



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PESAJE
MEDIANTE UN PANEL SIMATIC HMI Y UN PLC S7-300, CPU 315-
2 PN/DP PARA 3 SILOS DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA
“MILLPOLIMEROS” UBICADA EN EL SECTOR SAMANGA”

MARLON SANTAMARÍA VILLACIS

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

LATACUNGA, AGOSTO DEL 2013

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, MARLON SANTAMARÍA VILLACIS

DECLARO QUE:

El proyecto de grado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PESAJE MEDIANTE UN PANEL SIMATIC HMI Y UN PLC S7-300, CPU 315-2 PN/DP PARA 3 SILOS DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA “MILLPOLIMEROS” UBICADA EN EL SECTOR SAMANGA”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Agosto del 2013.

Marlon Santamaría Villacis

C.I. 180363294-0

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certificamos que, el presente proyecto de grado fue desarrollado en su totalidad por el señor: MARLON SANTAMARÍA VILLACIS, bajo nuestra supervisión.

Latacunga, Agosto del 2013.

Ing. Edwin Pruna

DIRECTOR

Ing. Marco Pilatasig

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO

Ing. EDWIN PRUNA (Director)

Ing. MARCO PILATASIG (Codirector)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PESAJE MEDIANTE UN PANEL SIMATIC HMI Y UN PLC S7-300, CPU 315-2 PN/DP PARA 3 SILOS DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA “MILLPOLIMEROS” UBICADA EN EL SECTOR SAMANGA**”, realizado por el Sr. Marlon Santamaría Villacis, ha sido guiado y revisado periódicamente; y cumple con las normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico, que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, se recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN documento empastado y UN disco compacto, el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizamos al Sr. Marlon Santamaría que lo entregue al Ing. José Bucheli Andrade, en su calidad de Directora de la Carrera.

Latacunga, Agosto del 2013.

Ing. Edwin Pruna

DIRECTOR

Ing. Marco Pilatasig

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, MARLON SANTAMARÍA VILLACIS

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, del proyecto titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PESAJE MEDIANTE UN PANEL SIMATIC HMI Y UN PLC S7-300, CPU 315-2 PN/DP PARA 3 SILOS DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA “MILLPOLIMEROS” UBICADA EN EL SECTOR SAMANGA**”, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto del 2013.

Marlon Santamaría Villacis

C.I. 180363294-0

DEDICATORIA

La realización de la presente Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN, está dedicada a DIOS dueño de la vida por haberme dado la energía y el valor necesarios para alcanzar los objetivos propuestos en esta etapa importante de mi vida.

A las dos personas primordiales en mi vida Segundo y Fanny, pues nunca dejaron de confiar en mí, convirtiéndose en ejemplo a seguir. Su dedicación, paciencia, esfuerzo, sacrificio y valentía fueron el incentivo más valioso para llegar al objetivo propuesto en el proceso de mi formación personal y profesional, por estar incondicionalmente a mi lado brindándome sus valiosos consejos para hacer de mí una persona con excelentes valores humanos.

A mis hermanos y hermanas, por apoyarme en todo momento.

Marlon A. Santamaría

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por ser mi compañero fiel y darme la fortaleza necesaria en todo momento siendo la luz que guía mi vida, mostrándome el sendero correcto para forjar mi futuro.

A mis padres, hermanos y hermanas por todo el apoyo brindado, pues siempre estuvieron prestos a tender su mano a pesar de sus compromisos y obligaciones.

A Gabriela por estar en los momentos que más necesité de su mano amiga, por tu sinceridad y confianza para conmigo.

A Esteban por compartir sus conocimientos con alegría y entusiasmo, haciendo fácil lo difícil de una manera simple y particular.

Marlon A. Santamaría

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
CERTIFICADO	iv
AUTORIZACIÓN	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
SUMMARY.....	xxii

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	1
1.1. BUSES DE CAMPO.....	1
1.1.1. PROFIBUS DP.....	1
1.1.2. PROFINET.....	2
1.2. CELDAS DE CARGA.....	3
1.2.1. TIPOS.....	3
a. BOTELLA.....	3
b. VIGA AL CORTE.....	4
c. VIGA VOLADIZA DE RÓTULA.....	5
d. VIGA-S.....	6
1.2.2. ESTRUCTURA.....	7
a. GALGA EXTENSIOMÉTRICA.....	7

b. PUENTE DE WHEATSTONE.....	11
1.3. MÓDULO DE PESAJE SIWAREX U.....	12
1.4. MÓDULO DE INTEGRACIÓN PARA RED PROFIBUS DP	
IM 153-1.....	13
1.5. PLC CPU315-2 PN/DP.....	14
1.6. PANEL HMI SIMATIC TP177A.....	15
1.7. SOFTWARE PARA EL AJUSTE DE LA BÁSCULA.....	16
1.7.1. SIWATOOL U.....	16
1.7.2. SIMATIC STEP 7.....	17
1.7.3. SIMATIC WINCC FLEXIBLE.....	19

CAPÍTULO II

2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	21
2.1. ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MEDIDA	
ADECUADO AL PROCESO.....	21
2.1.1. SISTEMA DE MEDICIÓN PARA FLUJO.....	21
2.1.2. SISTEMA DE MEDICIÓN PARA NIVEL.....	22
2.1.3. SISTEMA DE PESAJE.....	23
2.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PESAJE A IMPLEMENTAR.....	24
2.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CELDAS DE CARGA.....	26
a. CALCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA DEL	
SILO EN BASE AL VOLUMEN DEL CUERPO Y	
LA DENSIDAD DEL ACERO.....	27
b. CALCULO DEL PESO DEL MATERIAL CONTENIDO	
EN EL SILO EN BASE AL VOLUMEN DEL	
CUERPO Y LA DENSIDAD DE LA MATERIA PRIMA.....	35
2.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	37
2.3.1. DESCRIPCIÓN CELDAS DE CARGA GF-7.....	37

2.3.2.	CONEXIÓN DE LAS CELDAS DE CARGA CON LA TARJETA SUMADORA.....	37
2.3.3.	CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE PESAJE SIWAREX U 7MH4950-1AA01 Y UNIÓN CON LA TARJETA TRANCELL.....	39
a.	CONEXIONES AL ENCHUFE FRONTAL.....	39
b.	CONEXIÓN DE LA ALIMENTACION 24V.....	40
c.	CONEXIÓN DE LA TARJETA SUMADORA AL CANAL 1.....	41
d.	CONEXIÓN DE LA TARJETA SUMADORA AL CANAL 2.....	41
e.	CONEXIÓN DE LAS CELDAS DE CARGA CON LA TARJETA SUMADORA Y EL MÓDULO SIWAREX U.....	42
f.	CONFIGURACIÓN RS232.....	42
g.	PARÁMETROS DE AJUSTE PARA LA CALIBRACIÓN.....	43
g.1.	VALOR DE PUESTA A CERO.....	44
g.2.	DÍGITOS DE AJUSTE Y PESO PATRÓN.....	45
g.3.	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRAR LAS CELDAS DE CARGA MEDIANTE EL SOFTWARE SIWATOOL U.....	48
g.4.	DS 5 PARÁMETROS GENERALES.....	52
g.5.	NÚMERO DE MÓDULO.....	52
g.6.	PARÁMETROS DE INTERFAZ.....	52
g.7.	ASIGNACIÓN LED1, LED 2.....	52
2.3.4.	INTEGRACIÓN DE LOS MÓDULOS DE PESAJE SIWAREX U EN UNA RED PROFIBUS DP.....	53
2.3.5.	PROGRAMACIÓN.....	56

a.	DIAGRAMA DE FLUJO PLC S7300.....	56
b.	DIAGRAMA DE FLUJO HMI.....	57
2.3.6.	PANEL DE OPERADOR SIMATIC HMI TP177A.....	57
a.	SISTEMA OPERATIVO DEL TP 177 A.....	58
a.1.	CONTROL PANEL.....	59
a.2.	PROPERTIES.....	60
b.	ENLACE PANEL OPERADOR TP 177A-CPU 315-2 PN/DP (INTEGRACIÓN EN UNA RED PROFIBUS DP).....	61
b.1.	CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN.....	61
b.2.	CONFIGURACIÓN DE LAS VARIABLES.....	63
b.3.	APLICACIÓN.....	64
c.	ENLACE PC-CPU 315-2 PN/DP (INTEGRACIÓN EN UNA RED ETHERNET INDUSTRIAL).....	68
c.1.	CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN.....	68
c.2.	CONFIGURACIÓN DE LAS VARIABLES.....	70
c.3.	APLICACIÓN.....	70

CAPÍTULO III

3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	71
3.1.	SILO DE MATERIA PRIMA 1.....	71
3.2.	SILO DE MATERIA PRIMA 2.....	74
3.3.	SILO DE MATERIA PRIMA 3.....	77

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍA.....	81
4.1. CONCLUSIONES.....	81
4.2. RECOMENDACIONES.....	82
4.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1.	Especificación celdas de carga GF7.....	37
Tabla 2.2.	Conexión de la alimentación SIWAREX U.....	40
Tabla 2.3.	Conexión canal 1 SIWAREX U.....	41
Tabla 2.4.	Conexión canal 2 SIWAREX U.....	41
Tabla 2.5.	Configuración RS232.....	42
Tabla 2.6.	Asignación de DS3 para canal 1 o de DS4 para canal 2.....	43
Tabla 2.7.	Significado para leds de estado.....	52

CAPÍTULO III

Tabla 3.1.	Datos silo de materia prima 1.....	72
Tabla 3.2.	Datos simulados silo materia prima 1.....	74
Tabla 3.3.	Datos silo de materia prima 2.....	75
Tabla 3.4.	Datos simulados silo materia prima 2.....	77
Tabla 3.5.	Datos silo de materia prima 3.....	78
Tabla 3.6.	Datos simulados silo materia prima 3.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I.

Fig. 1.1	Pirámide de automatización.....	2
Fig. 1.2	Celda de carga tipo botella.....	4
Fig. 1.3	Viga al corte.....	5
Fig. 1.4	Viga voladiza de rótula.....	6
Fig. 1.5	Viga S.....	6
Fig. 1.6	Alargamiento de un conductor.....	7
Fig. 1.7	Disposición en puente completo.....	11
Fig. 1.8	Circuito de Puente Completo.....	11
Fig. 1.9	Módulo SIWAREX U.....	13
Fig. 1.10	INTERFACE IM 153-1.....	14
Fig. 1.11	PLC CPU315-2 PN/DP.....	15
Fig. 1.12	Panel Siemens TP 177A.....	16
Fig. 1.13	Ventanas SIWATOOL U.....	17
Fig. 1.14	Asistente SIMATIC STEP 7.....	18
Fig. 1.15	Bloques SIMATIC STEP 7.....	18
Fig. 1.16	Configuración de hardware SIMATIC STEP 7.....	19
Fig. 1.17	Asistente de proyectos WINCC FLEXIBLE.....	20
Fig. 1.18	Ventana conexiones WINCC FLEXIBLE.....	20

CAPÍTULO II.

Fig. 2.1	Máquina medidora de caudal.....	22
Fig. 2.2	Medición de nivel.....	23
Fig. 2.3	Sistema de pesaje.....	25
Fig. 2.4	Silo.....	26
Fig. 2.5	Silo de materia prima 3.....	27
Fig. 2.6	Cuerpos Geométricos Silo Materia Prima 3.....	28
Fig. 2.7	Silos Materia Prima 1 y 2.....	31
Fig. 2.8	Cuerpos Geométricos Silos Materia Prima 1 y 2.....	32
Fig. 2.9	Conectores celdas de carga gf-7.....	38
Fig. 2.10	Disposición tarjeta sumadora JB3 TRANCELL.....	39
Fig. 2.11	CONECTORES SIWAREX U.....	40
Fig. 2.12	Conexión SIWAREX U.....	42
Fig. 2.13	Pines Conector RS232.....	43
Fig. 2.14	Respuesta de salto del filtro de paso bajo digital con fc = 2 Hz.....	45
Fig. 2.15	Valores característicos silo materia prima 1.....	46
Fig. 2.16	Valores característicos silo materia prima 2.....	47
Fig. 2.17	Valores característicos silo materia prima 3.....	47

Fig. 2.18	Conexión RS232.....	48
Fig. 2.19	Conexión PC- SIWAREX U.....	49
Fig. 2.20	Catalogo SIWATOOL U.....	49
Fig. 2.21	SIWATOOL U, VENTANA Calibración del canal 1.....	50
Fig. 2.22	SIWATOOL U, VENTANA Parámetros de escala.....	50
Fig. 2.23	SIWATOOL U, VENTANA Dígitos de ajuste.....	51
Fig. 2.24	SIWATOOL U, VENTANA Estado del canal.....	51
Fig. 2.25	SIWATOOL U, VENTANA Parámetros base.....	53
Fig. 2.26	SIMATIC STEP 7, VENTANA Configuración del Proyecto.....	53
Fig. 2.27	SIMATIC STEP 7, VENTANA Configuración de hardware.....	54
Fig. 2.28	SIMATIC STEP 7, VENTANA slot.....	54
Fig. 2.29	SIMATIC STEP 7, VENTANA catálogo.....	55
Fig. 2.30	Vista frontal y lateral panel TP177A.....	57
Fig. 2.31	Vista inferior panel TP 177A.....	58
Fig. 2.32	Loader TP 177A.....	58
Fig. 2.33	Control Panel TP177A.....	59
Fig. 2.34	Ventana PROPERTIES (Control Panel TP177A).....	60
Fig. 2.35	WINCC FLEXIBLE Catálogo.....	61

