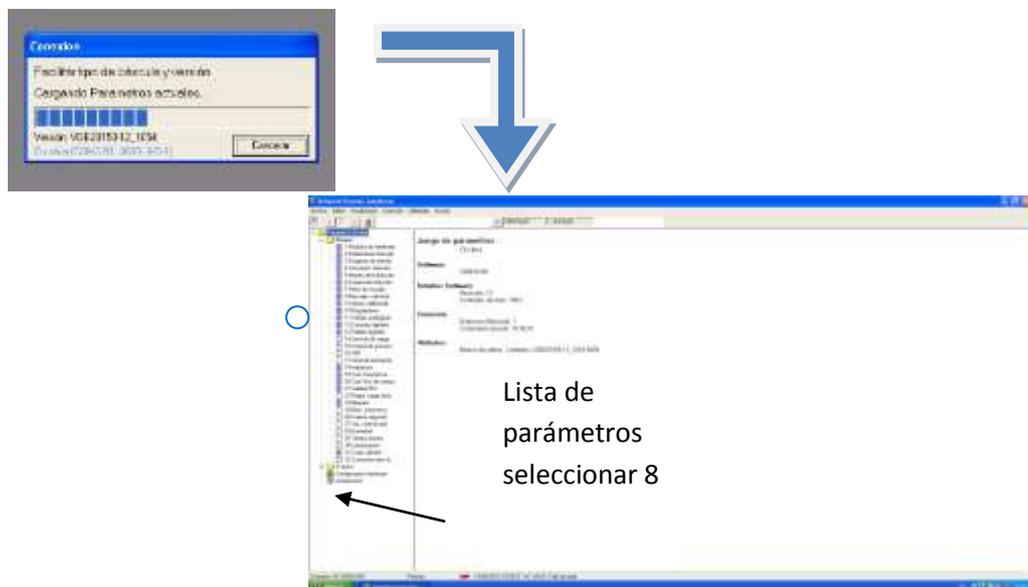
2. Se abrirá el programa de parametrización y calibración de los dispositivos Schenck, presionamos en conexión donde podremos comunicar a los equipos por medio del puerto serial RS232.



**Figura 131: Conexión por puerto serial**

**Fuente: Autores**

3. Se cargarán los parámetros actuales del equipo al que estamos conectando, y se debe desactivar la seguridad del programa, ingresamos al parámetro P08.03 y P08.07, se debe Cambiar el estado de A (alarma) a W (trabajo), esto dará mensaje de error pero nos permitirá realizar la calibración, al finalizar el ajuste se deberá volver a seleccionar el estado original.

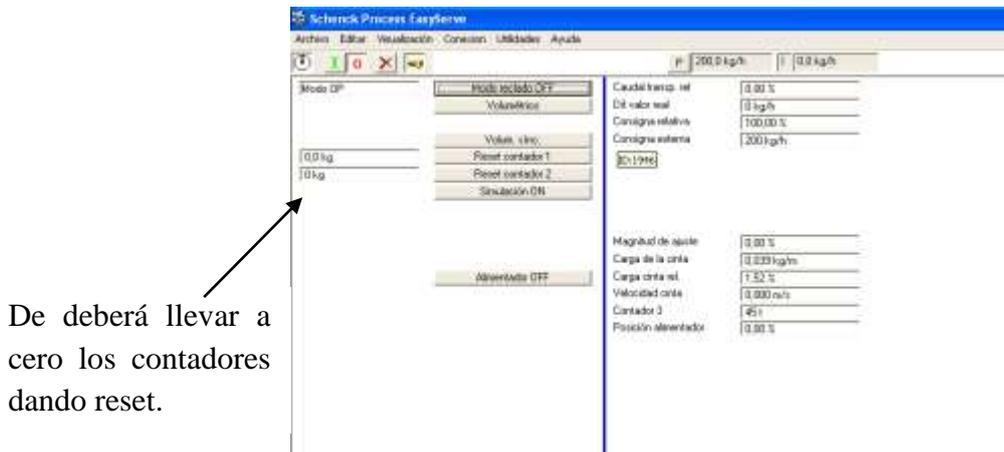


**Figura 132: Pantalla principal de software Schenck**

**Fuente: Autores**

4. Se dará clic en visualización y se desplegará una pequeña lista, se deberá seleccionar bascula de operación 1, luego modo de calibración ON de esta

manera se habilita el control desde el Software ahora se puede arrancar la báscula.

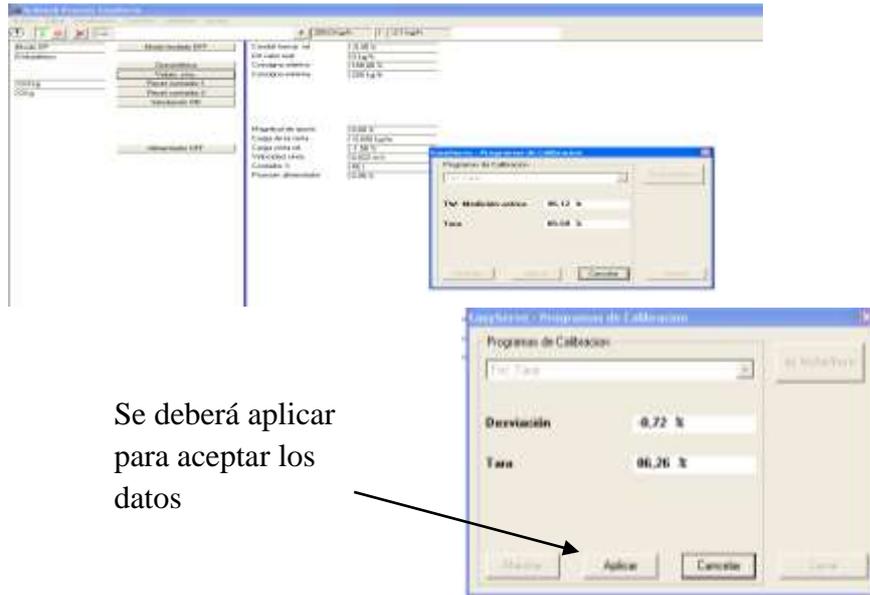


De deberá llevar a cero los contadores dando reset.

**Figura 133: Reset y arranque de báscula.**

**Fuente: Autores**

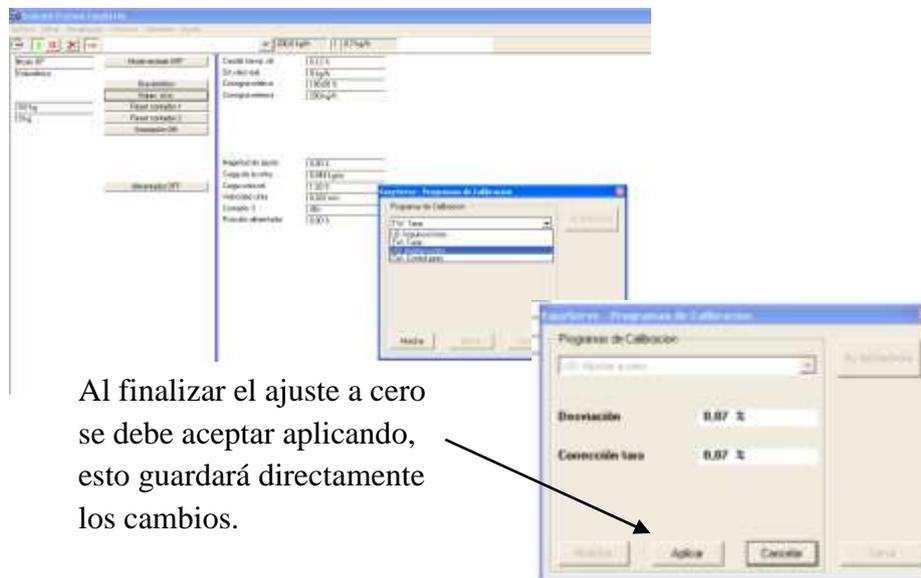
- Se realizará la calibración estática del equipo, esta calibración tiene como finalidad determinar el estado mecánico del equipo o de la celda de carga, se deberá seleccionar volumétrico y arrancar la báscula cerciorando que esté completamente limpio, en la pestaña de utilidad seleccionar asistente de calibración “TARAR”. Si el equipo se encuentra sin problemas al momento de APLICAR se deberá aceptar por el equipo.



**Figura 134: Aplicar tara a báscula**

**Fuente: Autores**

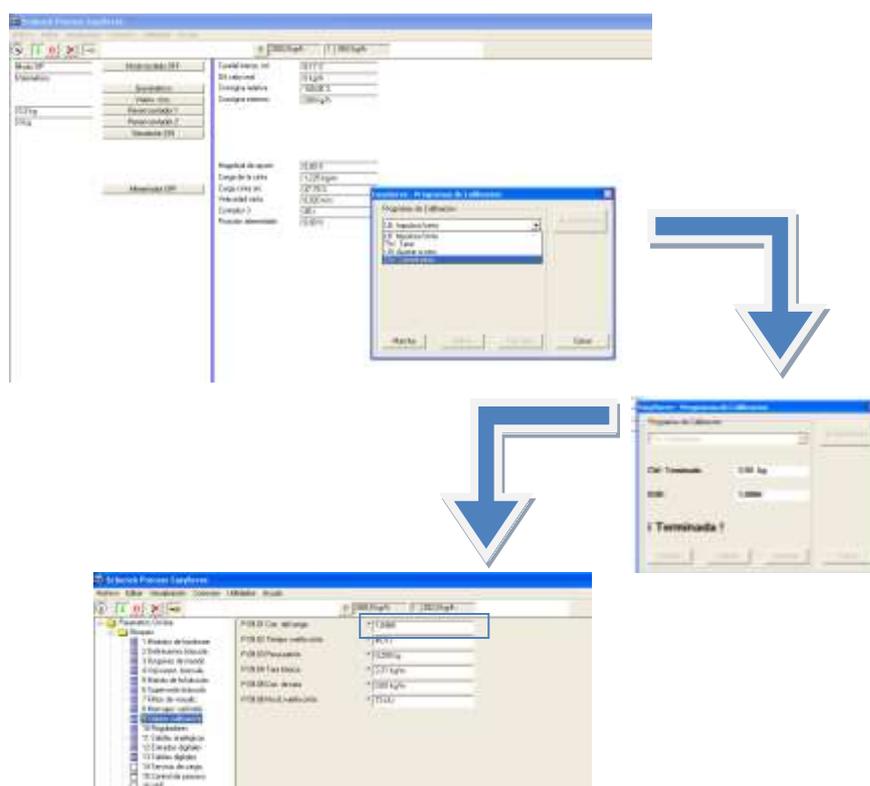
- Luego de que se haya realizado la TARA del equipo se debe hacer el ajuste a cero, seleccionamos en utilidad, asistente de calibración ajuste a cero, la báscula debe continuar activa, y pulsamos marcha.



**Figura 135: Proceso de ajuste a cero de báscula.**

**Fuente: Autores.**

- Se utilizará una pesa patrón de 200gr, para colocar en el puente de pesaje se deberá detener la báscula para evitar cualquier tema relacionado a seguridad de la persona, una vez colocada la pesa patrón damos marcha al equipo y al control de peso, finalizará con un valor KOR, se deberá abrir la lista de parámetros online y se deberá colocar en el parámetro P09.01 que es el factor de corrección del sistema.



**Figura 136: Proceso de ajuste de factor de corrección.**

**Fuente: Autores**

### 3.7.2 REQUISITOS PARA UN “CONTROL CON MATERIAL”

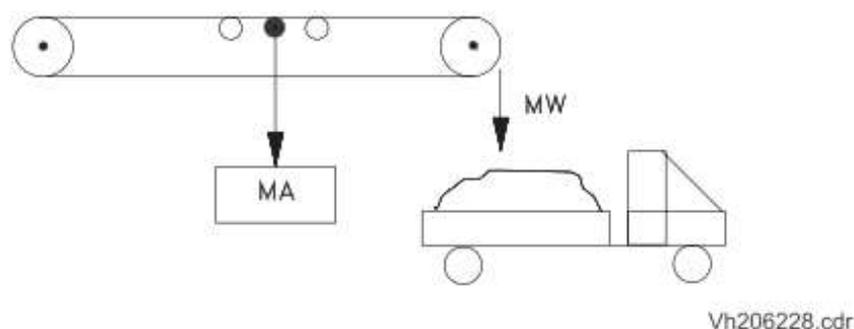
- El tramo de transporte desde la plataforma de pesaje hasta el punto de recogida del material debe estar limpio.
- Los posibles desvíos de material instalados no deben evacuar material.
- Si entre la plataforma de pesaje y el punto de recogida hay tornillos de transporte o canales transportadores neumáticos, antes de realizar la medición de control debe transportarse material durante aprox. ½ hora. De este modo

se formarán las acumulaciones normales de material adherido a los elementos de transporte.

- Ajustar las alarmas para modo trabajo.
- Antes de llenar los contenedores en los que se transporta el material a una báscula comercial calibrada es necesario limpiarlos y pesarlos de nuevo (tara).

### Ejemplo para un 'Control con material'

En la figura 'Control con material' se representa de manera esquemática como se realiza un control con material:



**Figura 137: Ajuste de báscula con material.**

**Fuente: Disocont ® báscula de cinta manual de funcionamiento BVH2126es.pdf**

Dentro de un tiempo definido, 15 min. Por ejemplo, se transporta una cantidad real de material MW de 4,9 t. El valor de material MA indicado en el DISOCONT es de 5,0 t.

El valor nuevo del parámetro P 09.01 'Corrección de gama' se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Parámetro P 09.01 (NUEVO)} = \text{Parámetro P 09.01 (ANTIGUO)} * \text{MW} / \text{MA}.$$

En el ejemplo indicado es de 0,98.

El valor nuevo se introduce en el parámetro P 09.01 'factor de Corrección'.

### 3.8: DATOS CALIBRACIÓN DINÁMICA.

Para realizar la calibración dinámica se tomaron varias muestras de peso, con la finalidad de ajustar el valor de dosificación como lo muestra la tabla a continuación.

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6
PESO BALANZA	1,8	2,1	2,1	2,6	2,6	3,4
PESO CONTADOR	2,1	2,1	2,2	2,6	2,6	3,4
KOR ANTERIOR	0,991	0,8494	0,8494	0,8108	0,8108	0,8108
KOR NUEVO	0,8494	0,8494	0,8108	0,8108	0,8108	0,8108
	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10	MUESTRA 11	MUESTRA 12
PESO BALANZA	3,5	3,5	5	4,2	5,9	4,5
PESO CONTADOR	3,5	3,5	5	4,2	5,9	4,5
KOR ANTERIOR	0,8108	0,8108	0,8108	0,8108	0,8108	0,8108
KOR NUEVO	0,8108	0,8108	0,8108	0,8108	0,8108	0,8108

**Tabla 10: Datos obtenidos en calibración dinámica.**

**Fuente: Autores.**

### **3.9: TOLVA DE CARGA.**

La báscula de pesaje dinámico necesitará alimentación del producto que va a ser pesado, por ello se ha trabajado en la instalación de una tolva que tiene como finalidad mantener un nivel adecuado para que el equipo se mantenga trabajando si el nivel es superior a 1 Kg este se habilitará para su funcionamiento, en el caso de que el peso sea inferior a 1Kg el equipo se detendrá y presentará falla por bajo nivel el mismo que se reflejara en la pantalla HMI.



**Figura 138: Presentación de equipo báscula de pesaje dinámico.**

**Fuente: Autores.**

La tolva de pesaje trabaja con un controlador idéntico al de la báscula de pesaje dinámico con la diferencia que el software cambia por su función.

Sobre las celdas de carga se encuentra sostenida la tolva de pesaje, estas celdas son de 10Kg cada una.



**Figura 139: Tolva de carga**

**Fuente: Autores.**

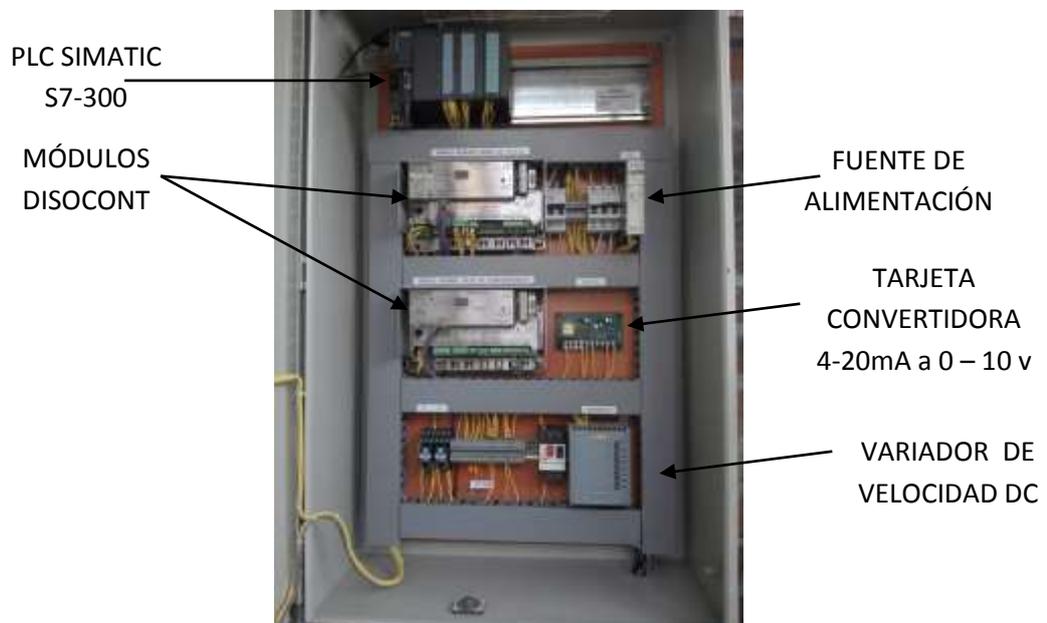
Para el control de apertura de ha implementó una compuerta tipo cuchilla de esta manera podemos limitar el caudal de ser necesario por intervención de mantenimiento.



**Figura 140: Compuerta de alimentación de báscula**

**Fuente: Autores.**

El tablero eléctrico muestra los componentes utilizados para la implementación del proyecto.



**Figura 141: Tablero eléctrico de control**

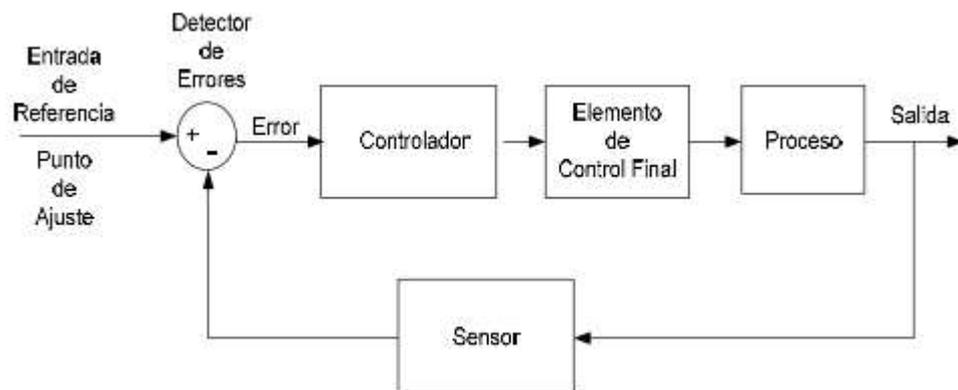
**Fuente: Autores.**

### 3.10: ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE CONTROL

El control de una variable de proceso requiere de una estructura que incluye cuatro elementos (Proceso, Sensor, Controlador, Elemento de Control Final) conectados de tal manera que se establece un flujo de información que si es recirculada se describe como un lazo de control retroalimentado (Feedback). Si el controlador desarrolla su acción sin alimentarse de la información que se observa en la variable de proceso, se dice que es un control anticipatorio (Feedforward)

#### 3.10.1: LAZO DE CONTROL POR RETROALIMENTACIÓN.

La Figura 142 es un diagrama de bloques de un sistema de control industrial que consiste de un controlador automático, un elemento de control final, un proceso y un sensor (elemento de medición). Es un lazo cerrado donde la variable de salida del proceso se mide y retroalimenta al controlador quien determina el error de dicha medida con su valor de referencia y genera una acción que ejecuta el elemento de control final para ajustar la variable de control al valor deseado.



**Figura 142: Lazo de control de un proceso por retroalimentación**

**Fuente: Manual acciones básicas de control.pdf**

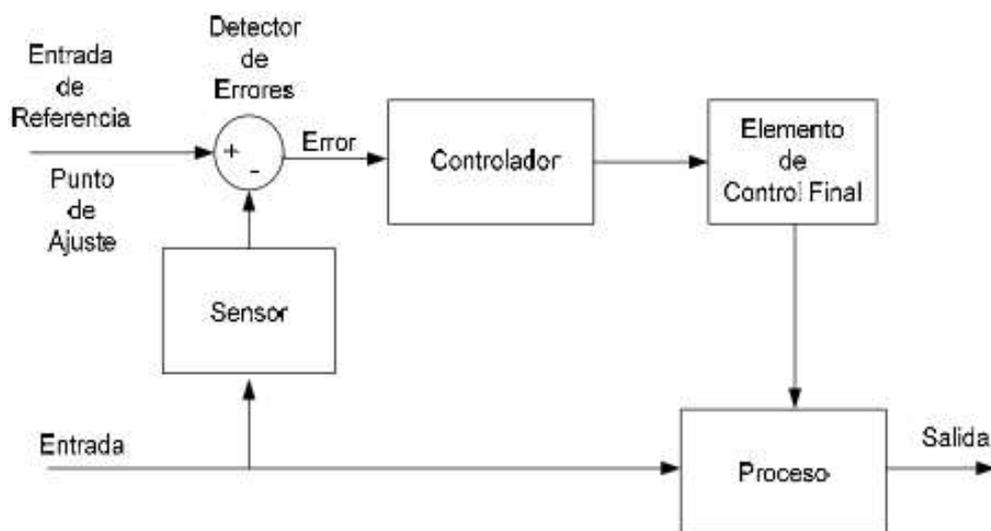
El controlador detecta la señal de error, que por lo general está en un nivel muy bajo, y la amplifica a un nivel lo suficientemente alto. La salida del controlador automático se alimenta a un elemento de control final como un motor hidráulico o eléctrico o una válvula neumática. Este elemento de control final es un dispositivo de potencia que

produce la entrada al proceso de acuerdo con la señal de control, a fin de que la señal de salida se aproxime a la señal de entrada de referencia.

El sensor o elemento de medición es un dispositivo que convierte la variable de salida en otra variable manejable, tal como un desplazamiento, una presión o un voltaje que pueda usarse para comparar la salida con la señal de entrada de referencia. Este elemento está en la trayectoria de retroalimentación del sistema en lazo cerrado. El punto de ajuste del controlador debe convertirse en una entrada de referencia con las mismas unidades que la señal de retroalimentación del sensor o del elemento de medición.

### 3.10.2: CONTROL POR ANTICIPADO (Feedforward)

La Figura 143 es un diagrama de bloques de un sistema de control industrial anticipado. Se observa que se mide una variable sobre una corriente de entrada y dicha información es comparada con la de referencia lo que se alimenta al controlador para que ejecute su acción, a través del elemento de control final, quien modifica la variable manipulada para mantener estable la variable de proceso.



**Figura 143: Control de un proceso anticipado.**

**Fuente: Manual acciones básicas de control.pdf**

### 3.10.3: ACCIÓN DE DOS POSICIONES O DE ENCENDIDO Y APAGADO (On/Off).

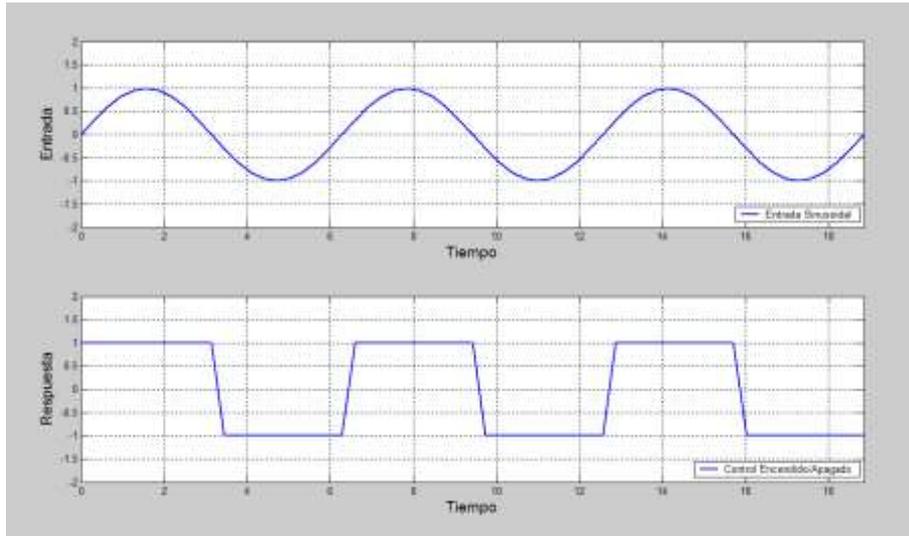
En un sistema de control de dos posiciones, el elemento de control final sólo tiene dos posiciones fijas que es, en muchos casos, encendido o apagado.