Fig. 2.36	WINCC FLEXIBLE PROFIBUS DP Configuración de la conexión.....	61
Fig. 2.37	Pestaña panel de operador.....	62
Fig. 2.38	Pestaña red.....	62
Fig. 2.39	Pestaña autómeta.....	63
Fig. 2.40	WINCC FLEXIBLE Configuración de las variables.....	63
Fig. 2.41	APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE Imagen principal.....	64
Fig. 2.42	APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE Imagen Resina Flexible.....	65
Fig. 2.43	APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE Imagen Resina Rígido.....	66
Fig. 2.44	APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE Imagen DOP/CARBONATO.....	67
Fig. 2.45	WINCC FLEXIBLE ETHERNET INDUSTRIAL Configuración de la conexión.....	68
Fig. 2.46	Pestaña parámetros.....	68
Fig. 2.47	Panel de operador.....	68
Fig. 2.48	Dirección IP para el PC.....	69
Fig. 2.49	Pestaña Autómata.....	69
Fig. 2.50	WINCC FLEXIBLE Configuración de las variables.....	70

Fig. 2.51	APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE.....	70
-----------	--------------------------------	----

CAPÍTULO III

Fig. 3.1	Relación datos esperados y error silo de materia prima 1.....	72
Fig. 3.2	Curva de tendencia silo de materia prima 1.....	73
Fig. 3.3	Relación datos esperados y error silo de materia prima 2.....	76
Fig. 3.4	Curva de tendencia silo de materia prima 2.....	76
Fig. 3.5	Relación datos esperados y error silo de materia prima 3.....	79
Fig. 3.6	Curva de tendencia silo de materia prima 3.....	79

CAPÍTULO IV

ANEXO B

Fig. B.1	SIMATIC STEP 7, Bloques de función.....	85
Fig. B.2	SIMATIC STEP 7, Bloques de datos de instancia.....	85
Fig. B.3	SIMATIC STEP 7, Bloque de datos de la bascula.....	86
Fig. B.4	SIMATIC STEP 7, Bloque de protección para la comunicación.....	86

ANEXO C

Fig. C.1	Cubierta de protección para el panel de operador.....	91
----------	---	----

Fig. C.2	Menú del panel de operador.....	92
Fig. C.3	Opción resina rígido.....	92
Fig. C.4	Opción resina flexible.....	93
Fig. C.5	Opción DOP/Carbonato.....	93
Fig. C.6	Ajuste fecha y hora.....	94
Fig. C.7	Aplicación PC.....	94

ÍNDICE DE ANEXOS

A. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	83
B. PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-300, CPU 315-2 PN/DP.....	85
B.1. SIWAREX U EN STEP 7.....	85
C. MANUAL DE OPERACIÓN.....	91
D. CÁLCULO PARA LA RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	95
E. PLANOS.....	98
E.1. PLANOS ELÉCTRICOS.....	99
E.2. PLANOS DE COMUNICACIÓN.....	100

RESUMEN

Ante la necesidad de determinar el peso de 3 materias primas contenidas en tres silos para la empresa MILLPOLIMEROS se desarrolla un sistema de pesaje cuya función es calcular el valor de peso a partir del valor digital para ello es preciso determinar la línea característica del sistema de medición, la cual se establece a través de 2 puntos de trabajo 0 y 1, el primer punto, un cero referencial que discrimine el peso de la estructura, es decir, la báscula sin carga de material; en el caso de que la báscula esté cargada con un peso de contraste conocido (por ejemplo con el 100% del margen de medición), podrá ser determinado el segundo punto de trabajo. MILLPOLIMEROS cuenta con una red PROFIBUS DP en la que se puede acceder a todas las variables desde cualquier punto en donde se encuentre un esclavo DP o un maestro DP, esto reduce costos y optimiza el sistema de pesaje ya que la opción más viable es obtener una señal alterna que indique el valor del peso, transformar a digital, integrar en la red PROFIBUS DP, procesar los datos y mostrar en el lugar que se requiera.

El sistema de pesaje consta de cuatro celdas de carga por cada silo conectadas a una tarjeta sumadora, la misma que se enlaza con un módulo de pesaje, que se integra en una red PROFIBUS DP por medio de la periferia (La unidad ET 200M) conectada como un esclavo DP utilizando el módulo INTERFACE IM para comunicarse con un PLC S7-300, además, el sistema tiene un HMI por medio de un panel de operador y una PC, la comunicación entre el panel de operador y el PLC es mediante PROFIBUS DP, la comunicación entre el PC y el PLC es por medio de PROFINET IO. La programación del PLC se realiza en lenguaje por lista de instrucciones (AWL), utilizando el programa SIMATIC STEP 7. El HMI tanto para el panel de operador y la PC está implementado en el programa SIMATIC WINCC FLEXIBLE.

La calibración de las celdas de carga se da por medio del módulo de pesaje SIWAREX U en el que se utiliza el software SIWATOOL U.

SUMMARY

Given the need to determine the weight of three raw materials contained in three silos for the MILLPOLIMEROS company develops a weighing system whose function is to calculate the weight value from the digital value for it is necessary to determine the characteristics of the measurement system , which are established through working 2 points 0 and 1, the first point, a zero reference that discriminates the weight without material charge in the event that the scale is loaded a known calibration weight (for example with 100% of the measurement range) the second point of work is determined. MILLPOLIMEROS has a PROFIBUS DP network where you can access all the variables from any point where it finds a DP slave or master DP, this reduces costs and optimizes the weighing system as the most viable option is to get a alternate signal that indicates the weight value, transform it to digital, integrate it into the PROFIBUS DP, process and display data in the required place.

The weighing system consists of four load cells for each silo connected to a adding card, the same as linking to a weighing module, which is integrated into a PROFIBUS DP network through the periphery (The ET 200M) connected as a DP slave INTERFACE module using IM to communicate with a PLC S7-300 it also has a HMI system via an operator panel and a PC, the communication between the HMI device and the PLC via PROFIBUS DP, communication between the PC and the PLC is via PROFINET IO. The PLC programming is performed by the list of language instruction (AWL) using the SIMATIC STEP 7 program. The HMI for both the operator panel and PC, the program is implemented in SIMATIC WINCC FLEXIBLE.

For the calibration of the loading cells through the module SIWAREX U using the program SIWATOOL U.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. BUSES DE CAMPO

1.1.1. PROFIBUS DP

Cuando la distancia entre las entradas, salidas y el autómata programable es considerable, el cableado puede ser complicado y largo. Las perturbaciones electromagnéticas pueden afectar a la fiabilidad. Para este tipo de instalaciones, es recomendable utilizar unidades de periferia descentralizada (PROFIBUS DP):

- La CPU de control se instala de forma centralizada
- Las unidades de periferia (entradas y salidas) operan "in situ" de forma descentralizada.
- El potente PROFIBUS DP con su alta velocidad de transmisión de datos asegura una comunicación rápida y segura entre la CPU de control y los sistemas de periferia.

PROFIBUS DP cumple los elevados requisitos de tiempo que se ponen para el intercambio de datos en el sector de la periferia descentralizada y los dispositivos de campo. La configuración DP típica tiene una estructura con único maestro. La comunicación entre el maestro DP y el esclavo DP se efectúa según el principio maestro esclavo. El maestro dirige todo el tráfico de datos en el bus, esto significa que los esclavos DP solo pueden actuar en el bus después de una solicitud del maestro. A tal efecto, los esclavos DP son activados sucesivamente por el maestro conforme a una lista de llamadas (lista de sondeo). Entre el maestro DP y el esclavo DP se intercambian los datos útiles continuamente (de forma cíclica), sin tener en consideración su contenido. A la periferia (La unidad ET 200) conectada a PROFIBUS como un esclavo DP se accede como a cualquier unidad periférica situada en el módulo central o de ampliación. Es decir, es posible acceder a los módulos periféricos directamente mediante instrucciones.

Se puede hacer de dos formas:

- A través de una CPU con puerto integrado
- Mediante un módulo de interface IM

Las características de una red PROFIBUS DP son:

- Velocidad: 1.5 Mbps.
- A un maestro DP (CPU) es posible conectar un máximo de 125 estaciones esclavas PROFIBUS DP.

Por medio de PROFIBUS DP se comunican los módulos de pesaje y el PLC.

1.1.2. PROFINET

Es el estándar Ethernet abierto PROFINET permite conectar equipos desde el nivel del campo (PLCS y otros dispositivos) hasta el nivel de gestión (sistemas informáticos e internet). PROFINET permite una comunicación homogénea con la ingeniería cubriendo toda la planta industrial y de gestión apoyando las tecnologías de la información hasta el nivel del campo.

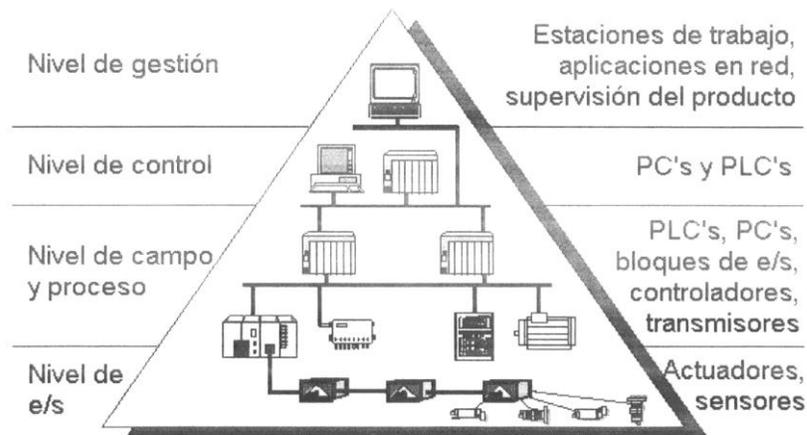


Fig. 1.1: Pirámide de automatización

Junto con PROFINET existe PROFINET IO que se ha desarrollado para la comunicación en tiempo real (RT) con la periferia descentralizada. PROFINET integra las reconocidas prestaciones de PROFIBUS DP (determinismo, isocronismo, diagnóstico, acceso a I/Os remotas y la información de proceso) sobre protocolos TCP/IP en tecnología Ethernet.

Por medio de PROFINET IO se comunica el PC de programación y el PLC desde cualquier punto de la red.

1.2. CELDA DE CARGA

Una celda de carga es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en un cambio de resistencia. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma en forma física o geométrica una galga extensiométrica

Una celda de carga por lo general se compone de cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. La señal eléctrica de salida es del orden de los mV.

1.2.1. TIPOS

a. BOTELLA

Hay dos clases de construcción de botellas: de una sola columna o de columnas múltiples.

Las botellas de una sola columna normalmente no pueden soportar una carga lateral de más de 15%.

Las celdas de botella de columnas múltiples pueden soportar más carga lateral que las de una sola columna.

La celda de botella varía en tamaño de 100lbs hasta 50.000lbs.

La sobrecarga segura normal es de 120% de la capacidad máxima de la báscula entera (F.S).

Las celdas de botella están hechas de un acero de alta alteración inoxidable.

Sus rangos de clasificación para la alimentación (excitación) van de 6VCA/VCC hasta 20VCA/CC.

Las resistencias de puente común son de 350Ω y 400Ω.

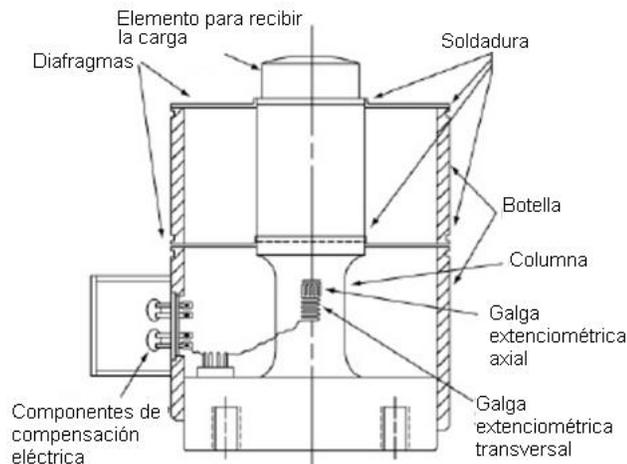


Fig. 1.2: Celda de carga tipo botella

b. VIGA AL CORTE

La celda de viga al corte está diseñada para básculas de bajo perfil y aplicaciones de procesamiento. La cavidad de la galga extensiométrica de la celda viga al corte contiene un diafragma delgado de metal sobre el cual las galgas extensiométricas están montadas. Las capacidades típicas de vigas al corte van de 1.000lbs hasta 20.000lbs, aunque algunos fabricantes ofrecen vigas al corte de hasta 40.000lbs. Un término de la viga al corte tiene los huecos de montaje, mientras que el término

opuesto es donde se carga a la celda. La celda debe ser montada en una superficie plana y lisa con pernos endurecidos de alta resistencia.