En el control de dos posiciones, la señal de salida,  $m(t)$  permanece en un valor ya sea máximo o mínimo, dependiendo de si la señal de error,  $e(t)$ , es positiva o negativa. De este modo,

$$\begin{aligned} m(t) &= M_1, & e(t) > 0 \\ m(t) &= M_2, & e(t) < 0 \end{aligned}$$

En donde  $M_1$  y  $M_2$  son constantes. Es común que los controladores de dos posiciones sean dispositivos eléctricos, en cuyo caso se usa extensamente una válvula eléctrica operada por solenoides.

La Figura 144 superior muestra la entrada sinusoidal de amplitud uno y frecuencia 1.0 rad/s a un controlador encendido/apagado. La respuesta del controlador observada en la Figura 144 inferior, muestra que mientras la onda sinusoidal es positiva el controlador se mantiene en la posición encendido (1) y cuando la onda sinusoidal cambia a valores negativos el controlador cambia a la posición apagado (0) y sucesivamente alterna entre las dos posiciones de acuerdo al valor que tome su variable de entrada. Las gráficas se obtienen con el archivo onoff.Mv codificado con Matlab.



**Figura 144: Controlador de dos posiciones.**

**Fuente: Manual acciones básicas de control.pdf**

### 3.10.4 ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL, P

Para una acción de control proporcional, la relación entre la salida del controlador,  $m(t)$  y la señal de error,  $e(t)$  es:

$$m(t) = K_c e(t)$$

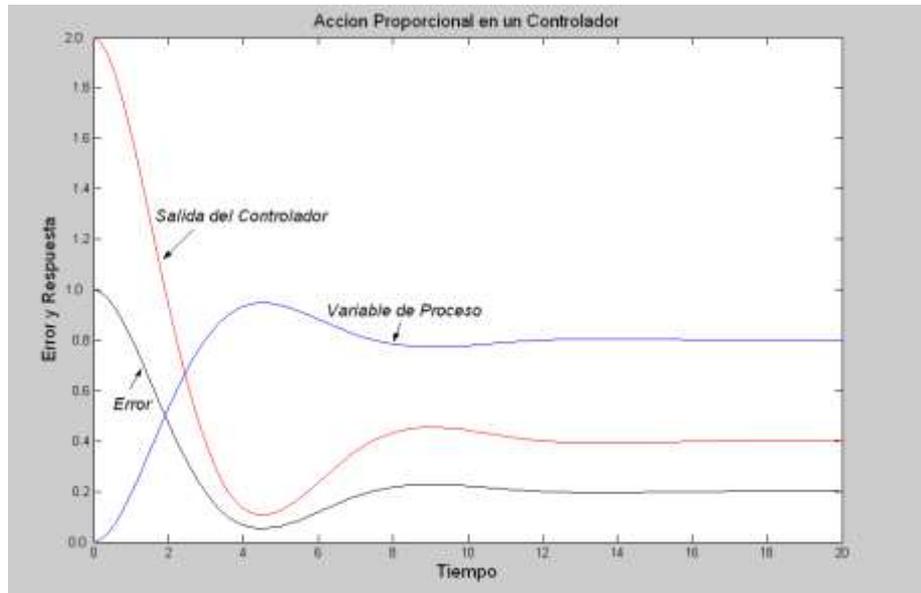
O bien, en cantidades transformadas por el método de Laplace,

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_c$$

Siendo  $K_c$ , la ganancia proporcional del controlador. Cualquiera que sea el mecanismo real y la forma de la potencia de operación, el controlador proporcional es, en esencia, un amplificador con una ganancia ajustable.

Para el estudio de la acción proporcional se considera un lazo cerrado de control retroalimentado de una variable de un sistema de segundo orden con ganancia de  $1/8$  y dos polos con valores de  $-1/2$  y  $-1/4$ . La ganancia del controlador proporcional es de 2 y se considera tanto a la válvula como el sensor como sistemas de ganancia pura con valores de 2 y 1, respectivamente. La respuesta del sistema ante un cambio paso

en la variable de entrada se desarrolla con el archivo prop.m y se muestra gráficamente en la Figura 145. Se muestra la variación del error que se alimenta al controlador proporcional y la amplificación que hace éste de dicha información de acuerdo al valor de la ganancia; y que la variable de proceso se estabiliza con el control proporcional después de un período de perturbación.



**Figura 145: Acción proporcional de un controlador.**

**Fuente: Manual acciones básicas de control.pdf**

Lo anterior quiere decir que en la respuesta del control proporcional hay un error en estado estable o desplazamiento (offset) para una entrada con un cambio paso. Este desplazamiento se elimina si se incluye la acción de control integral en el controlador.

### 3.10.5 ACCIÓN DE CONTROL INTEGRAL, I

En una acción de control integral, la rapidez de cambio en la respuesta del controlador,  $m(t)$  es proporcional al error,  $e(t)$ , es decir,

$$\frac{dm(t)}{dt} = K_c e(t)$$

O bien,

$$m(t) = K_c \int_0^t e(t) dt$$

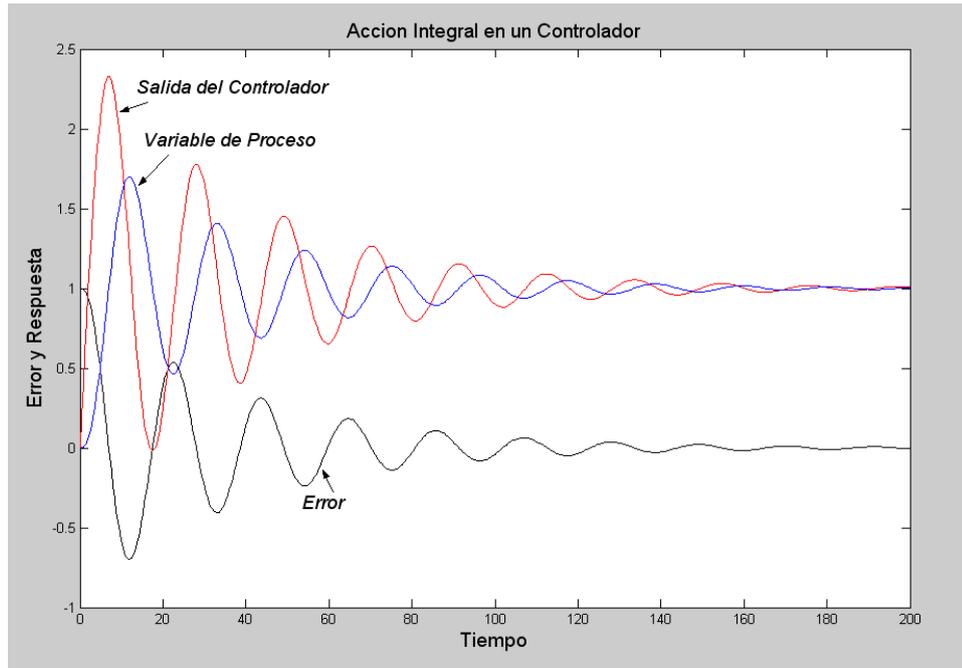
En donde  $K_c$ , es una constante ajustable. La función de transferencia del controlador integral es

$$\frac{M(s)}{E(s)} = \frac{K_c}{s}$$

A partir de la ecuación  $\frac{dm(t)}{dt} = K_c e(t)$  se deduce que si, por ejemplo, se duplica el valor de  $e(t)$ , el valor de  $m(t)$  varía dos veces más rápido y a partir de la ecuación  $m(t) = K_c \int_0^t e(t) dt$  se explica que cuando el error se hace igual a cero, el valor de  $m(t)$  permanece constante. En ocasiones, la acción de control integral se denomina *Control de Reajuste (Reset)*

La ilustración gráfica de la acción integral se muestra en la Figura 146 construida con el archivo integ.m. Se asigna una ganancia de 0.5 al controlador integral y se considera tanto a la válvula como el sensor como sistemas de ganancia pura con valor de 1. El sistema utilizado es de segundo orden con ganancia de 1/8 y dos polos con valores de -1/2 y -1/4 y la variable de entrada se perturba con un cambio paso unitario.

La Figura 146 muestra que en un controlador de acción integral, con parámetros apropiados, el error que se alimenta alcanza un valor de cero y la respuesta correspondiente del controlador se mantiene constante. Observe que el valor de la señal de salida del controlador en un instante cualquiera es el área debajo de la curva de error, es decir, la integral o sumatoria de errores hasta el instante en consideración. La variable de proceso se estabiliza en un valor sin diferencia con respecto al valor de la variable deseada del proceso, es decir, sin error en estado estacionario. La acción de control integral ha eliminado el error observado en la respuesta del controlador proporcional pero puede conducir a una respuesta oscilatoria de amplitud decreciente lenta o, incluso, e amplitud creciente y ambos casos, por lo general, se consideran inconvenientes.



**Figura 146: Acción integral de un controlador.**

**Fuente: Manual acciones básicas de control.pdf**

### 3.10.5: ACCIÓN DE CONTROL PROPORCIONAL - INTEGRAL, PI

La acción de control proporcional – integral, PI, se define mediante la ecuación,

$$m(t) = K_c e(t) + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t e(t) dt$$

O la función de transferencia del controlador es

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} \right)$$

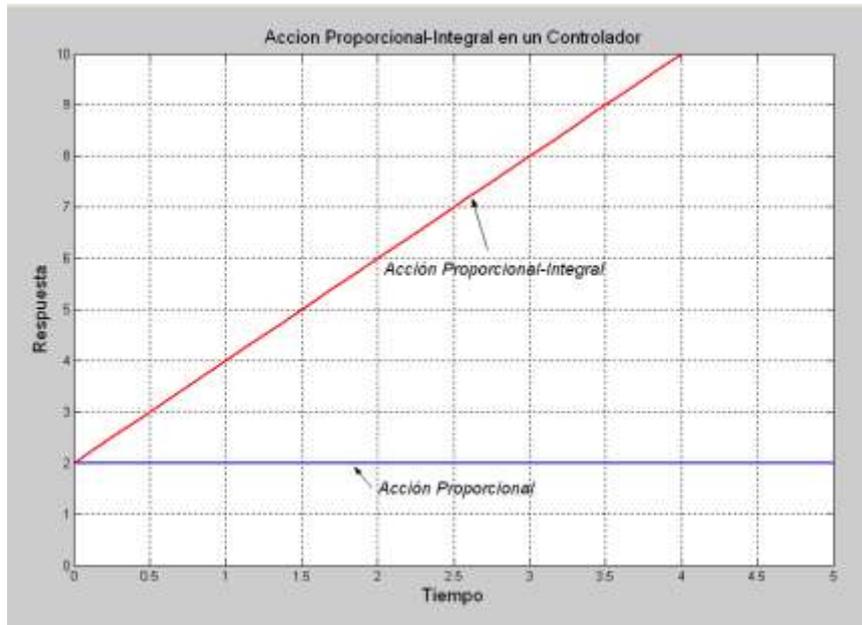
Siendo  $K_c$  la ganancia proporcional y  $\tau_I$  el denominado *tiempo integral*.

Tanto  $K_c$  como  $\tau_I$  son ajustables.

#### 3.10.5.1: SIGNIFICADO DEL TIEMPO INTEGRAL.

El tiempo integral ajusta la acción de control integral, mientras que un cambio en el valor de  $K_c$  afecta las partes integral y proporcional de la acción de control. El inverso del tiempo integral se denomina velocidad de reajuste. La velocidad de

reajuste es la cantidad de veces por minuto que se duplica la parte proporcional de la acción de control. La velocidad de reajuste se mide en términos de las repeticiones por minuto. La Figura 147 muestra los perfiles de las acciones proporcional y proporcional-integral de un controlador para un cambio paso unitario en el error de entrada.



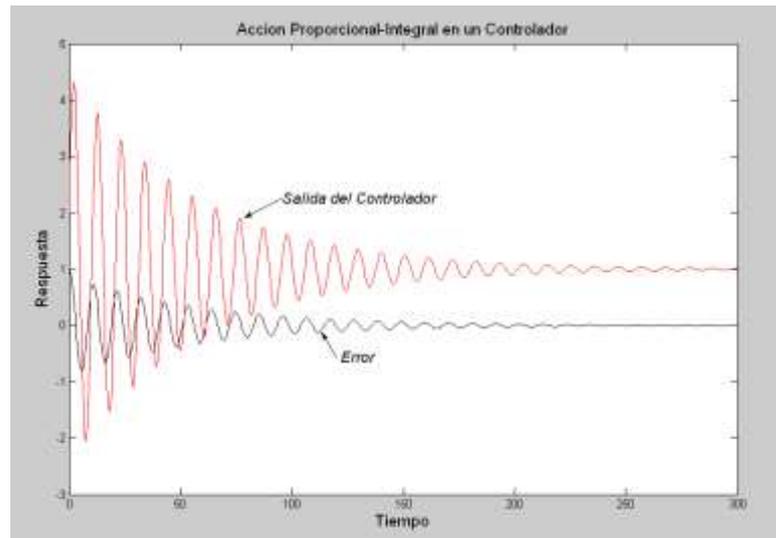
**Figura 147: Acciones proporcional y proporcional - integral.**

**Fuente: Manual acciones básicas de control.pdf**

Se deduce que la acción proporcional hace una amplificación constante del error alimentado de acuerdo a su ganancia (2). Para el controlador proporcional e integral, la respuesta inicial es igual a la ganancia proporcional y esta respuesta se repite sumada para períodos de tiempo igual al tiempo integral (1).

### **3.10.5.2: ERROR Y RESPUESTA EN UNA ACCIÓN PROPORCIONAL – INTEGRAL.**

La ilustración gráfica de la acción proporcional e integral dentro de un lazo de control se muestra en las Figuras 148 y 149.

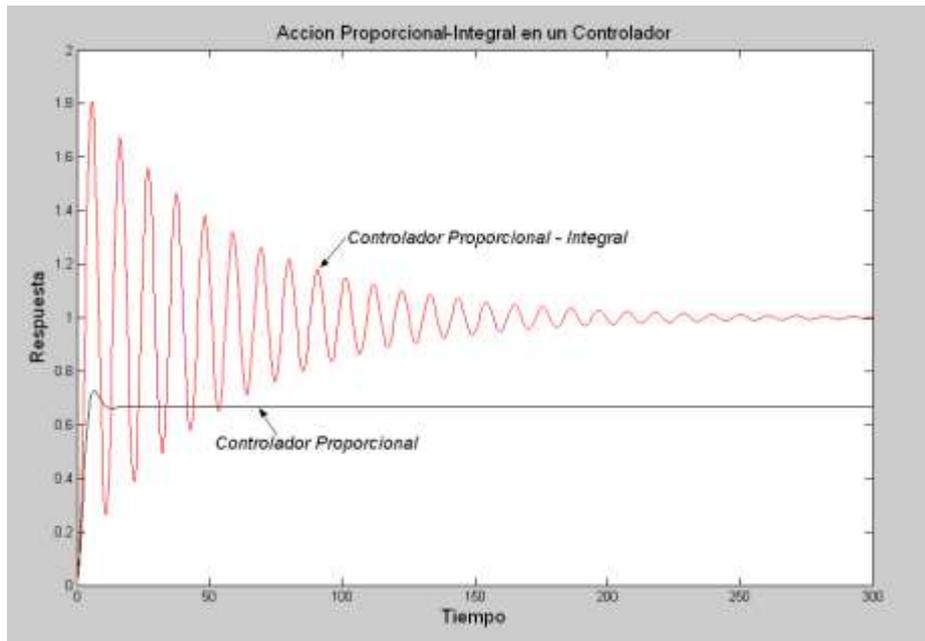


**Figura 148: Error y respuesta de controlador proporcional integral.**

**Fuente: Manual acciones básicas de control.pdf**

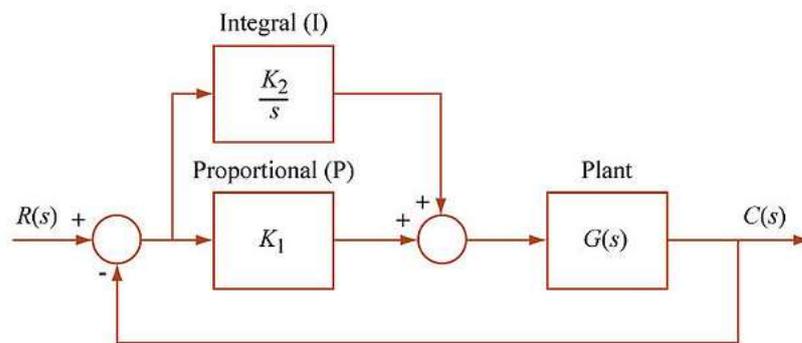
Se utiliza el mismo sistema empleado para los casos anteriores y se asigna un valor de 2 para la ganancia del controlador y un tiempo integral de 1. Con acciones de control proporcional e integral no hay error en estado estable (*offset*) y la respuesta del controlador es estable y diferente de cero.

En la Figura 179 se muestran las respuestas del lazo de control con acción solo proporcional y con acciones proporcional e integral. Nuevamente, se observa que la acción de control integral ha eliminado el error en estado estable que resulta en la respuesta del controlador proporcional pero condujo a una respuesta oscilatoria de amplitud decreciente lenta, lo que puede resultar inconveniente.



**Figura 149: Respuesta de un controlador proporcional integral.**

**Fuente: Manual acciones básicas de control.pdf**



**Figura 150: Lazo de control PI**

**Fuente: <http://www.flickrriver.com/photos/mitopencourseware/3027131049/>**

**PRESUPUESTO:****Análisis de costo de la báscula de dosificación dinámica.**

En este proyecto se realizó la inversión que se detalla a continuación:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO USD	COSTO TOTAL USD
1	CONTROL LOGICO PROGRAMABLE S7 300 CPU 315 2DP	1	2350	2350
2	MODULOS DE PESAJE MARCA SCHENCK	2	2560	5120
3	MOTOR REDUCTOR	1	100	100
4	TABLERO METALICO PARA CONTROL ELECTRICO	1	100	100
5	COSNTRUCCION MECANICA BANDA TRANSPORT.	1	2000	2000
8	PANTALLA TOUCH A COLOR SIEMENS	1	650	650
9	CONECTOR PROFIBUS CON BORNES	1	67	67
10	METROS DE CABLE PROFUBUS	4m	3	12
11	TARJETA DE COMUNICACIÓN PROFIBUS SCHECNK	2	500	1000
13	COMPRESOR DE AIRE	1	200	200
14	SENSOR NAMUR TIPO HERRADURA CON DISCO	1	150	150
16	CELDAS DE CARGA	3	150	450
17	VARIOS CABLE, TERMINALES, MANGERA FLEX ENTRE OTROS		1000	1000
			<b>TOTAL USD</b>	<b>13199</b>
			<b>IVA 12%</b>	<b>1583,88</b>
			<b>TOTAL + IVA</b>	<b>14782,88</b>

**Tabla 11: Presupuesto de proyecto.**

**Fuente: Autores**

## CONCLUSIONES.

Después de haber terminado el diseño e implementación de la báscula de pesaje dinámico:

1. Se integró la comunicación de diferentes marcas por medio de la red de comunicación Profibus DP desde un PLC Siemens S7-300 a un módulo de pesaje Disocont, desde el PLC se puede realizar el control de la báscula, y supervisar su funcionamiento, Por lo que se pueden generar mensajes de fallas y avisos de lo que sucede durante la producción a través del panel táctil TP 170 B, reduciendo el tiempo por localización de fallas.
2. Se implementó el sistema de medición de masa para la tolva de pesaje que tiene la finalidad de mantener el volumen necesario para el buen funcionamiento de equipo adicionando la supervisión por bajo nivel de producto que detiene el proceso y genera mensaje por medio del panel táctil TP 170 B.
3. El encendido y/o apagado de los equipos periféricos utilizado, tal como la compuerta de abastecimiento a la cinta dosificadora.
4. El utilizar el puerto MPI y PROFIBUS DP se logró integrar el CPU, con equipos tales como el Panel táctil y módulo de pesaje respectivamente, compartiendo información y generando tablas de variables utilizadas para el proceso.
5. La demostración de la utilidad del control de lazo PI para la regulación automática de nuestro proceso de dosificación de producto.
6. Al tener esta red MPI, es posible acceder al tener nivel dentro de la pirámide de automatización que es la supervisión de todo el proceso a través de un sistema SCADA y poder visualizar todo el proceso en una computadora principal, lo que permitirá grabar todos los eventos que se produzcan durante la impresión del periódico.

## **RECOMENDACIONES.**

Dentro de las recomendaciones se puede establecer:

1. Realizar calibraciones de equipo con frecuencia quincenal para mantener la confiabilidad del equipo, garantizando su correcta dosificación.
2. Las comprobaciones de peso se deber realizar para materiales granulados de preferencia ya que si se utiliza un producto que se pueda ver afectado por la humedad, este no va a tener un buen control porque se podría quedar apelmazado en las paredes de la tolva.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **1. Información utilizada:**

**SCHENCK** “Manual puesta en Marcha Disocont” (S.F.) - 2012

**SCHENCK** “Manual de comunicación Disocont Profibus DP” (S.F.)- 2012

**SIEMENS**, Simatic. Sistema de Automatización Simatic. Catálogo ST70, 1996.

**SIEMENS**, Simatic.Net. Redes de Comunicaciones Industriales. Catálogo 1K10, 1997.

**SIEMENS**. Simatic Net. Comunicaciones Industriales. Catálogo IK 10. 1998.

**SIEMENS**, Simatic HMI. Panel Operador TP170A, TP170B, 2008.

**SIEMENS**, Simatic HMI. WinCC Flexible Básico. 2006.

**RICE LAKE**, Guía a celda de carga y módulos de pesaje, 2009

**FESTO**, Neumática básica.pdf 2008

### **2. Direcciones electrónicas:**

**Documentación técnica de Siemens.**

[http://www.automations.siemens.com/simatic/porta/html\\_00/techdoku.htm](http://www.automations.siemens.com/simatic/porta/html_00/techdoku.htm)

**Instalación de sistema de Automatización y Datos.**

<http://www.disa.uvigo.es/>

**Introducción y Configuración de los PLC's S7-300.**

<http://www.iespalauausit.com/edcai/index.php>

**Jerarquización de las Comunicaciones.**

<http://www.uhu.es/antonio.barragan>

**Sistemas Industriales Distribuidos.**

<http://www.uv.es/~rosado/sid/sid.html>

**Manual acciones básicas de control**

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/nunez\\_e\\_f/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/nunez_e_f/capitulo1.pdf)

FORMATO PARA PRÁCTICAS  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

NOMBRE:

FECHA:

PROFESOR:

PRÁCTICA # 1

**TEMA: PRINCIPIO DE CONTROL DEL LAZO PI**

OBJETIVO:

Demostrar el funcionamiento de un lazo de control PI, su ventaja antes el error y su corrección.

INTRODUCCIÓN:

Una báscula de cinta realiza el pesaje en continuo de una cantidad de material transportada por una cinta. El principio de medición está representado en la figura 1 'Principio de medición'.

El material está transportado por encima de una plataforma de pesaje dispuesta debajo de la cinta y limitada por dos rodillos portadores. La cantidad de material en la plataforma de pesaje obra una fuerza sobre la célula de pesaje WZ por medio de un o varios rodillos medidores. Los rodillos medidores están unidos con la construcción de bastidor, por ejemplo, vía un sistema de resortes de lámina en paralelo.

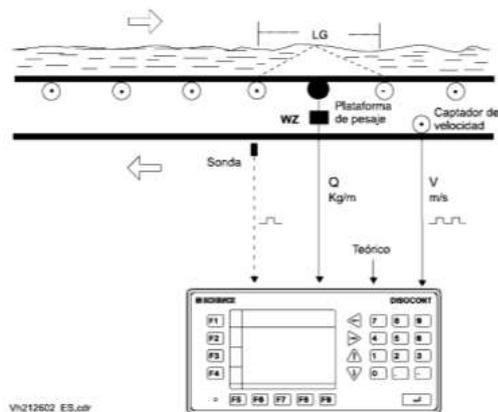


Figura 151: Principio de medición de Báscula

Fuente: Autores

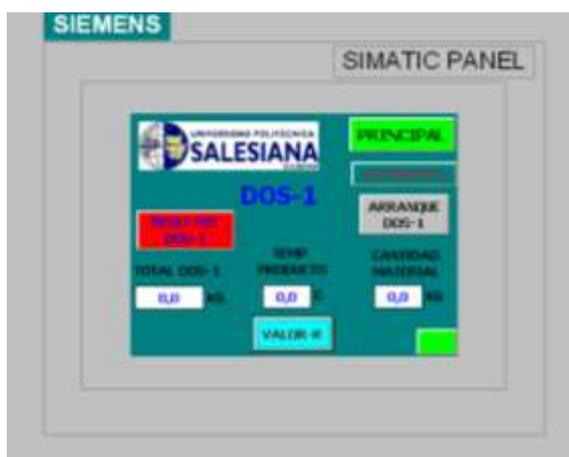
Entonces el sistema pesará el producto que pase sobre la cinta transportadora, para ello utiliza una celda de carga que realiza la función de puente de pesaje, esta relación se determina a través del sensor tipo herradura que trabaja como encoder, para poder establecer una relación de velocidad vs carga, y obtener el caudal de trabajo. Ver figura 152.



**Figura 152: Sensor Namur función de tacómetro**

**Fuente: Autores.**

En pantalla HMI se puede setear el valor que se desea dosificar (Kg), el equipo debe detener su funcionamiento al llegar al valor, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 153: Pantalla muestra valores de temperatura y total.**

**Fuente: Autores.**

En la figura anterior se muestra el valor de temperatura del producto, también se mostrará el valor total de dosificación que podría ser de un turno de producción o de un ciclo de tiempo determinado.