Las vigas al corte pueden estar constituidas de acero al carbón o acero inoxidable para usos en ambientes rudos de acuerdo a las diferentes necesidades de los distintos usuarios.

El hecho de que una celda sea hecha de acero inoxidable no quiere decir que se pueda utilizarla en ambientes de lavado.

También es importante que esté sellada apropiadamente.

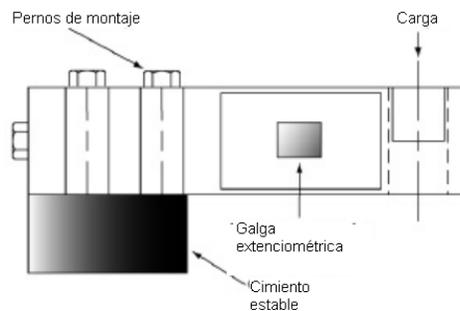


Fig. 1.3: Viga al corte

c. VIGA VOLADIZA DE RÓTULA

Son similares a las vigas al corte. A contraste con ellas, las vigas voladizas no tienen una malla delgada situada en la cavidad para la galga extensiométrica. La viga voladiza esta labrada a máquina de un lado a otro. Las galgas extensiométricas están montadas a lo largo de los bordes interiores de la cavidad. La mayoría de las vigas voladizas tienen una resistencia de puente de 350Ω y salidas de $3mV/V$ o $2mV/V$ a su plena capacidad. Sus capacidades van de $3mV/V$ o $2mV/V$ a su plena capacidad. Sus capacidades van de 25lb hasta 10.000lbs. Sin embargo, puede haber en uso unas pocas vigas voladizas más grandes. Pueden ser utilizadas en aplicaciones de tensión o compresión

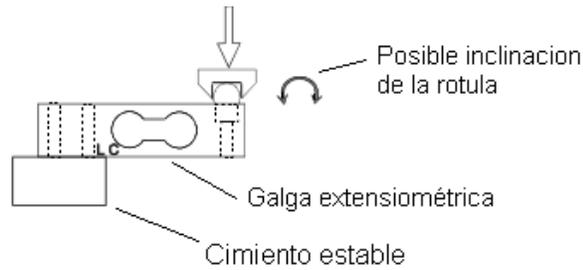


Fig. 1.4: Viga voladiza de rótula

d. VIGA-S

Derivan su nombre de su forma, lo cual por supuesto está en la forma de la letra S. Las vigas S normalmente se utilizan en aplicaciones de tensión.

Además hay vigas S que actúan de forma bidireccional.

Primordialmente se usan para conversiones de básculas mecánicas a electrónicas, básculas de plataforma y aplicaciones de pesaje general. Varían en tamaño desde tan poco como 25lbs hasta tan alto como 20.000lbs.

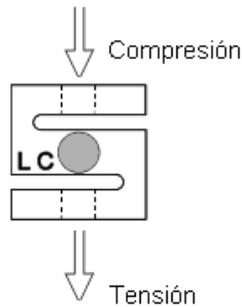


Fig. 1.5: Viga S

1.2.2. ESTRUCTURA

a. GALGA EXTENSIOMÉTRICA

Son transductores pasivos que aplicados sobre un elemento flexible (celda de carga), miden la presión o el esfuerzo a partir de la deformación producida por fuerzas de compresión, tracción o flexión. La deformación provoca variación de la longitud y el diámetro de la sección de la galga, y por tanto, de la resistencia eléctrica.

La galga está constituida básicamente por una base delgada no conductora, sobre la cual va adherido un hilo metálico muy fino. Suponiendo que este hilo es de un metal homogéneo de longitud L y sección transversal A , la resistencia puede ser expresada como:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (1.1)$$

Dónde:

R = resistencia

ρ = resistividad

L = Longitud

A = sección transversal

La ecuación 1.1 se cumple para metales comunes y no metales a temperatura ambiente, sujetos a corriente directa o a baja frecuencia. Cuando la galga es sometida a una presión o fuerza, sufre una deformación que causa alargamiento y ensanchamiento del conductor como se ve en la figura 1.6:

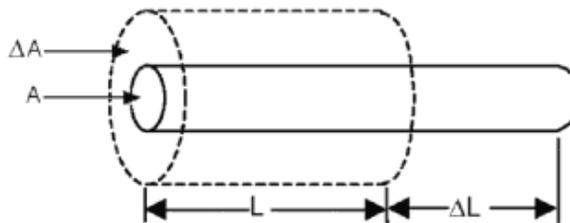


Fig. 1.6: Alargamiento de un conductor

Entonces el cambio en la resistencia puede ser expresado como:

$$\Delta R = \rho \frac{L}{A} - (\rho - \Delta\rho) \frac{L + \Delta L}{A + \Delta A} \quad (1.2)$$

Esta expresión puede reducirse si se asume:

$$\begin{aligned} \Delta L &\ll L \\ \Delta A &\ll A \\ \Delta\rho &\ll \rho \end{aligned}$$

Δ puede aproximarse con el cambio diferencial infinitesimal d :

$$\Delta R \cong dR = d \rho \frac{L}{A} \quad (1.3)$$

Aplicando el logaritmo natural a la expresión diferencial del lado derecho:

$$\ln R = \ln \rho + \ln L - \ln A \quad (1.4)$$

La ecuación 1.4 se deriva de la siguiente forma:

$$\frac{dR}{R} = \frac{d\rho}{\rho} + \frac{dL}{L} - \frac{dA}{A} \quad (1.5)$$

La ecuación 1.5 indica que para lograr mayores cambios en ΔR , es conveniente incrementar el valor de la resistencia sin incrementar la sección, es decir tener mayores longitudes de hilo (disposición en zigzag) y de pequeña sección.

Si se considera:

$$A = CD^2 \tag{1.6}$$

Dónde:

D = Radio del círculo

C = Constante π del círculo.

Derivando la ecuación (1.6):

$$\frac{dA}{A} = 2 \frac{dD}{D} \tag{1.7}$$

La tensión longitudinal puede expresarse como:

$$\varepsilon = \frac{dL}{L} \tag{1.8}$$

Y la tensión transversal puede expresarse como:

$$\varepsilon_D = \frac{dD}{D} \tag{1.9}$$

Para un comportamiento lineal e isotrópico del hilo conductor se cumple la ecuación 1.10 de la relación de Poisson:

$$v = -\frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} \tag{1.10}$$

De las ecuaciones 1.7, 1.8, 1.9 y 1.10, se obtiene:

$$\frac{dA}{A} = 2\varepsilon_D = -2v \frac{dL}{L} \tag{1.11}$$

Finalmente, el cambio de resistencia por unidad de resistencia (R/R) queda:

$$\frac{dR}{R} = \frac{d\rho}{\rho} + 1 + 2\nu \varepsilon \quad (1.12)$$

Esta ecuación expresa la proporcionalidad básica entre resistencia y deformación en el material de la galga.

Una medida de la sensibilidad del material se define como el factor de la galga:

$$FG = \frac{dR}{R} \frac{R}{\varepsilon} \quad (1.13)$$

El factor de la galga también puede ser determinado como:

$$FG = 1 + 2\nu + \frac{d\rho}{\rho} \frac{\rho}{\varepsilon} \quad (1.14)$$

Así expresado incluye dos efectos. El primer término en el lado derecho representa directamente el efecto Poisson (la tendencia en un material elástico a contraerse lateralmente en respuesta a un estrechamiento axial). El segundo, la contribución debida a los cambios en la resistividad del material como respuesta al esfuerzo aplicado. Se concluye que la resistencia de la galga varía con la deformación debida al esfuerzo aplicado en la celda de carga. La dirección de deformación que provoca el aumento de resistencia, se denomina largo activo.

b. PUENTE DE WHEATSTONE

Este circuito integra cuatro galgas activas, dos en compresión y dos en tracción.

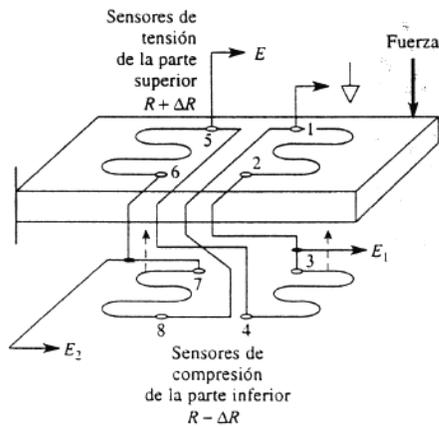


Fig. 1.7: Disposición en puente completo

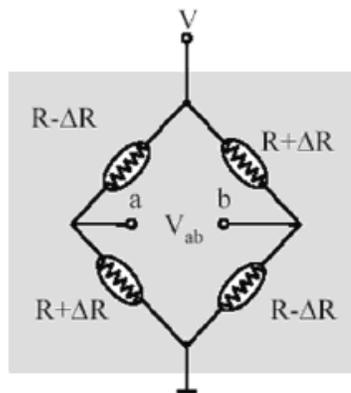


Fig. 1.8: Circuito de Puente Completo

$$V_a = V \frac{R + \Delta R}{2R}$$

$$V_b = V \frac{R - \Delta R}{2R}$$

$$V_{ab} = V \frac{\Delta R}{R} = V \cdot K \cdot \varepsilon$$

El circuito de la galga se adhiere a una celda de carga y mediante la deformación que el peso realiza sobre la celda, la galga varía la resistencia.

1.3. MÓDULO DE PESAJE SIWAREX U

Es un módulo de pesaje completo y flexible que se puede utilizar en todas partes donde debe actuar una báscula estática en el sistema de automatización SIMATIC S7.

Sus principales características son:

- Técnica de montaje uniforme y comunicación continua gracias al uso en SIMATIC S7
- Planificación uniforme con el administrador de SIMATIC
- Empleo en el concepto de instalación descentralizada en ET 200M (PROFIBUS, PROFINET)
- Alta precisión 0,05 %
- Alta frecuencia de medición de 50 Hz
- Vigilancia de los valores límite
- Adaptación flexible a diferentes requisitos con el control SIMATIC
- Posibilidad de ajuste teórico sin pesos patrón
- Funciones de diagnóstico integradas en SIMATIC S7



Fig. 1.9: Módulo SIWAREX U

1.4. MÓDULO DE INTEGRACIÓN PARA RED PROFIBUS DP IM 153-1

El sistema de periferia descentralizada ET 200M es un dispositivo de periferia modular.

El ET 200M presenta la técnica de montaje del sistema de automatización S7-300 y se compone del IM 153-x y módulos periféricos de la familia S7-300.

EL IM 153-1 es un módulo interfaz para módulos de señales (SM), módulos de función (FM) y procesadores de comunicaciones (CP) en el sistema de automatización SIMATIC S7, sus principales características son:

- Dispone de una interfaz RS 485
- A la derecha del IM 153-1 pueden conectarse como máximo 8 módulos de señal, módulos de función o procesadores de comunicaciones.
- Las direcciones de estación se admiten de 1 a 125
- Cuenta con detección automática de la velocidad de transferencia



Fig. 1.10: INTERFACE IM 153-1

1.5. PLC CPU315-2 PN/DP

Características:

- La CPU cuenta con un elevado rendimiento de procesamiento en aritmética binaria y de coma flotante
- Se utiliza como un controlador central en líneas de producción con entradas y salidas centralizadas y distribuidas.
- Interface PROFINET integral
- Proporciona una interface de combinación MPI / PROFIBUS DP maestro esclavo
- Soporta hasta 128 equipos PROFINET
- Programación, puesta en servicio y diagnóstico con STEP 7
- Conexión a HMI y a SCADA
- Máximo 4 bastidores

- Máximo 8 módulos por bastidor
- 1024 bloques transferibles 2048 FC, 2048 FB, 1023DB.



Fig. 1.11: PLC CPU315-2 PN/DP

1.6. PANEL HMI SIMATIC TP177A

El panel táctil TP 177A, puede utilizarse para realizar tareas de manejo y visualización en la automatización de los procesos y de la producción. Las imágenes de las instalaciones visualizadas permiten representar los procesos de forma más clara.

La iluminación de fondo, proporciona rápidamente al operario toda la información necesaria, ofrece aplicaciones sencillas en situaciones de poco espacio.

Las características principales son:

- Se configura con el software de ingeniería SIMATIC WinCC flexible.
- Su elemento de mando es una pantalla táctil
- Teclado alfanumérico
- Display de cristal líquido de 5.7" (LCD).

- Interfaces RS 422 y RS 485
- Conexión al PLC S7-200, S7-300/400.

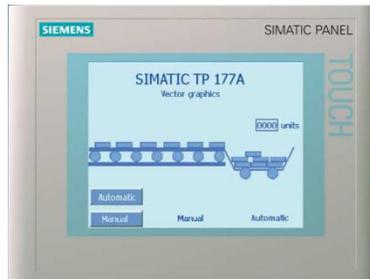


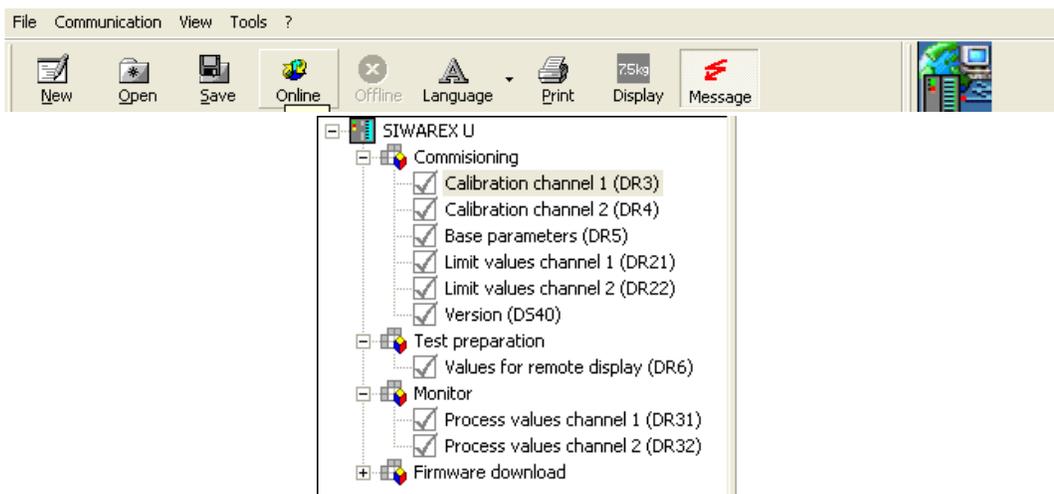
Fig. 1.12: Panel Siemens TP 177A

1.7. SOFTWARE PARA EL AJUSTE DE LA BÁSCULA

1.7.1. SIWATOOL U

Para el ajuste de la báscula existe un programa especial: SIWATOOL U para el sistema operativo Windows XP. El programa permite al especialista en pesaje la puesta en servicio de la báscula.

Las siguientes figuras muestran la estructura de las distintas ventanas de programa.



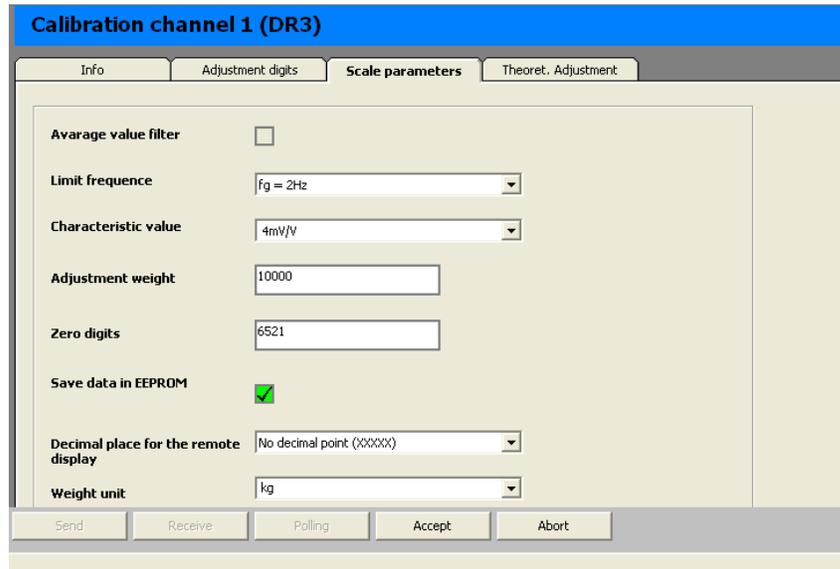


Fig. 1.13: Ventanas SIWATOOL U

SIWATOOL U es muy útil en el análisis de la información de diagnóstico, que puede ser almacenado conjuntamente con los parámetros tras la consulta realizada desde el módulo.

1.7.2. SIMATIC STEP 7

El administrador SIMATIC gestiona todos los datos pertenecientes a un proyecto de automatización, las herramientas de software SIMATIC que son necesarios para el procesamiento de los datos seleccionados se inician automáticamente por el administrador SIMATIC, su funcionamiento es sencillo e intuitivo, por ejemplo la creación de diagramas de bloques de funciones se caracteriza por la facilidad de uso familiar de PC, tales como: Arrastrar, soltar, copiar y pegar.

Además con la ayuda del asistente se tiene una guía paso a paso en el inicio para la configuración de distintos proyectos.

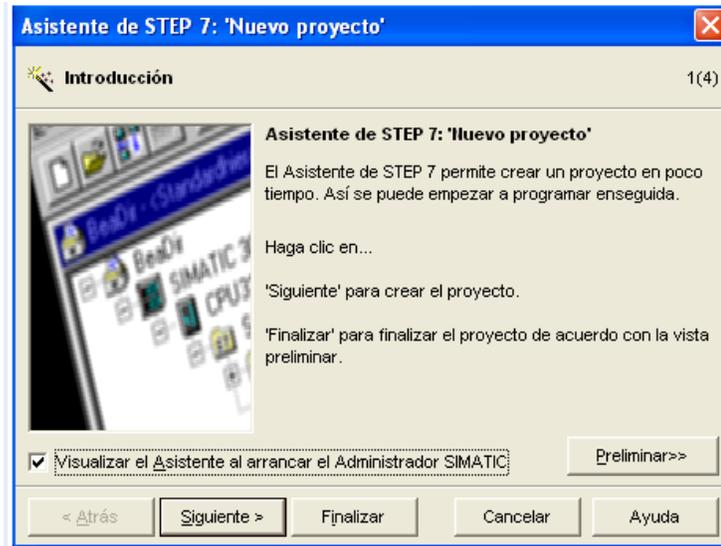


Fig. 1.14: Asistente SIMATIC STEP 7

Los lenguajes de programación:

- Lenguaje de contactos (KOP)
- Lenguaje por lista de instrucciones (AWL)
- Plano de funciones lógicas (FUP)

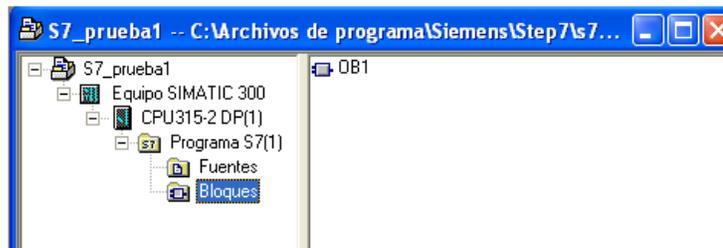


Fig. 1.15: Bloques SIMATIC STEP 7

Configuración de hardware:

La configuración de hardware se utiliza para configurar y parametrizar el hardware utilizado para un proyecto de automatización, ejemplo:

- Configuración de los Bastidores de automatización del sistema, se selecciona de un catálogo electrónico y los módulos seleccionados son asignados a las ranuras necesarias en los bastidores.

- Parametrización de Módulos de funciones (FM) y el procesador de comunicaciones (CP):

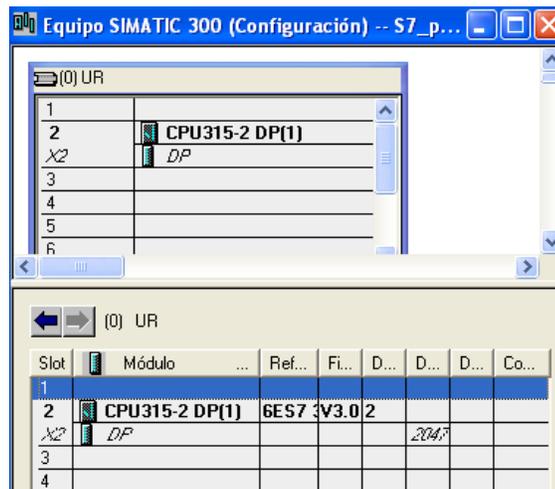


Fig. 1.16: Configuración de hardware SIMATIC STEP 7

Configuración de la comunicación:

- Transmisión de datos cíclica controlada por tiempo, a través de MPI.
- Selección de los bloques de función para comunicaciones (CFB) de la biblioteca de módulos integrados.

1.7.3. SIMATIC WINCC FLEXIBLE

WinCC flexible está diseñado de forma específica para la industria ofreciendo software de ingeniería para el control SIMATIC HMI y dispositivos de vigilancia desde el más pequeño Micro Panel hasta el PC, así como software de visualización runtime para soluciones de un solo usuario en Windows XP. En este sentido, puede transferir proyectos para diferentes plataformas HMI y ejecutarlos allí sin tener que convertir los proyectos.

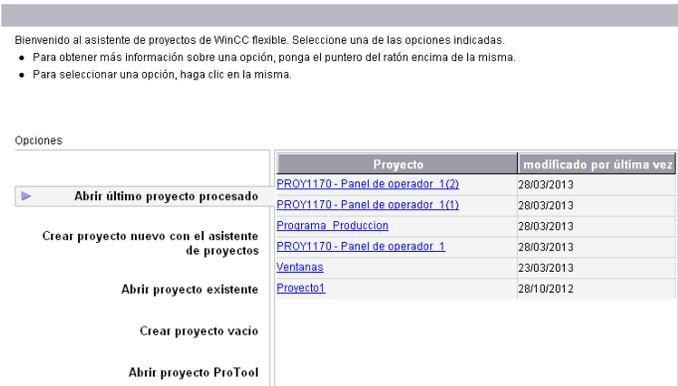


Fig. 1.17: Asistente de proyectos WINCC FLEXIBLE

La conectividad con SIMATIC S7 vía PPI, MPI, PROFIBUS DP y Ethernet Industrial, comunicación independiente con otros fabricantes a través de OPC, WinCC flexible soporta PROFINET, el estándar innovador para la comunicación industrial desde el nivel de campo hasta nivel de gestión.

Los datos de tiempo crítico que se introducen en los paneles de mando mediante teclas directas o volantes, pueden transmitirse en tiempo real mediante PROFINET IO.

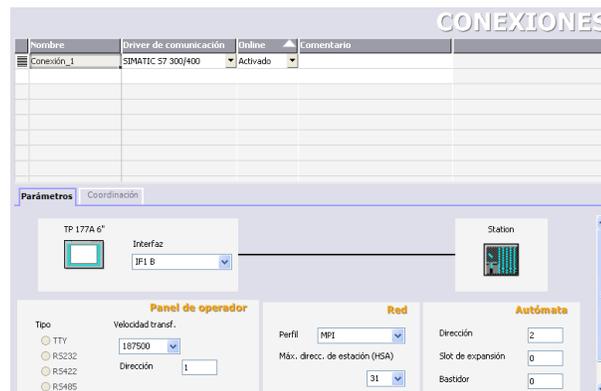


Fig. 1.18: Ventana conexiones WINCC FLEXIBLE

CAPITULO II

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

2.1. ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MEDIDA ADECUADO AL PROCESO

El sistema propuesto tiene como principal función determinar continuamente el abastecimiento necesario del material almacenado. Al querer determinar la cantidad de material almacenado en los silos, surgen una variedad de alternativas. Detectar el nivel, pesar el silo, medir flujos de ingreso y salida, entre otros.

Por cuanto se debe seleccionar el mejor sistema de acuerdo al proceso.

2.1.1. SISTEMA DE MEDICIÓN PARA FLUJO

La medición de flujo es otra alternativa para determinar las cantidades de material que ingresan y se extraen del silo. El sistema debería predeterminar un flujo de trabajo, además llevar un promedio de los registros de flujo, promediarlos y relacionarlos con el tiempo de funcionamiento. Por lo tanto se requeriría medidores de caudal, estos dispositivos poseen un mecanismo que integra un tornillo sin fin de ingreso, un tornillo sin fin de salida y una balanza intermedia. Este sistema permite determinar el flujo deseado, asignando así la velocidad a la que deben trabajar los tornillos sin fin. La balanza verifica que la cantidad de producto que pase sea constante dentro de límites aceptables y registra las variaciones. El principal limitante para la utilización de este sistema, es el costo ya que se debería construir una máquina medidora de caudal como la que muestra la figura 2.1 en donde se implementen todas las características expuestas anteriormente.