Para mantener la alimentación el sistema consta de una tolva montada sobre dos celdas de carga, esta mantendrá un nivel adecuado para continuar trabajando, para realizar tareas de mantenimiento consta de una compuerta tipo cuchilla, que da apertura o cierre al producto. Ver figura 154.



**Figura 154: Tolva montada sobre celdas de carga.**

**Fuente: Autores.**

En caso de que la tolva este por debajo de 0.5 Kg, se presenta en pantalla un mensaje de bajo nivel de tolva, las posibles fallas que se pueden presentar en el sistema, se mostraran en el panel tal como falla térmica, falla por bajo caudal de trabajo. Ver figura 155.

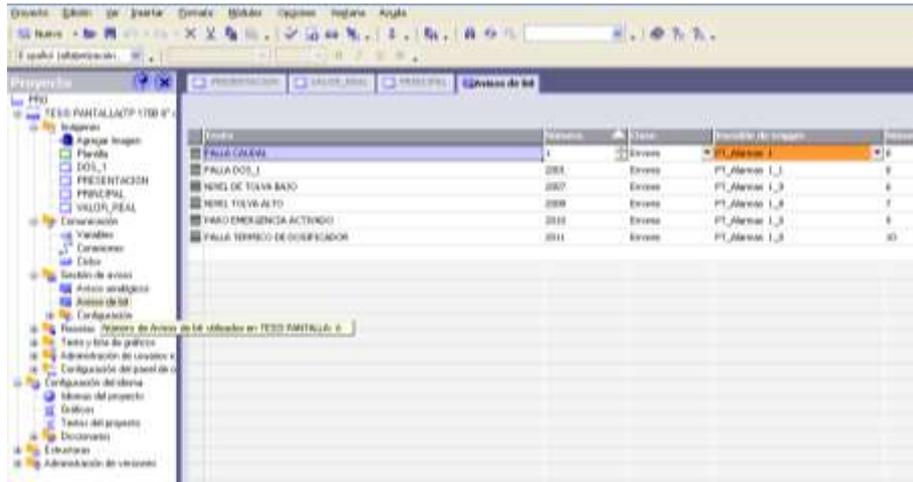


Figura 155: Mensajes que se presentan en pantalla TP 170B.

Fuente: Autores.

El ajuste de control se realiza por medio de un lazo PI que ayuda a corregir el error de manera constante, de esta manera mantiene el valor de set point deseado. Ver figura 156.

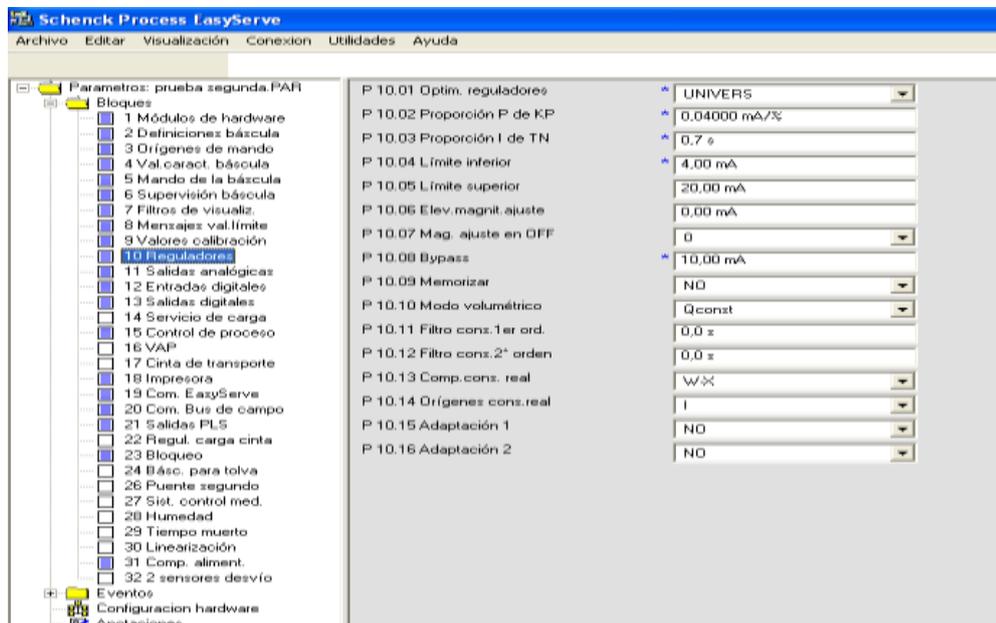
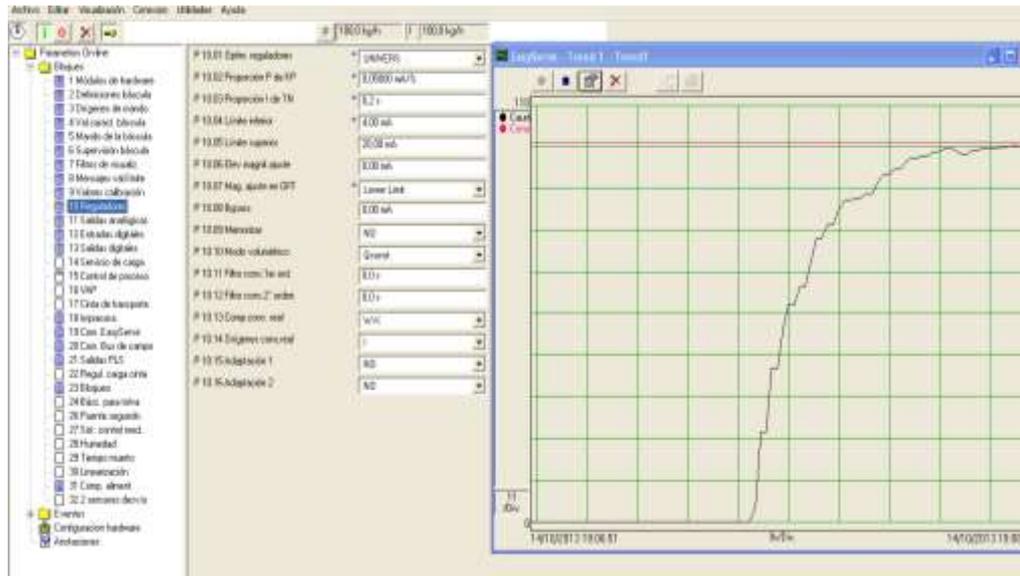


Figura 156: Easy Server parámetros PI de lazo de control.

Fuente: Autores.





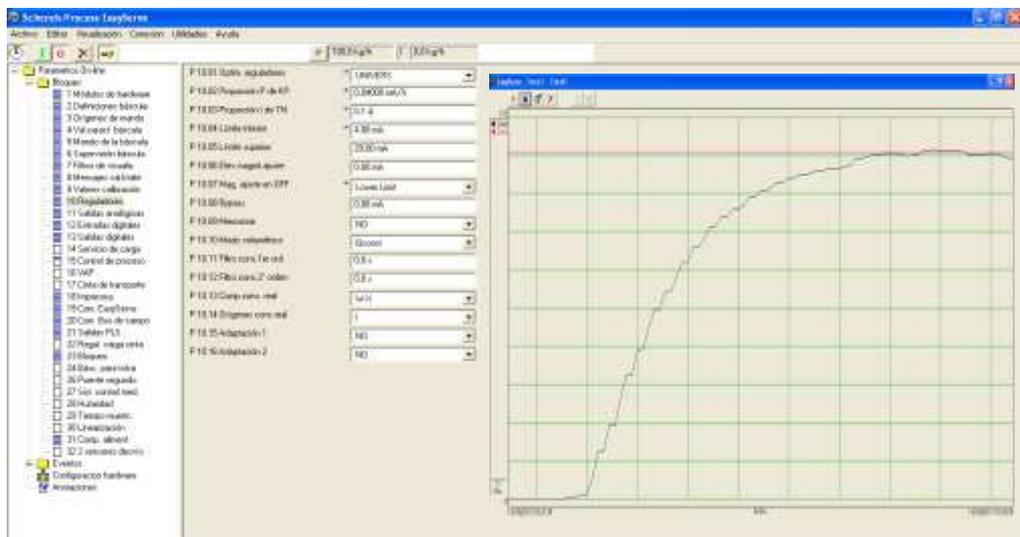
**Figura 158: Curva de arranque de báscula de acuerdo a lazo PI.**

**Fuente: Autores.**

Realizar cambio de lazo de control para los siguientes valores de  $K_P$  y  $K_I$ :

- $K_P=0.04$ ,  $K_I=1.0$

Tiempo de estabilización 1 minuto 12 segundos.

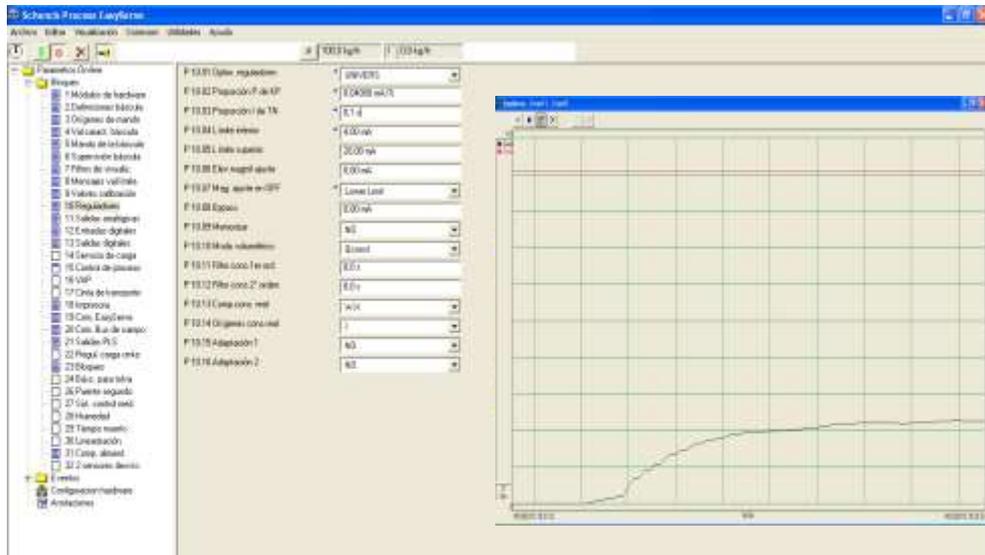


**Figura 159: Prueba 1  $K_P=0.04$   $K_I=1.0$**

**Fuente: Autores.**

- $K_p= 0.04$ ,  $K_I= 0.1$

No alcanza a estabilizar el proceso.

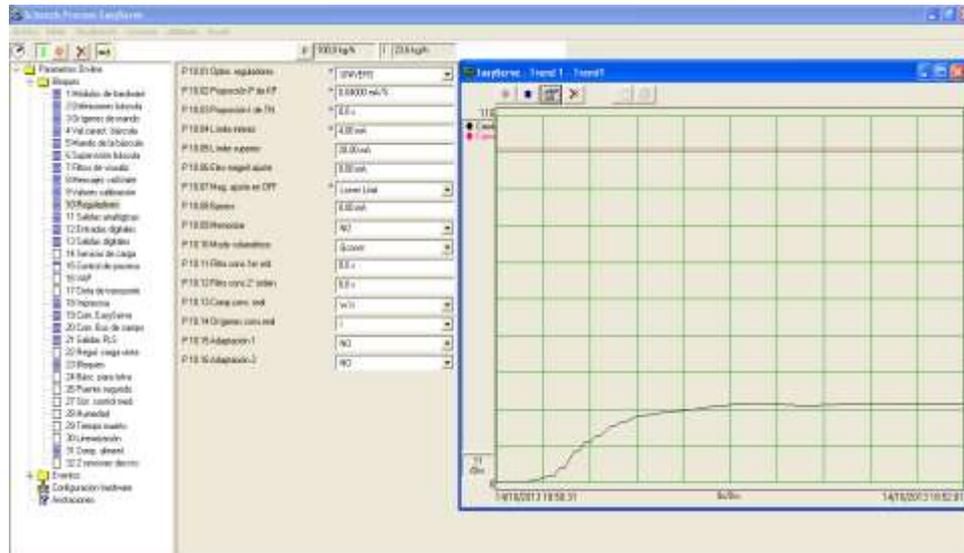


**Figura 160: Prueba 1  $K_P= 0.04$   $K_I= 0.1$**

**Fuente: Autores.**

- $K_P= 0.04$ ,  $K_I=0.0$

No alcanza a estabilizar el proceso.



**Figura 161: Prueba 1  $K_P= 0.04$   $K_I= 0.0$**

**Fuente: Autores.**

- $KP= 0.09, KI=0.0$

No alcanza a estabilizar el proceso.