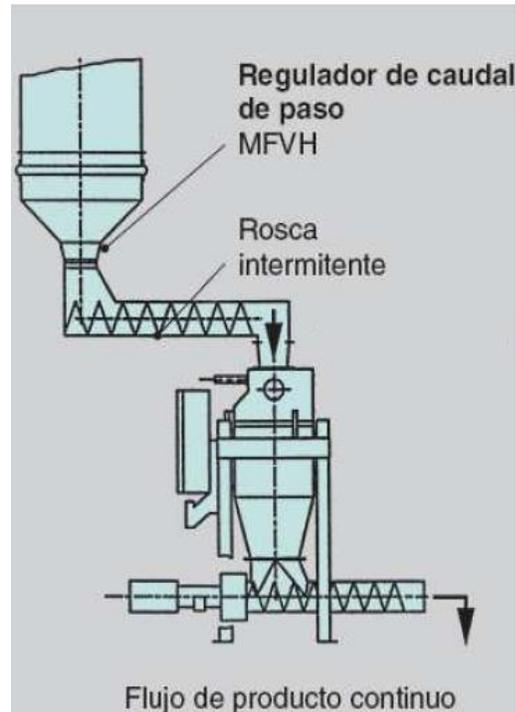


Fig. 2.1: Máquina medidora de caudal

2.1.2.SISTEMA DE MEDICIÓN PARA NIVEL

Al evaluar esta alternativa se consideraron dos características propias del proceso, la primera es que la materia prima no ingresa uniformemente al silo. La segunda es que el material entra por una tubería ubicada en la parte superior del silo, por lo tanto el sistema de medición de nivel requeriría demasiados sensores que permitan promediar los desniveles que forma el material al entrar al silo. Además mientras que el material que ingrese interferirá en la lectura del sensor. Por lo tanto su utilización tuvo que descartarse.

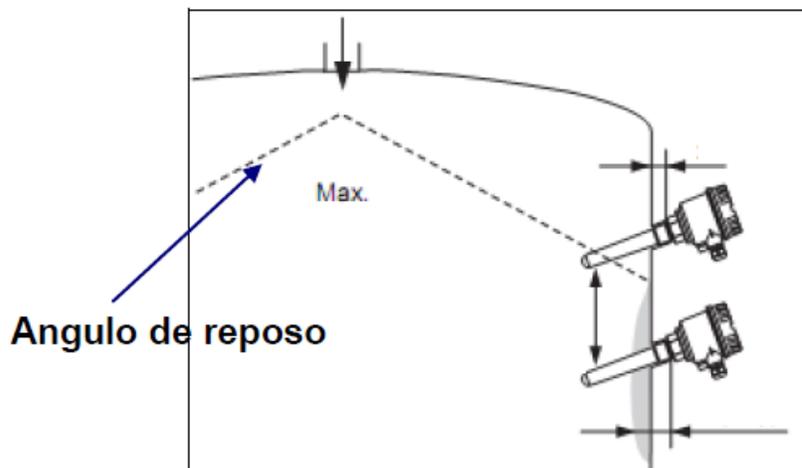


Fig. 2.2: Medición de nivel

El sensor de nivel debe instalarse teniendo en cuenta el ángulo de reposo del material dejando un margen volumétrico para aumentar la capacidad.

2.1.3. SISTEMA DE PESAJE

Un equipo de pesaje para un silo debe tener un sistema electrónico asociado cuyas funciones sean:

Calibrar las celdas, tomar un cero referencial que discrimine el peso de la estructura, tomar un valor que indique que el silo está lleno y así pesar la materia prima.

MILLPOLIMEROS cuenta con una red PROFIBUS DP en la que se puede acceder a todas las variables desde cualquier punto en donde se encuentre un ESCLAVO DP O UN MAESTRO DP, esto reduce costos y optimiza el sistema de pesaje ya que la opción más viable es obtener una señal alterna que indique el valor de peso, transformarla a digital, integrarla en la red PROFIBUS DP, procesar los datos y monitorear el peso de los silos en el lugar que se requiera.

2.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PESAJE A IMPLEMENTAR

La figura 2.3 muestra el diseño propuesto para la implementación del sistema de pesaje el cual consta de cuatro celdas de carga por cada silo conectadas a una tarjeta sumadora TRANSCCELL, la misma que se enlaza con un módulo de pesaje SIWAREX U¹, que se integra en una red PROFIBUS DP por medio de la periferia (La unidad ET 200M) conectada a PROFIBUS como un esclavo DP utilizando el módulo INTERFACE IM² para comunicarse con un PLC S7-300, además el sistema tiene un HMI por medio de un panel de operador y una PC, la comunicación entre el panel de operador y el PLC es mediante PROFIBUS DP, la comunicación entre el PC y el PLC es mediante PROFINET I/O.

La programación del PLC se la realiza en lenguaje por lista de instrucciones (AWL), utilizando el programa SIMATIC STEP 7³.

El HMI tanto para el panel de operador y la PC, está implementado en el programa SIMATIC WINCC FLEXIBLE⁴.

Para la calibración de las celdas de carga por medio del módulo de pesaje SIWAREX U se utiliza el programa SIWATOOL U⁵.

¹Ver Planos eléctricos apartado Anexos

²Ver Planos de comunicaciones apartado anexos

³Ver Programa apartado anexos

⁴ Ver apartado 2.3.6.a

⁵ Ver apartado 2.3.3.g3

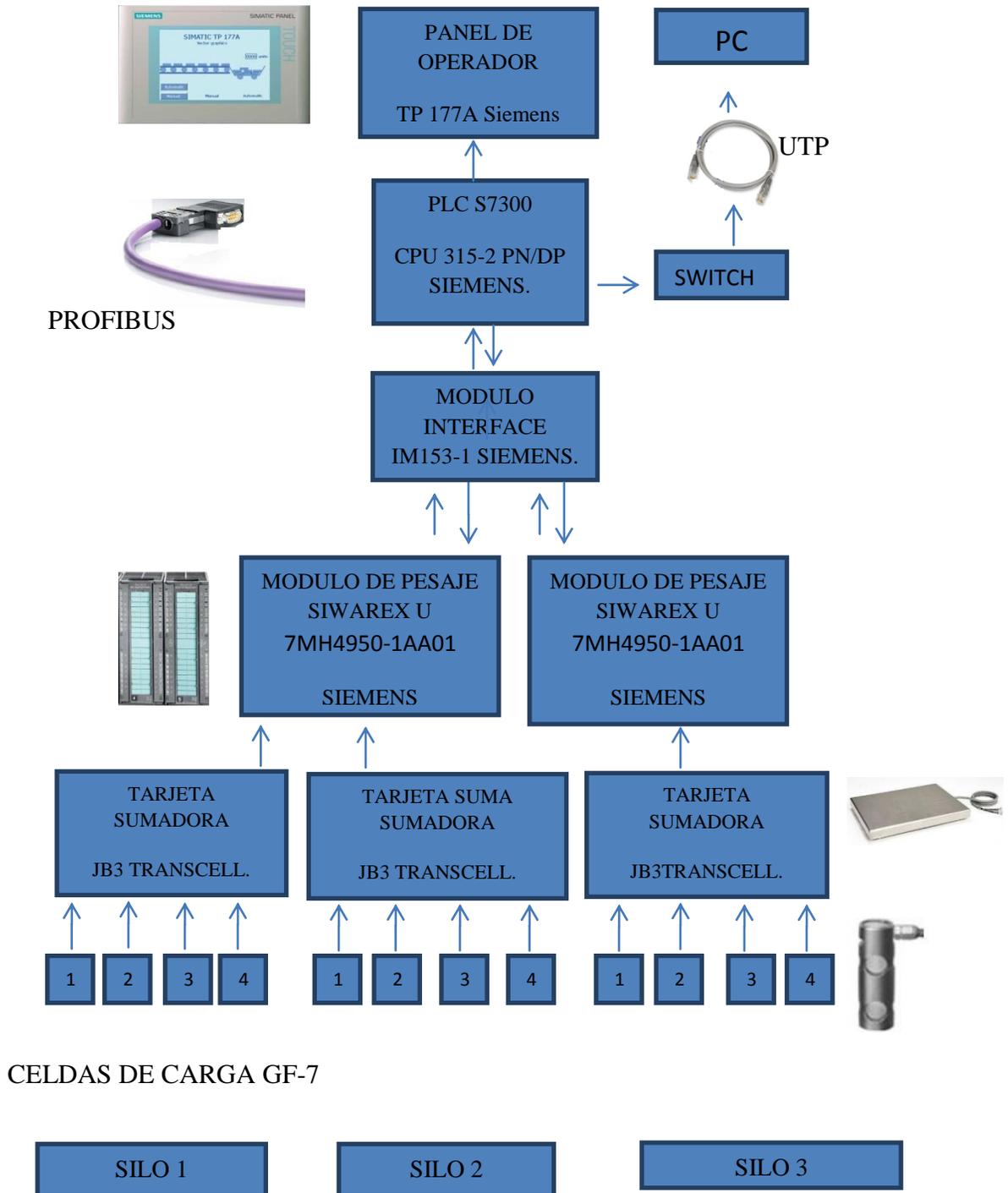


Fig. 2.3: SISTEMA DE PESAJE

2.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CELDAS DE CARGA

Un silo se define como una estructura de acero, diseñada para almacenamiento de materiales, véase figura 2.4.

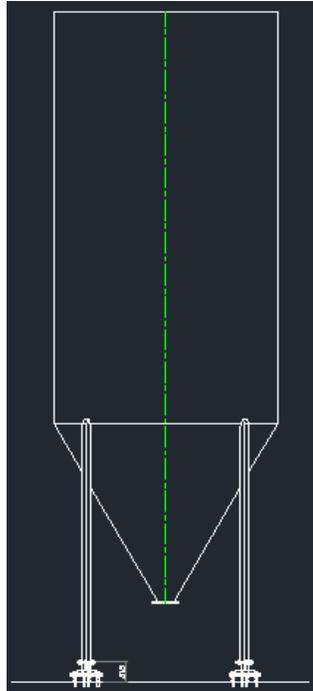


Fig. 2.4: Silo

Para dimensionar la capacidad de las celdas de carga se calcula el peso de la estructura y el peso del material que contiene el silo.

a. CALCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA DEL SILO EN BASE AL VOLUMEN DEL CUERPO Y LA DENSIDAD DEL ACERO

La figura 2.5 muestra las medidas del silo de materia prima 3.

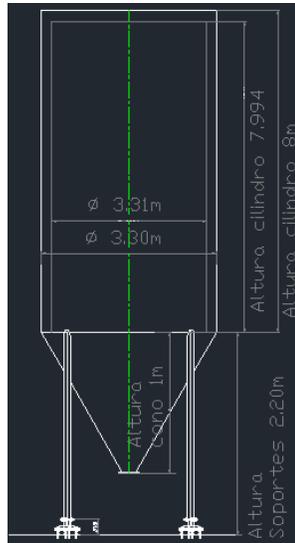


Fig. 2.5: Silo Materia Prima 3

Para el análisis se divide al silo en los cuerpos geométricos como muestra la figura 2.6 y que se listan a continuación:

- 2 cilindros
- 2 conos

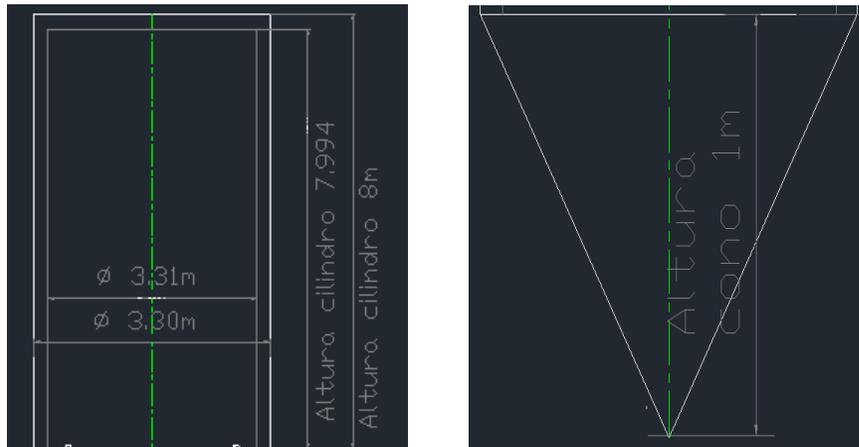


Fig. 2.6: Cuerpos Geométricos Silo Materia Prima 3

Tomando en cuenta las medidas de los cuerpos geométricos se procede a calcular su volumen que sirve para determinar la masa al ser multiplicado por la densidad del acero.

Datos:

$h_1=8\text{m}$; h_1 , *Altura cilindro 1*

$h_1'=7.994\text{m}$; h_1' , *Altura cilindro 2*

$h_2=1\text{m}$; h_2 , *Altura del cono*

$l_1=10.4\text{m}$; l_1 , *Perímetro del cilindro*

$\rho = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; ρ , *Densidad del acero*

Incógnitas:

$\phi_1 = ?$; ϕ_1 , *Diámetro del cilindro 1*

$\phi_1' = ?$; ϕ_1' , *Diámetro del cilindro 2*

$r_1=?$; r_1 , radio del cilindro 1

$r_1'=?$; r_1' , radio del cilindro 2

$V_1=?$; V_1 , Volumen del cilindro 1

$V_1'=?$; Volumen del cilindro 2

$V_2=?$; Volumen del cono 1

$V_2'=?$; Volumen del cono 2

$m=?$; Masa del cuerpo(silo)

Cálculo del volumen del cilindro externo e interno.

$$\phi_1 = \frac{l_1}{\pi} = \frac{10.4m}{\pi} = 3.31m$$

$$\phi_1' = \frac{l_1 - 0.012}{\pi} = 3.30m$$

$$r_1 = \frac{\phi_1}{2} = \frac{3.31m}{2} = 1.665m$$

$$r_1' = \frac{\phi_1'}{2} = \frac{3.30m}{2} = 1.65m$$

$$V_1 = \pi r_1^2 h_1 = 3.141516 (1.665m)^2 8m = 69.67m^3$$

$$V_1' = \pi r_1'^2 h_1' = 3.141516 (1.65m)^2 7.994m = 68.37m^3$$

$$V_1 - V_1' = 69.67m^3 - 68.37m^3 = 1.29m^3$$

Con la diferencia de los dos volúmenes se tiene la masa del cilindro al multiplicar con la densidad del acero.

$$m_1 = \rho V = 1.29m^3 \cdot 7850 \frac{kg}{m^3} = 10184.82kg$$

Volumen del cono interno y externo.

$$V_2 = \frac{\pi h_2 r_1^2}{3}$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 1m \cdot (1.665m)^2}{3} = 2.903m^3$$

$$V_2' = \frac{\pi h_2 r_1'^2}{3}$$

$$V_2' = \frac{\pi \cdot 1m \cdot (1.65m)^2}{3} = 2.85m^3$$

$$V_2 - V_2' = 2.903m^3 - 2.85m^3 = .053m^3$$

Con la diferencia de los dos volúmenes y la densidad del acero obtenemos la masa del cuerpo

$$m_2 = \rho V = 0.053m^3 \cdot 7850 \frac{kg}{m^3} = 416.05kg$$

La masa del cilindro mas el cono es:

$$m = m_1 + m_2 = 10184.82kg + 416.05kg = 10600.87kg$$

Considerando el peso de las 4 patas del silo (655.27kg)

$$m_{T1} = m + m(\text{patas}) = 10600.87kg + 605.27kg = 11206.14kg$$

Considerando el peso de los accesorios del silo 10% del peso total tenemos el resultado final que es:

$$mT2 = mT1 + m_{acs} = 11206.14kg + 1120.614kg = 12326.75kg = 27.36klb$$

De igual manera se procede con las medidas de los silos de materia prima 1 y 2, Figura 2.7

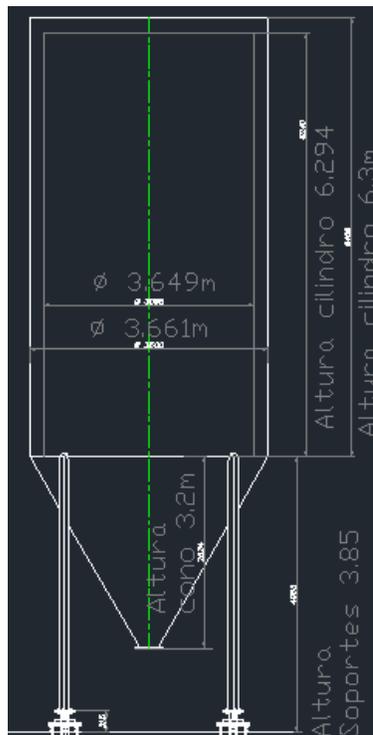


Fig. 2.7: Silos Materia Prima 1 y 2

Para el análisis se divide al silo en los cuerpos geométricos mostrados en la figura 2.8 y que se listan a continuación:

- 2 cilindros
- 2 conos

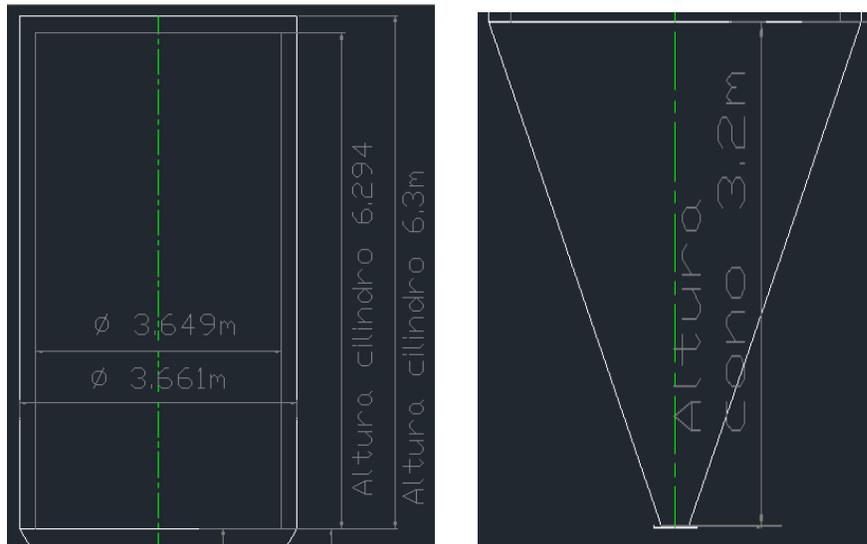


Fig. 2.8: Cuerpos Geométricos Silos Materia Prima 1 y 2

Se tienen por lo tanto los siguientes datos:

$h_1=6.3\text{m}$; h_1 , *Altura cilindro 1*

$h_1'=6,294\text{m}$; h_1' , *Altura cilindro 2*

$h_2=3.2\text{m}$; h_2 , *Altura del cono*

$l_1=11.5\text{m}$; l_1 , *Perímetro del cilindro*

$\rho = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; ρ , *Densidad del acero*

$\phi_2=0.25\text{m}$; ϕ_2 , *diámetro inferior del cono*

Se desea encontrar las siguientes incógnitas:

$\phi_1= ?$; ϕ_1 , *Diámetro del cilindro 1*

$\phi_1'= ?$; ϕ_1' , *Diámetro del cilindro 2*

$r_1=?$; r_1 , radio del cilindro 1

$r_1'=?$; r_1' , radio del cilindro 2

$V_1=?$; V_1 , Volumen del cilindro 1

$V_1'=?$; Volumen del cilindro 2

$V_2=?$; Volumen del cono 1

$V_2'=?$; Volumen del cono 2

$m=?$; Masa del cuerpo(silo)

Volumen del cilindro externo e interno:

$$\phi_1 = \frac{l_1}{\pi} = \frac{11.5m}{\pi} = 3.66m$$

$$\phi_1' = \frac{l_1 - 0.012}{\pi} = 3.65m$$

$$r_1 = \frac{\phi_1}{2} = \frac{3.661m}{2} = 1.83m$$

$$r_1' = \frac{\phi_1'}{2} = \frac{3.65m}{2} = 1.82m$$

$$V_1 = \pi r_1^2 h_1 = 3.141516 (1.83m)^2 6.3m = 66.28m^3$$

$$V_1' = \pi r_1'^2 h_1' = 3.141516 (1.82m)^2 6.294m = 65.49m^3$$

$$V_1 - V_1' = 66.28m^3 - 65.49m^3 = 0.79m^3$$

A partir de la resta de los volúmenes se procede a calcular la masa del cilindro multiplicando este resultado por la densidad del acero.

$$m_1 = \rho V = 0.79m^3 \cdot 7850 \frac{kg}{m^3} = 6201.5kg$$

Volumen interno y externo del cono:

$$r_2 = \frac{\phi_2}{2} = \frac{0.25m}{2} = 0.125m$$

$$V_2 = \frac{\pi h_2}{3} (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2)$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 3.2m}{3} ((1.83m)^2 + 1.83m (0.125m) + (0.125m)^2) = 12.03m^3$$

$$V_2' = \frac{\pi h_2'}{3} (r_1'^2 + r_1' r_2' + r_2'^2)$$

$$V_2' = \frac{\pi \cdot 3.2m}{3} (1.82m^2 + 1.82m \cdot 0.119m + 0.119m^2) = 11.87m^3$$

Volumen:

$$V_2 - V_2' = 12.03m^3 - 11.87m^3 = 0.16m^3$$

Para obtener la masa multiplicamos la densidad del acero por la resta de los volúmenes.

$$m_2 = \rho V = 0.16m^3 \cdot 7850 \frac{kg}{m^3} = 1256kg$$

$$m = m_1 + m_2 = 6201.5kg + 1256kg = 7457.5kg$$

Considerando el peso de las 4 patas del silo (655.27kg)

$$mT1 = m + m(\text{patas}) = 7457.5kg + 655.27kg = 8112.77kg$$

Considerando el peso de los accesorios del silo 20% del peso total se obtiene el resultado final:

$$mT2 = mT1 + m \text{ accesorios} = 8112.77 + 1622.55 = 9735.324kg = 21.63klb$$

b. CÁLCULO DEL PESO DEL MATERIAL CONTENIDO EN EL SILO EN BASE AL VOLUMEN DEL CUERPO Y LA DENSIDAD DE LA MATERIA PRIMA.

En el SILO materia prima 3 se carga DOP .

$$\text{Densidad del DOP: } \rho = 980 \frac{kg}{m^3}$$

Cálculo del volumen interno del silo

El volumen interno del silo está compuesto del volumen del cilindro interno y volumen del cono interno del silo

$$V = V1' + V2' = 68.37m^3 + 2.85m^3 = 71.22m^3$$

Calculo de la masa del DOP.

$$m = \rho V = 71.22m^3 \cdot 980 \frac{kg}{m^3} = 69795.6kg = 155.10kl$$

En los silos materia prima 1 y 2 se almacena resina:

$$\text{Densidad de la resina: } \rho = 500 \frac{kg}{m^3}$$

Cálculo del volumen interno del silo

El volumen interno del silo está compuesto del volumen del cilindro interno y el volumen del cono interno del silo

$$V = V1' + V2' = 65.49m^3 + 11.87m^3 = 77.36m^3$$

Por lo tanto la masa de la resina es:

$$m = \rho V = 77.36m^3 \cdot 500 \frac{kg}{m^3} = 38680kg = 85.95kl$$

Con los resultados de los apartados Ay B se procede a dimensionar la celda de carga.

En el caso del silo de materia prima tres sumamos el peso del silo más el peso del material contenido y se divide para 4 ya que se tiene cuatro puntos de apoyo:

$$M = mT2 + m = 27.36kl + 155.10kl = 182.46kl$$

$$D = \frac{M}{4} = \frac{182.46kl}{4} = 45.61kl$$

De la misma forma para los silos de materia prima uno y dos:

$$M = mT2 + m = 21.63kl + 85.95kl = 107.58kl$$

$$D = \frac{M}{4} = \frac{107.58kl}{4} = 26.89kl$$

2.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

2.3.1. DESCRIPCIÓN CELDAS DE CARGA GF-7

Las celdas de carga Gf-7 tipo botella de dos columnas con configuración puente de Wheatstone⁶ poseen las siguientes características:

Tabla 2.1. Especificación celdas de carga GF7

Capacidad	50 klb
Salida nominal	$3.00 \pm 0.15 \text{mv/v}$
Linealidad	$\pm 0.03\% \text{F. S,}$
Histéresis	$\pm 0.03\% \text{F. S,}$
Repetitividad	$\pm 0.02\% \text{F. S,}$
Fluencia	$\pm 0.03\% \text{F. S,}$
Resistencia de entrada	$700 \pm 5 \Omega$
Resistencia de salida	$700 \pm 3 \Omega$
resistencia de aislamiento	$\geq 5000 \text{M}$
Rango de temperatura de operación	$-20 \sim +60^\circ \text{C}$
Sobrecarga segura	$120\% \text{F. S}$
Excitación recomendada	10v DC/AC
Material	acero aleado

2.3.2. CONEXIÓN DE LAS CELDAS DE CARGA CON LA TARJETA SUMADORA

Como se muestra en la figura 2.9 la celda de carga tiene cinco conectores que corresponden a los terminales del puente de WHEATSTONE, dependiendo del voltaje de alimentación resulta una señal en mV/V ⁷.

En el presente caso el voltaje de alimentación es de 6V dando una relación de 24mV/V . Cada celda está conectada a la tarjeta sumadora JB3 marca TRANCEL.

⁶ Ver apartado 1.2 Celdas de Carga

⁷ Ver anexo glosario de términos

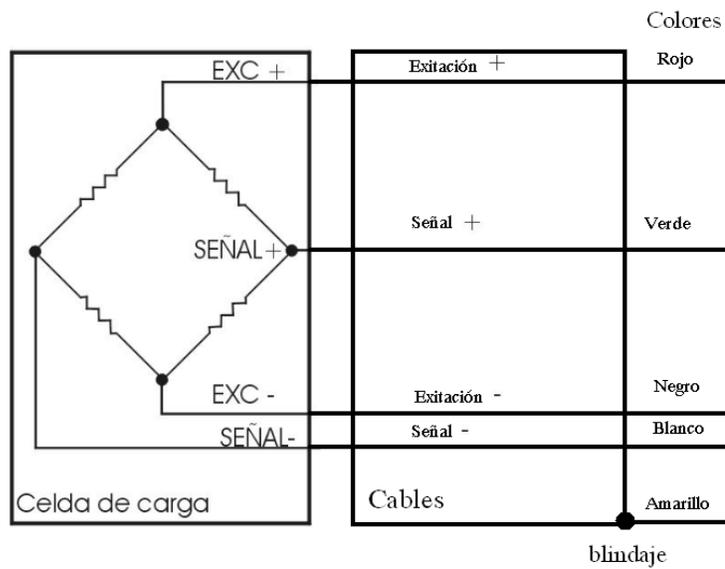


Fig. 2.9: Conectores celdas de carga gf-7

La tarjeta sumadora es un dispositivo que une las señales provenientes de cada celda de carga dando como resultado una sola señal, que se conecta al módulo de pesaje SIWAREX U. Además posee un ajuste de puesta a cero para cada celda, véase en la figura 2.10.