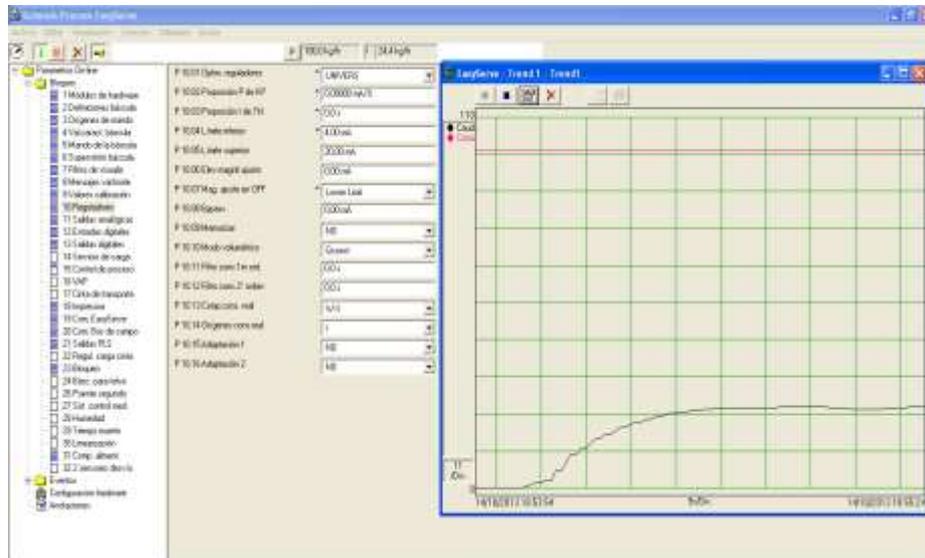


Figura 162: Prueba 1  $KP= 0.09$   $KI= 0.0$

Fuente: Autores.

- $KP= 0.00, KI= 0.2$

Proceso inestable.

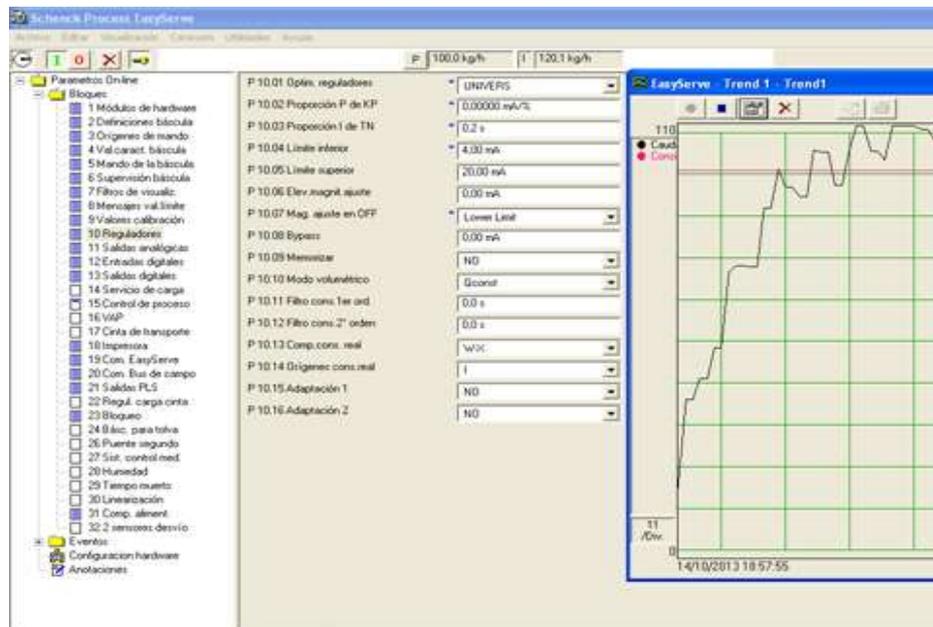
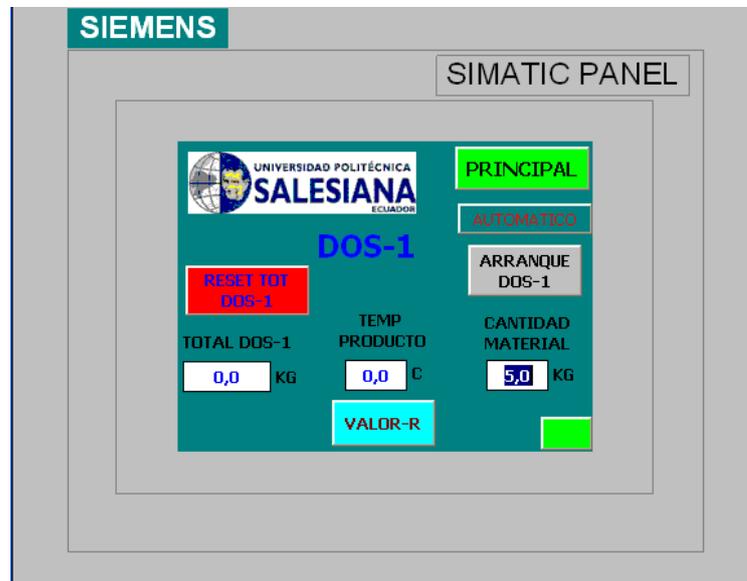


Figura 163: Prueba 1  $KP= 0.00$   $KI= 0.2$

Fuente: Autores.

Utilizando la herramienta Easy Server, verificar el comportamiento de la curva.

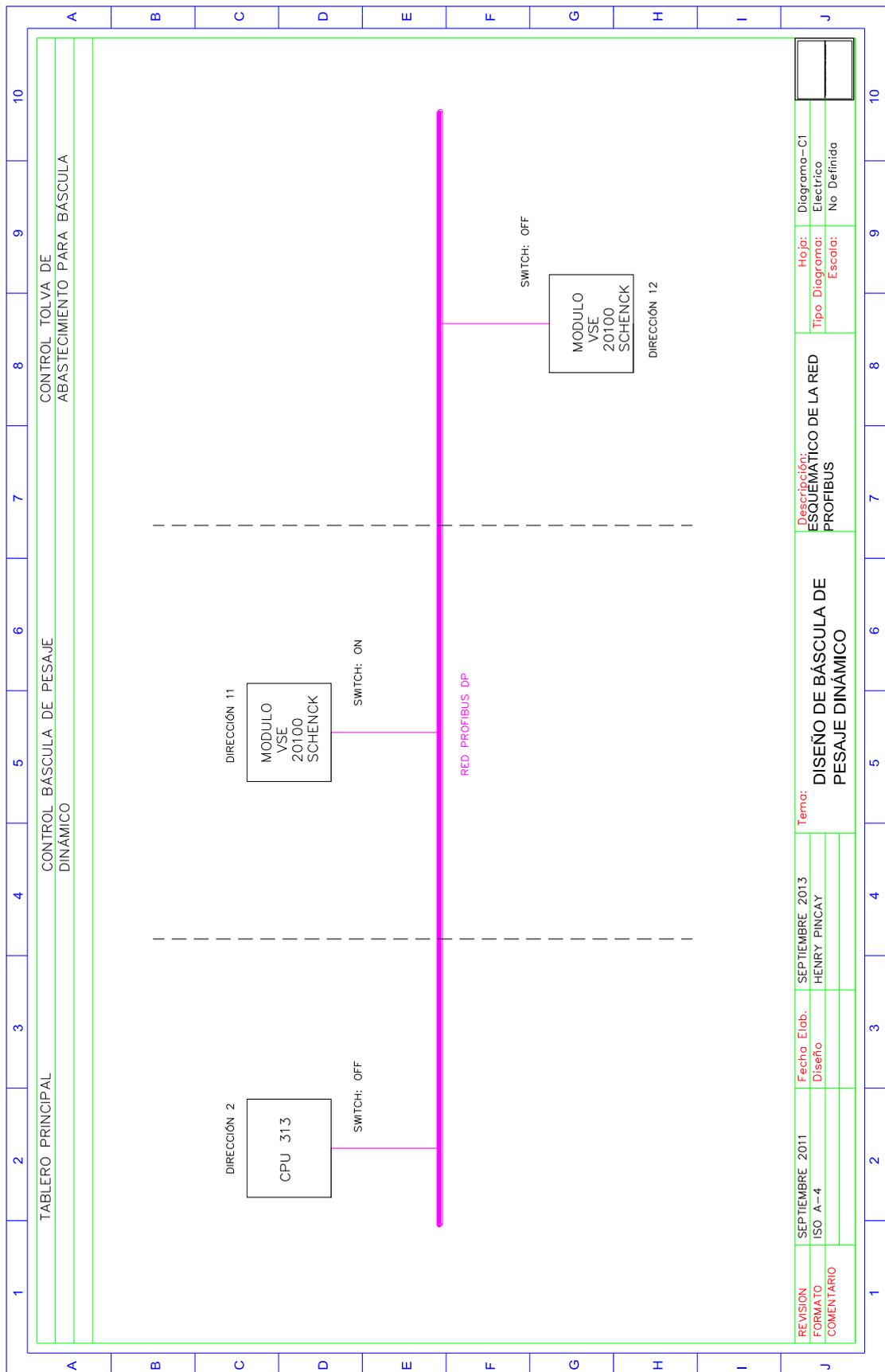
2. Realizar prueba de control de peso, realizando el seteo de un volumen determinado, y comprobando en balanza. Ver figura 164.



**Figura 164: Establecer punto de dosificación de producto.**

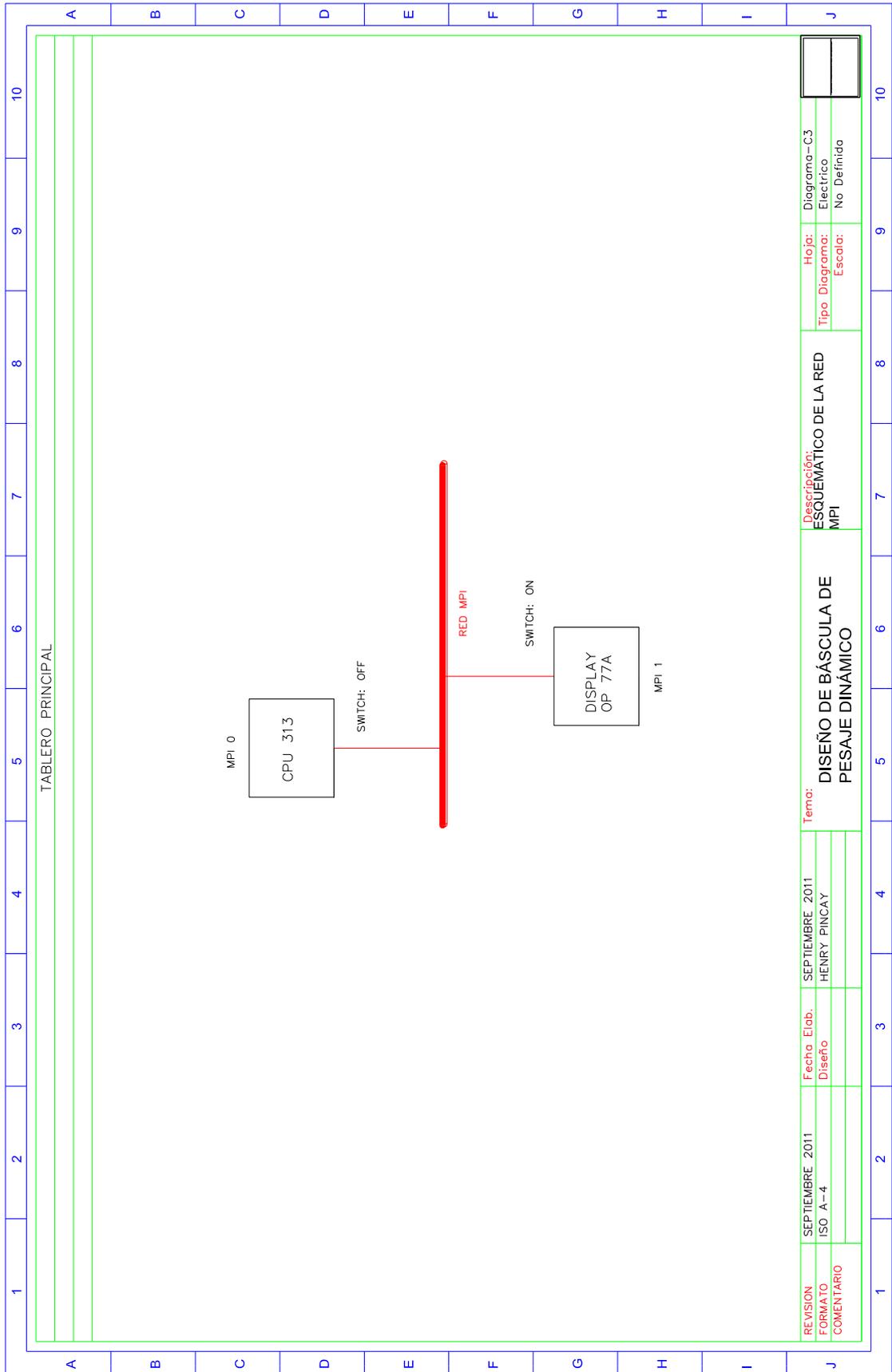
**Fuente: Autores.**

Nota: se debe tomar varias muestras de dosificación las cuales deben ser compradas con lo que debe marcar en balanza fija.