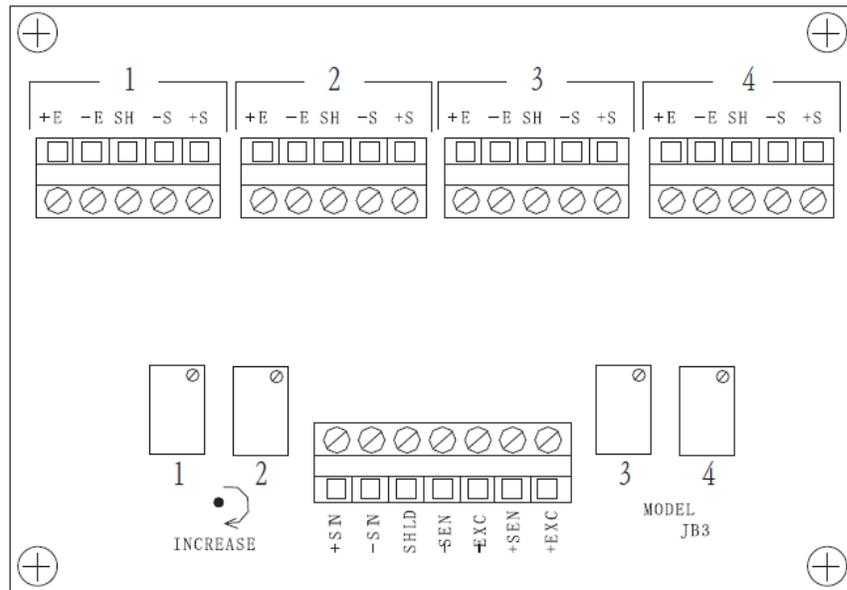


Fig. 2.10: Disposición tarjeta sumadora JB3TRANCELL

2.3.3. CONFIGURACIÓN DEL MODULO DE PESAJE SIWAREX U 7MH4950-1AA01 Y UNION CON LA TARJETA TRANCELL

a. CONEXIONES AL ENCHUFE FRONTAL

La conexión se la efectúa en el enchufe frontal de 20 polos del modulo SIWAREX U, se puede emplear conductores flexibles con un diámetro de entre 0,25 a 1,5 mm^2 .

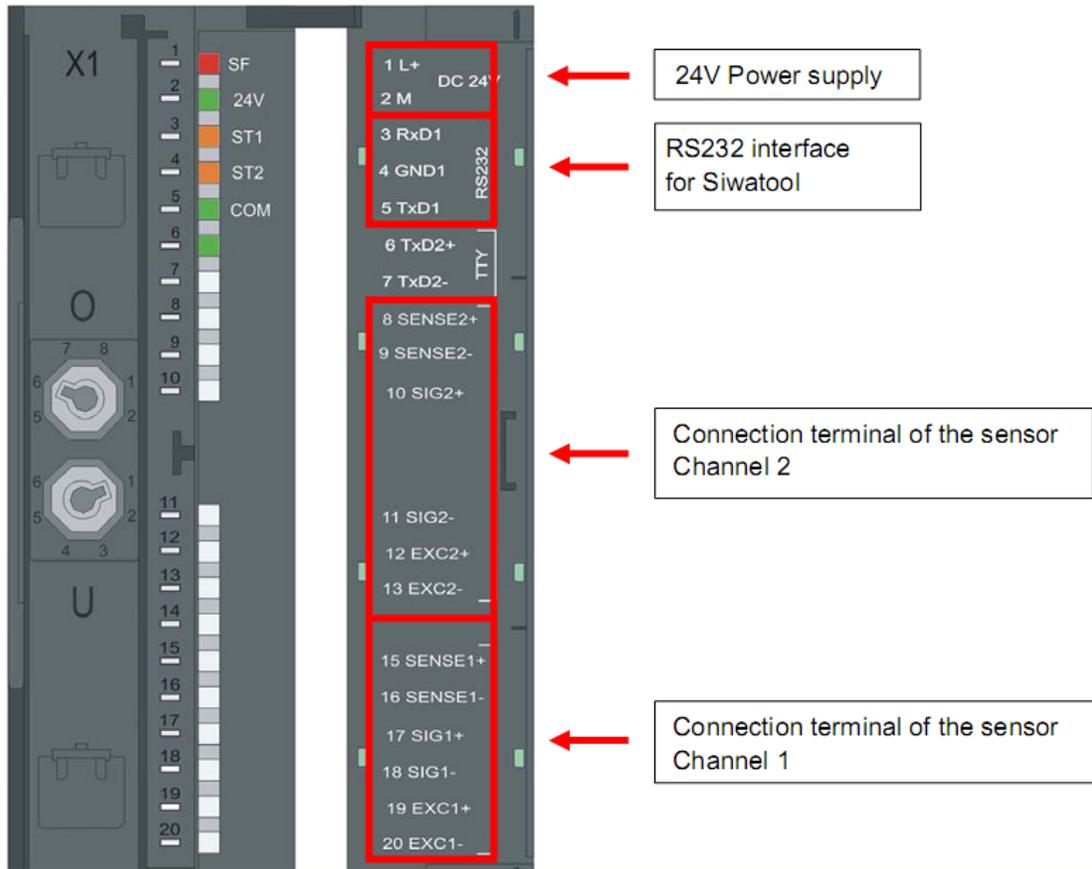


Fig. 2.11: CONECTORES SIWAREX U

b. CONEXIÓN DE LA ALIMENTACIÓN 24 V

En el sistema ET200M, el IM 153 y SIWAREX deberán estar conectados a la misma alimentación eléctrica de 24 V.

Tabla 2.2. Conexión de la alimentación SIWAREX U

Pinza de conexión	Denominación de la señal	Observación
1L+	24VCC 1L+	Alimentación Eléctrica +
2M	24VCC 1M	Alimentación Eléctrica M

c. CONEXIÓN DE LA TARJETA SUMADORA AL CANAL 1

La conexión tiene lugar en el enchufe frontal.

Tabla 2.3: Conexión canal 1 SIWAREX U

Pinza de conexión	Denominación De la señal	Observaciones
15	SENSE1+	Canal1:Cable de sensor +
16	SENSE1-	Canal1: Cable de sensor-
17	SIG1+	Canal1:Cable de medición+ (señal +)
18	SIG1-	Canal1: Cable de medición- (señal-)
19	EXC1+	Canal1:Tensión de alimentación celdas de carga+
20	EXC1-	Canal1: Tensión de alimentación celdas de carga-

d. CONEXIÓN DE LA TARJETA SUMADORA AL CANAL 2

Tabla 2.4. Conexión canal 2 SIWAREX U

Pinza de conexión	Denominación De la señal	Observaciones
8	SENSE2+	Canal2:Cable de sensor +
9	SENSE2-	Canal2: Cable de sensor-
10	SIG2+	Canal2:Cable de medición+ (señal+)
11	SIG2-	Canal2: Cable de medición- (señal-)
12	EXC2+	Canal2:Tensión de alimentación celdas de carga+
13	EXC2-	Canal2: Tensión de alimentación celdas de carga-

e. CONEXIÓN DE LAS CELDAS DE CARGA CON LA TARJETA SUMADORA Y EL MÓDULO SIWAREX U

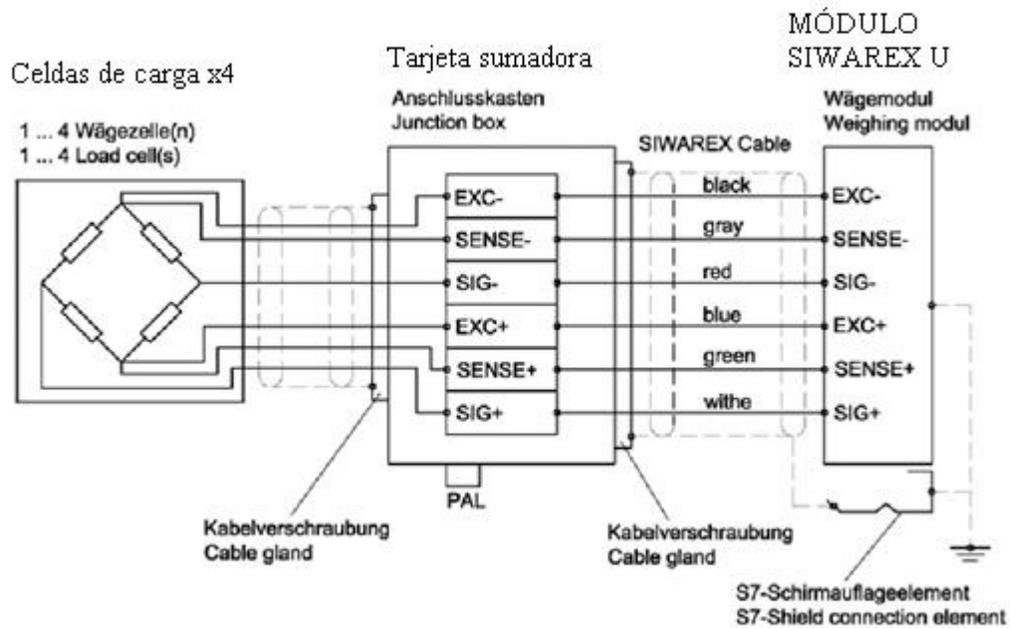


Fig. 2.12: Conexión SIWAREX U

f. CONFIGURACIÓN RS232

Tabla 2.5. Configuración RS232

Conexión en el bloque de terminales	Denominación de las señales	Observaciones
3	RXD1	PIN 3 Trasmited data RS232 cable conversor
4	GND1	PIN 5 SIGNAL GROUND RS232 cable conversor
5	TXD1	PIN 2 Recived data RS232 cable conversor

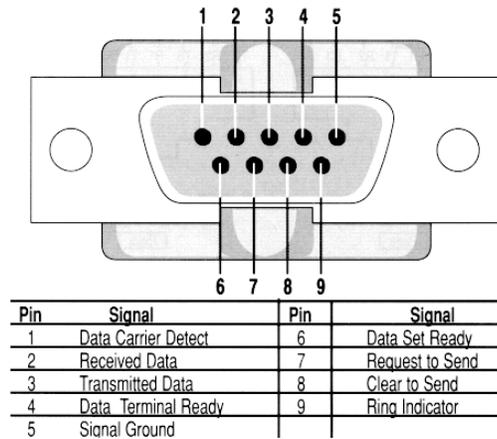


Fig. 2.13: Pines Conector RS232

g. PARÁMETROS DE AJUSTE PARA LA CALIBRACIÓN

Los parámetros de ajuste para el canal 1 están en el registro DS3, y para el canal 2 en el DS4.

Mediante los parámetros de ajuste y la ejecución del mismo se ejecuta la definición de la báscula.

Para calibrar la báscula se debe:

- Comprobar todos los parámetros
- Enviar el DS3 (DS4) a la báscula
- Llevar a cabo el ajuste de la báscula
- Obtener el DS3 (DS4) de la báscula

En primer lugar se presentan los parámetros de los registros en una tabla. A continuación, se incluye la descripción de los parámetros de dichos registros.

Tabla 2.6. Asignación de DS3 para canal 1 o de DS4 para canal 2

Nombre	Tipo	Longitud	Estándar	Margen de valores/significado
Valor de puesta a cero	WORD	2	0	Valor de puesta a cero (valor de dígitos) [0 hasta: $2^{16} - 1$]
Valor característico /filtros/otros	WORD	2	41	Margen de valores característicos para células de carga ajuste de

				filtros/datos de ajuste
Digito de ajuste 0	WORD	2	5461	Peso de ajuste cero de la bascula (JD0) [0 a: 2^{16}]
Digito de ajuste 1	WORD	2	60074	Dígitos de ajuste para el peso patrón uno (JD1)[0 a: 2^{16}]
Peso patrón	INT	2	10000	Peso patrón 1(JG1)

g.1. VALOR DE PUESTA A CERO

Tras el ajuste, el valor de puesta a cero corresponde al valor para los dígitos de ajuste 0. Si tras el ajuste la báscula se restableciera a cero para fines de corrección, los dígitos de puesta a cero se volverían a calcular, con lo que la característica de la báscula no se modifica, sino que sólo se desplaza.