**Anexo 1: Diagrama de red Profibus DP.**

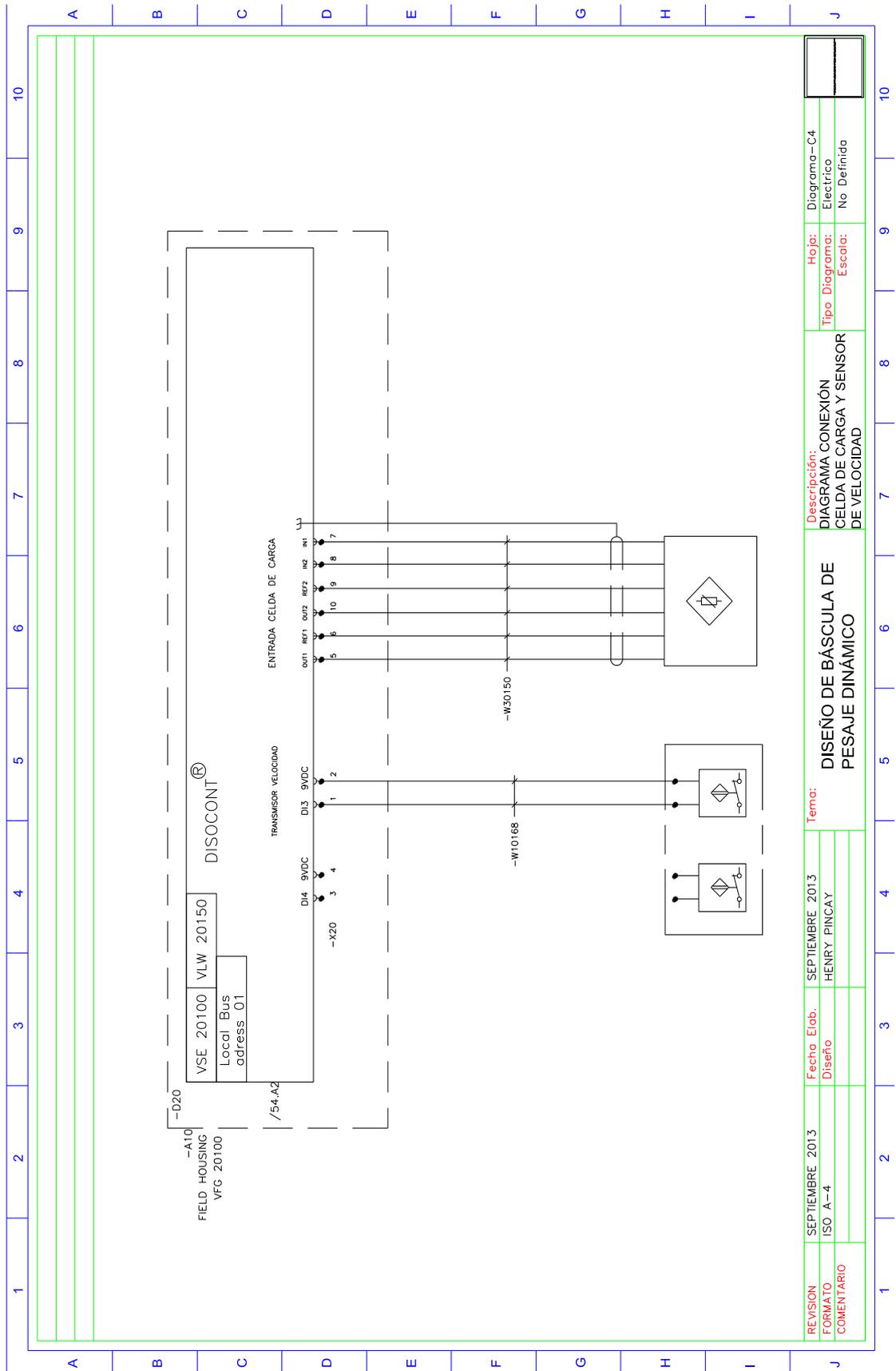
**Fuente: Autores.**



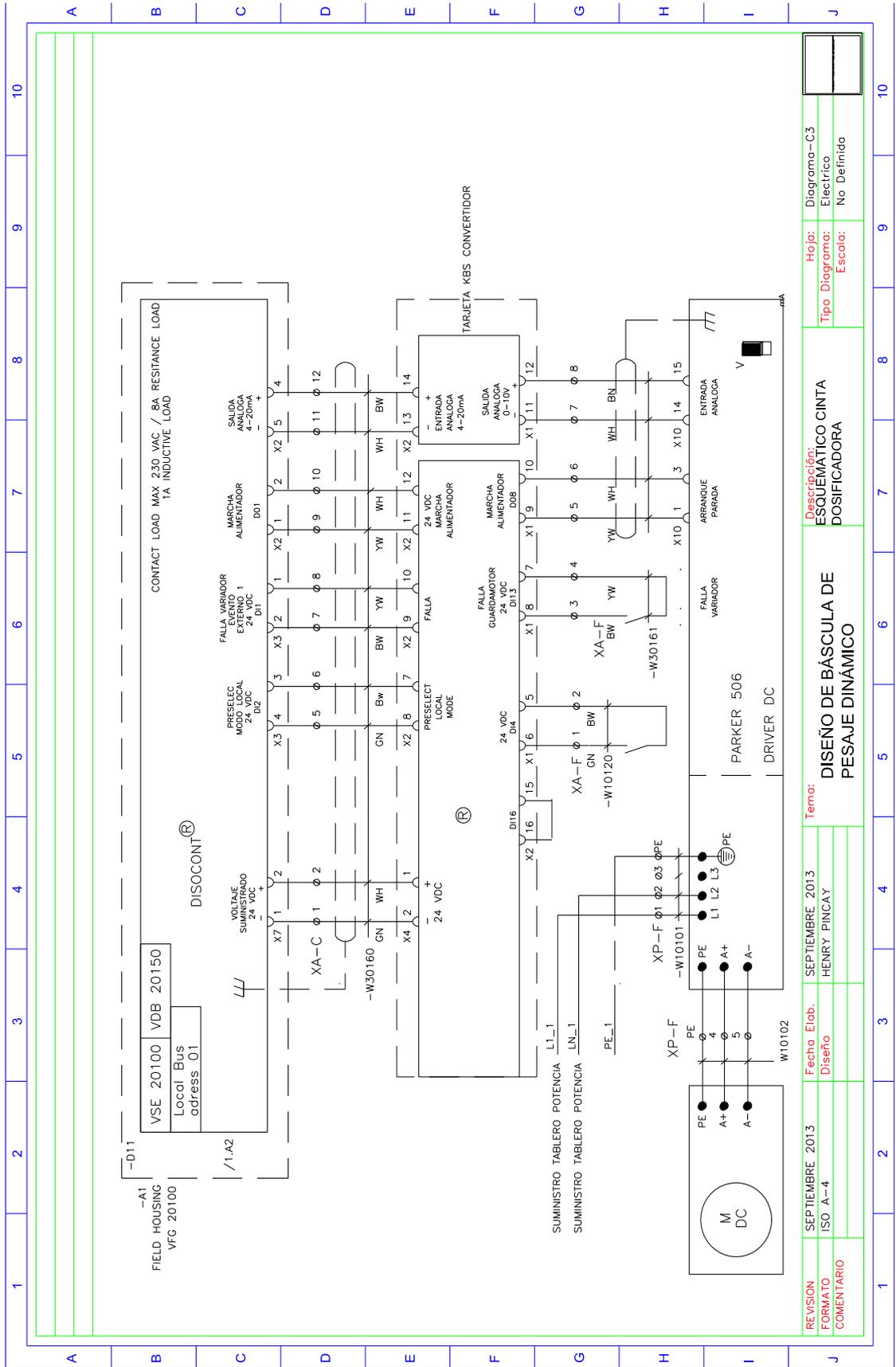
**Anexo 2: Red MPI**

**Fuente: Autores.**





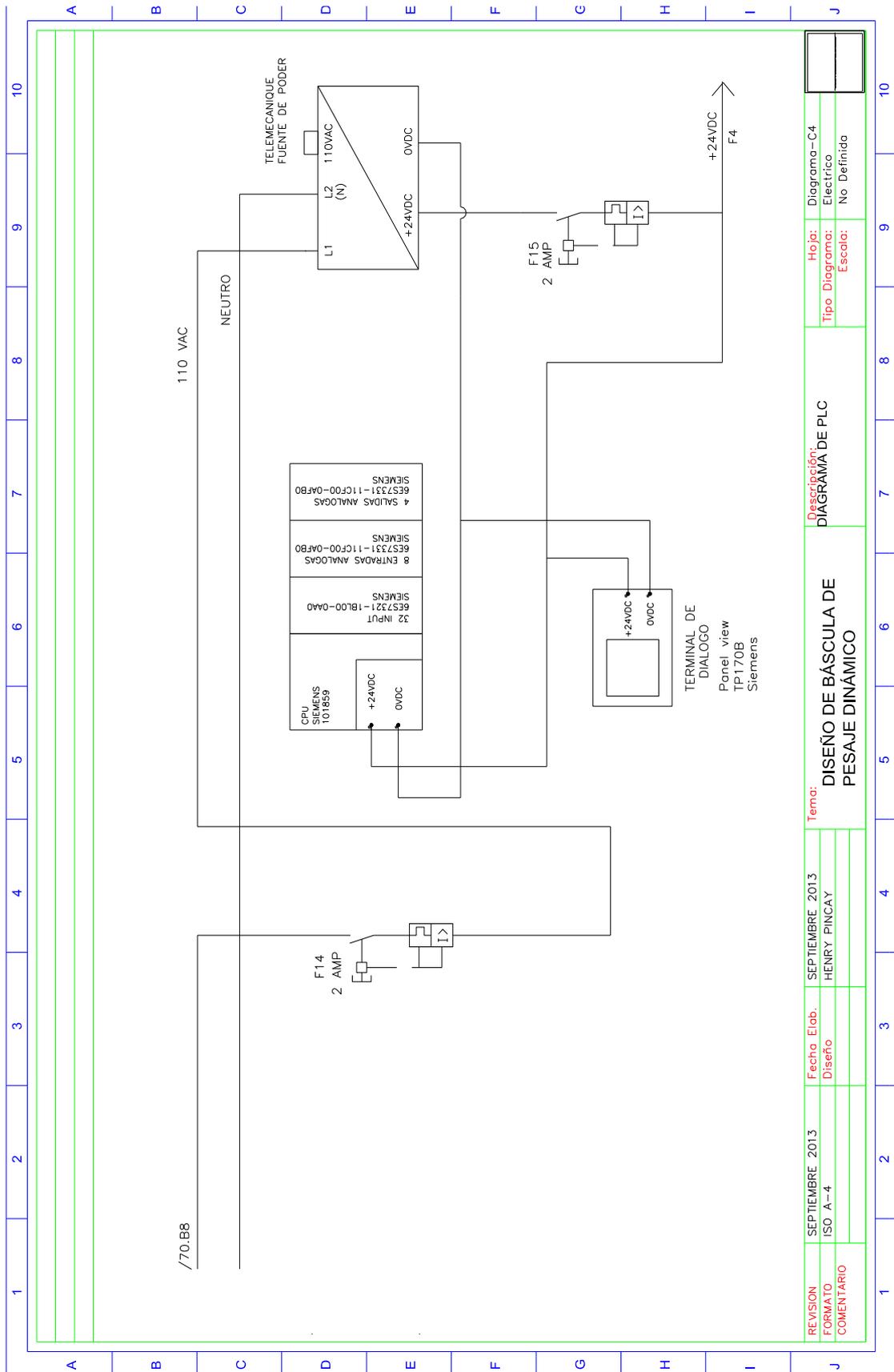
**Anexo 4: Diagrama de conexión de celdas de carga y sensor de velocidad.**  
Fuente: Autores.



REVISION	SEPTIEMBRE 2013	Fecha Elab.	SEPTIEMBRE 2013	Tema:	DISEÑO DE BÁSCULA DE PESAJE DINAMICO	Descripción:	ESQUEMATICO CINTA DOSIFICADORA	Hoja:	Diagrama-C3
FORMATO	ISO A-4	Diseño	HENRY PINCAY			Tipo Diagrama:	Electrico	Escola:	No Definida
COMENTARIO									

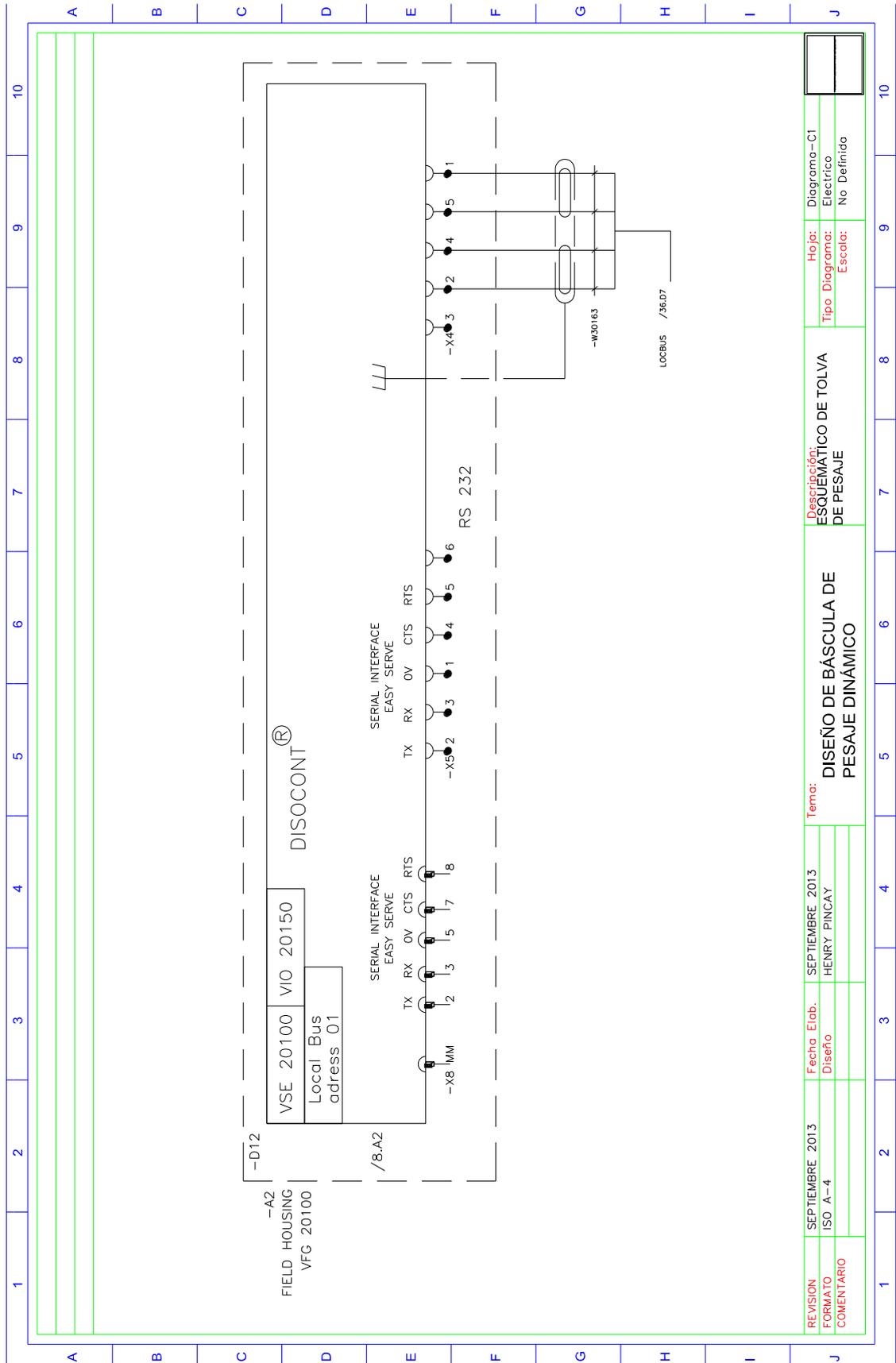
Anexo 5: Esquemático de cinta dosificadora

Fuente: Autores.



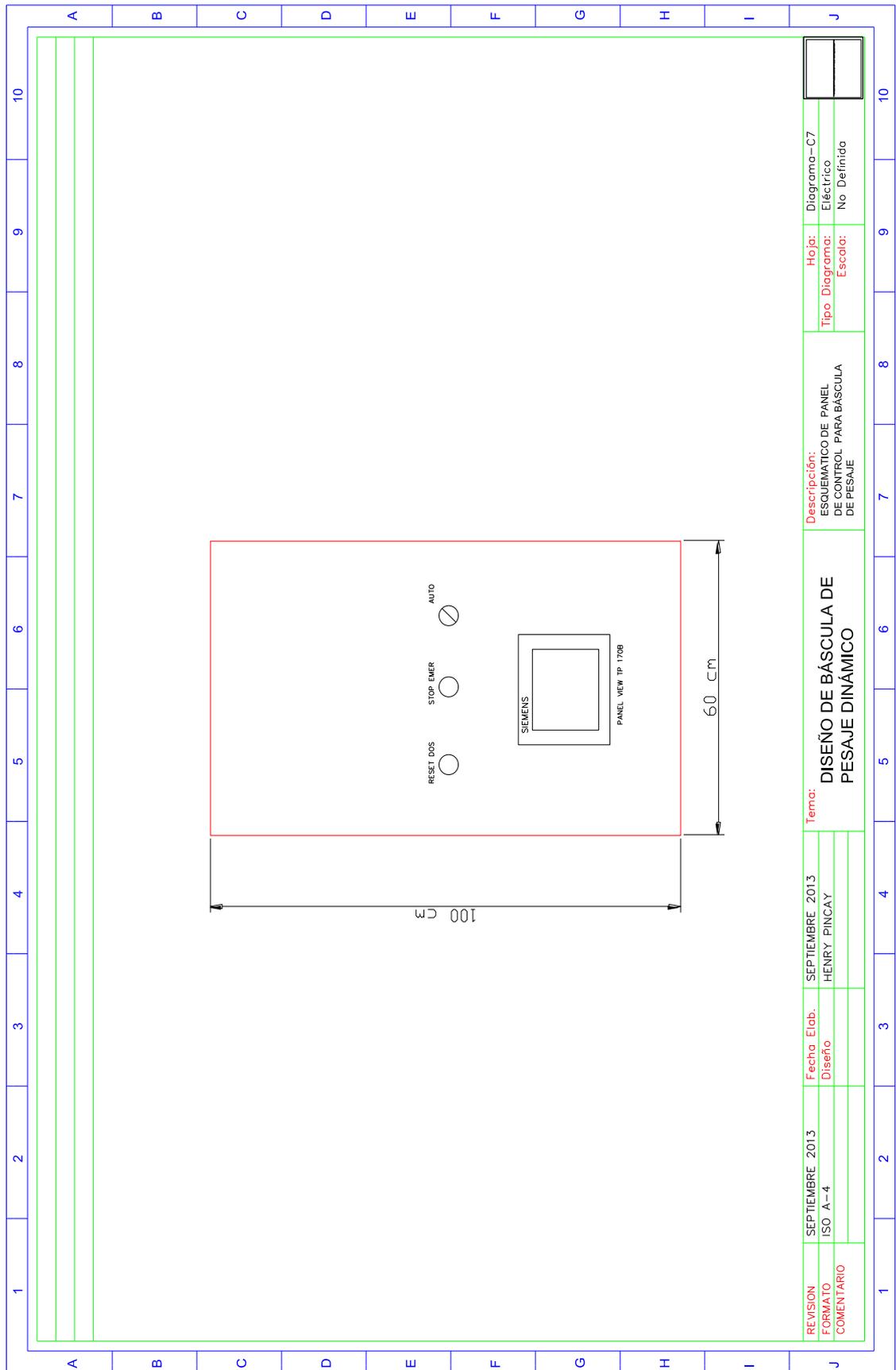
Anexo 6: Diagrama de conexión PLC.

Fuente: Autores.



REVISION	SEPTIEMBRE 2013	Fecha Elab.	SEPTIEMBRE 2013	Tema:	Descripción:	Diagrama - C1
FORMATO	ISO A-4	Diseño	HENRY PINCAY	DISEÑO DE BÁSCULA DE PESAJE DINAMICO	ESQUEMATICO DE TOLVA DE PESAJE	Electrico
COMENTARIO						No Definido
						Hoja: 1
						Tipo Diagrama: Escala:

**Anexo 7: Diagrama de tolva de pesaje.**  
**Fuente: Autores.**



**Anexo 8: Esquemático de panel de control.**  
**Fuente: Autores.**

### **Construcción del sistema:**

Tablero eléctrico metálico pintado al horno de



**Figura 165: Tablero eléctrico utilizado.**

**Fuente: Autores.**

Perforación de Puerta para montaje de Panel táctil HMI siemens 170B.

Se utilizó Caladora, y para eliminar el filo lima plana.



**Figura 166: Perforación en puerta de tablero.**

**Fuente: Autores.**

Montaje de los elementos y cableado.



**Figura 167: Construcción de sistema de control.**

**Fuente: Autores.**

Estableciendo la red de comunicación industrial, entre PLC, módulos Disocont, HMI.



**Figura 168: Estableciendo red de comunicación.**

**Fuente: Autores.**



**Figura 169: Presentación de pantalla de báscula de pesaje.**

**Fuente: Autores.**

Construcción mecánica de báscula de pesaje dinámico.



**Figura 170: Construcción de Sistema de pesaje**

**Fuente: Autores.**

ENVIO PARAMETROS				
X#ESTACIÓN	ESTACIÓN 11 DOS 1	ESTACIÓN 12 DOS 2	COMENTARIO	
DBX.DBW 0	256	292	CÓDIGO PARA CAUDAL	250
DBX.DBD 2	258	294	CAUDAL TEÓRICO (SETPOINT)	VALOR
DBX.DBW 6	262	298	CÓDIGO PARA CONTROLAR	140
DBX.DBD 8	264	300	VALORES DE ARQ-PARADA -COT	BITS-
DBX.DBX9.0			BIT DE ARRANQUE DE GD	BITS-
DBX.DBX9.1			BIT DE PARADA DE GD	BITS-
DBX.DBX9.2			RESET DE GD.	BITS-
DBX.DBW 12	268	304	CÓDIGO PARA CONTADOR	752
DBX.DBW 14	270	306	CÓDIGO PARA CARGA	758
DBX.DBW 16	272	308	CÓDIGO PARA VELOCIDAD	75C
DBX.DBW 18	274	310	CÓDIGO PARA DESVIACIÓN REG	770
DBX.DBW 20	276	312	CÓDIGO PARA CARGA RELA-CINTA	798
DBX.DBW 22	278	314	CÓDIGO PARA VALOR TEÓRICO EX	79A
DBX.DBW 24	280	316	CÓDIGO PARA CAUDAL DEL RECIPI	7FE
DBX.DBW 26	282	318	CÓDIGO ALARMA SY-SC	4D0
DBX.DBW 28	284	320	CÓDIGO ALARMA WE-WM	4EO
DBX.DBW 30	286	322	CÓDIGO ALARMA CO-CH	4F0
DBX.DBW 32	288	324	CÓDIGO ALARMA CA-HI	550
DBX.DBW 34	290	326	CÓDIGO ALARMA LO	560
RECEPCIÓN DE PARAMETROS				
DBX.DBD 36	256	312	ESTADO DE LA ESTACIÓN (BIS)	2F0
DBX.DBX37.5			BIT DE FALLA DE ESTACIÓN	BITS
DBX.DBD 40	260	316	CAUDAL REAL	VALOR
DBX.DBD 44	264	320	CONTADOR REAL	VALOR
DBX.DBD 48	268	324	CARGA REAL	VALOR
DBX.DBD 52	272	328	VELOCIDAD CINTA	VALOR
DBX.DBD 56	276	332	DESVIACIÓN CINTA	VALOR
DBX.DBD 60	280	336	CARGA RELATIVA DE CINTA	VALOR
DBX.DBD 64	284	340	VALOR TEÓRICO EXTERNO	VALOR
DBX.DBD 68	288	344	CAUDAL DEL RECIPIENTE REAL	VALOR
DBX.DBW 72	292	348	ALARMA SY	BITS
DBX.DBW 74	294	350	ALARMA SC	BITS
DBX.DBW 76	296	352	ALARMA WE	BITS
DBX.DBW 78	298	354	ALARMA WM	BITS
DBX.DBW 80	300	356	ALARMA CO	BITS
DBX.DBW 82	302	358	ALARMA CH	BITS
DBX.DBW 84	304	360	ALARMA CA	BITS
DBX.DBW 86	306	362	ALARMA HI	BITS
DBX.DBW 88	308	364	ALARMA LO	BITS
DBX.DBW 90	310	366	RESERVA	

**Anexo 9: Tabla de direcciones profibus DP**

**Fuente: Autores.**

**Anexo 10: Programa principal de báscula de pesaje dinámico, llamados de subrutinas (OB1).**

**Fuente: Autores.**

**Anexo 11: Programa de protección térmica (FB2)**

**Fuente: Autores.**

**Anexo 12: Programa de falla de dosificador (FB4)**

**Fuente: Autores.**

**Anexo 13: Programa valores para pre arranque (FB5)**

**Fuente: Autores.**

**Anexo 14: Programa de arranque de equipos (FB6).**

**Fuente: Autores.**

**Anexo 15: Programa de Set Point de dosificador (FB7)**

**Fuente: Autores.**