Margen de valores característicos de la celda de carga, filtro de paso bajo, filtro de valor medio, datos de ajuste:

Dependiendo del valor característico de las celdas de carga conectadas, será preciso seleccionar el valor 1 mV/V, 2mV/V o 4 mV/V. Debido a que el SIWAREX U alimenta las celdas de carga con aprox. 6 V, la entrada de medición es transformada dependiendo de la tensión de medición esperada (máx. 6 mV, máx. 12 mV o máx. 24 mV). Si el valor característico de las celdas de carga conectadas se sitúa, por ejemplo, en 2,85 mV/V entonces será preciso configurar normalmente el valor característico inmediatamente superior, es decir, 4 mV/V.

Para la supresión de las perturbaciones está previsto un filtro de paso bajo con activación crítica. La figura 2.14 muestra la respuesta de salto del filtro ($f_g = 2$ Hz).

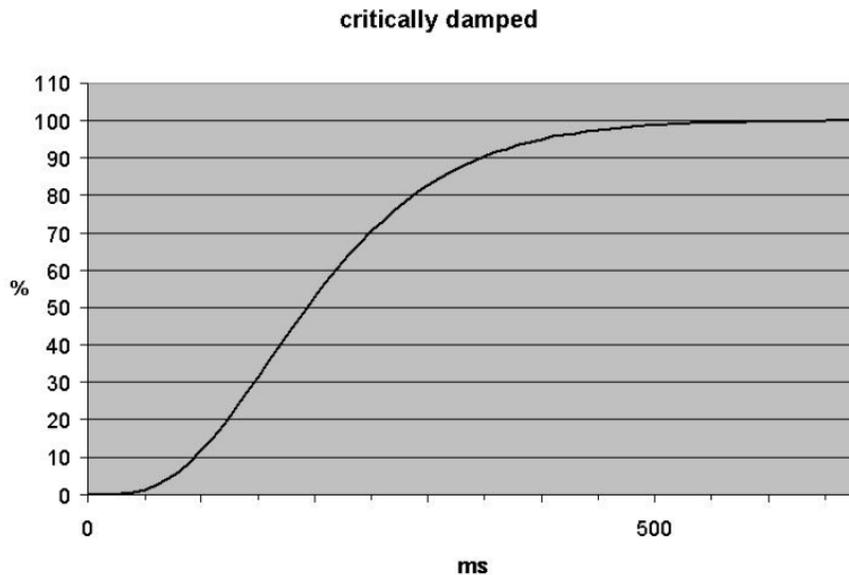


Fig. 2.14: Respuesta de salto del filtro de paso bajo digital con $f_c = 2$ Hz

El establecimiento de la frecuencia límite tiene importancia para la supresión de las anomalías. Con la determinación de la frecuencia límite se establece la “rapidez” de reacción de la báscula ante la modificación del valor de medición.

Un valor de, p. ej., 5 Hz lleva a una reacción relativamente rápida de la báscula ante una modificación del peso; un valor de, por ejemplo, 0,5 Hz hace que la báscula se comporte de forma no regular.

El filtro de valor medio es empleado para calmar el valor de peso frente a perturbaciones aleatorias. El valor de peso se crea cada 20 ms de nuevo a partir de los últimos 30 valores de peso.

g.2. DÍGITOS DE AJUSTE Y PESO PATRÓN

La señal analógica procedente de las celdas de carga se transforma en un valor digital en un convertidor analógico-digital. Luego, se calcula un valor de peso a partir de dicho valor digital. Todas las funciones del SIWAREX U emplean entonces ese valor de peso para la determinación del estado y los mensajes.

Para poder calcular el valor de peso a partir del valor digital es preciso determinar la línea característica del sistema de medición. La curva característica se establece a través de los puntos de trabajo 0 y 1. El primer punto de trabajo (punto 0) es determinado siempre por la báscula sin carga (vacía) sólo con su peso propio de construcción. Con el peso de la propia construcción de la báscula, las celdas de carga

suministran una tensión de medición en SIWAREX U. Tras la conversión analógica-digital de la tensión de medición se asigna el peso de ajuste 0 con el comando “Peso de ajuste 0 válido (1)” al valor digital (dígitos de ajuste para el peso de ajuste 0).

En el caso de que la báscula esté cargada con un peso de contraste conocido (por ejemplo con el 100% del margen de medición), podrá ser determinado el segundo punto de trabajo. Ahora se asignará el peso de contraste al nuevo valor digital procedente del convertidor analógico-digital.

Será preciso tener en cuenta que la diferencia entre dos pesos patrón sea de al menos el 5 % del margen de medición.

Las figuras 2.15, 2.16, 2.17 muestran la relación entre los dígitos de ajuste y el peso patrón para los silos de materia prima 1, materia prima 2, materia prima 3 respectivamente.

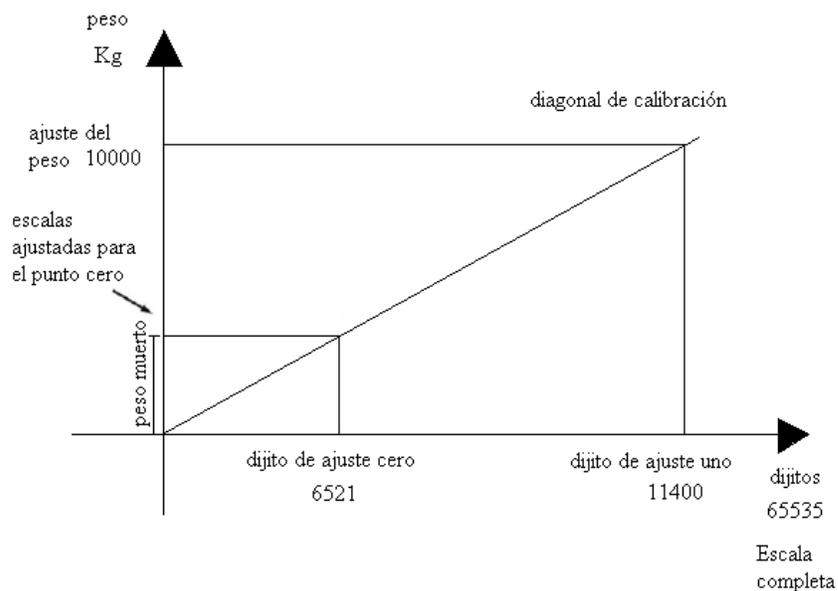


Fig. 2.15: Valores característicos silo materia prima 1

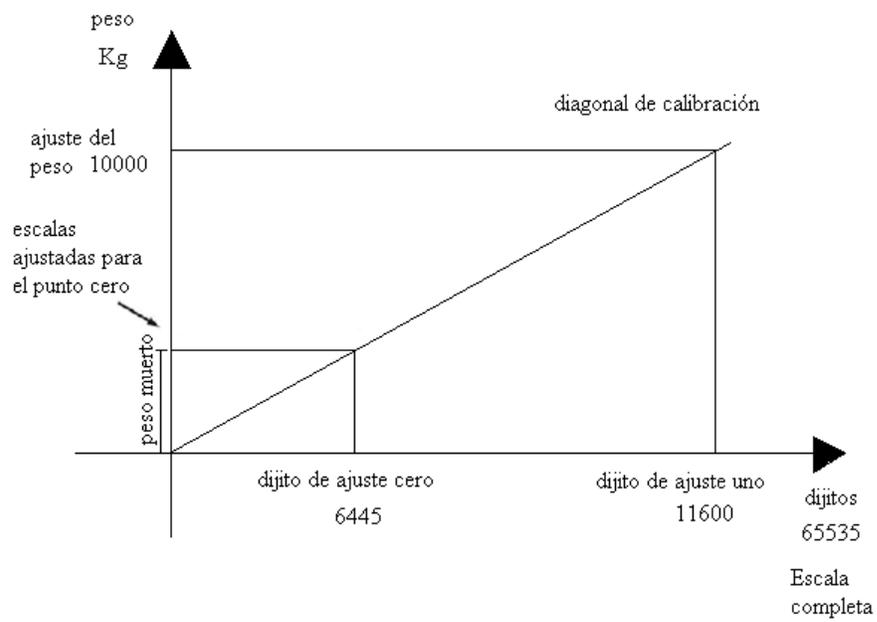


Fig. 2.16: Valores característicos silo materia prima 2

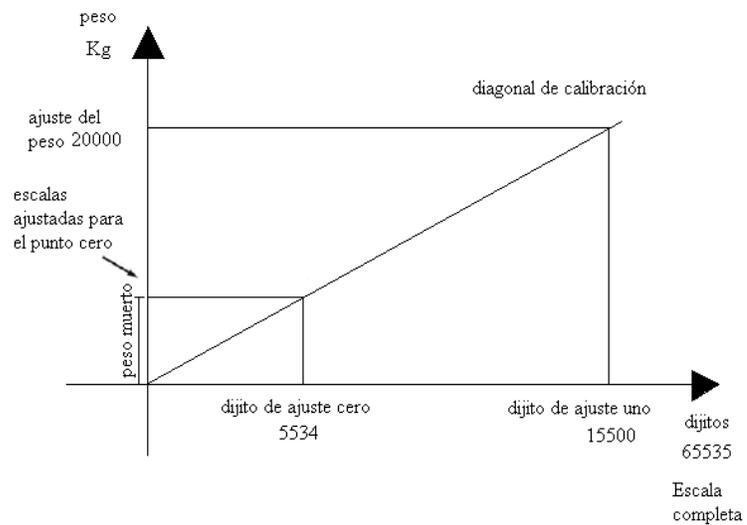


Fig. 2.17: Valores característicos silo materia prima 3

g.3. PROCEDIMIENTO PARA CALIBRAR LAS CELDAS DE CARGA MEDIANTE EL SOFTWARE SIWATOOL U

- Tener disponible entre 10000 a 20000 Kg para realizar la calibración.
- Asegurarse de que los silos se encuentren totalmente vacios y todas las conexiones, como mangueras, acoples, etc. Estén instaladas correctamente.
- Conectar la PC con el modulo de pesaje SIWAREX U correspondiente por medio del Cable conversor USB-SERIAL (RS 232)

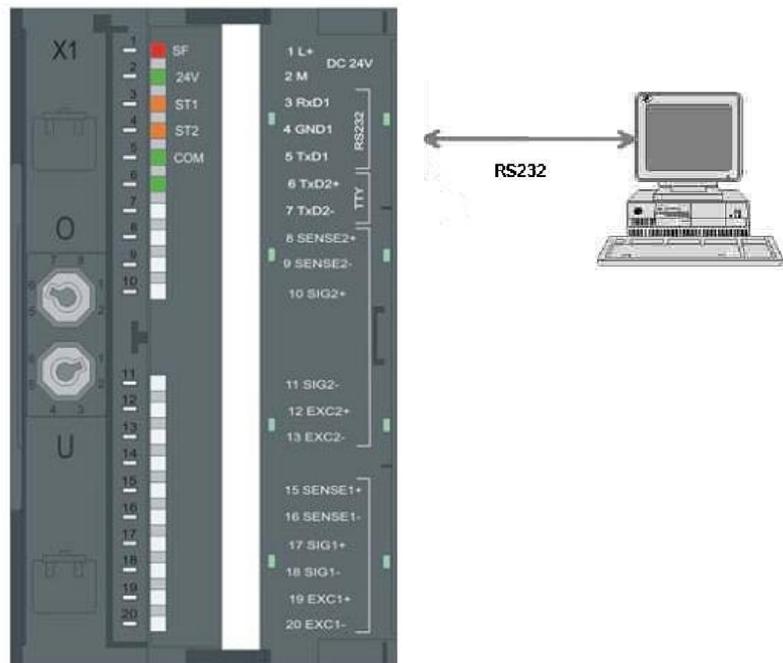


Fig. 2.18: Conexión RS232

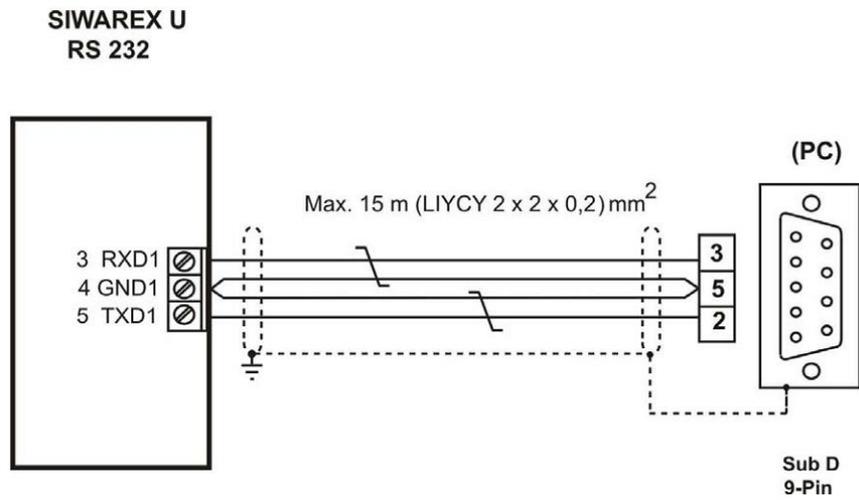


Fig. 2.19 Conexión PC- SIWAREX U

Por medio del software SIWATOOL 2U V 2.3.5 se debe configurar los parámetros de los módulos de pesaje.

Se debe seleccionar el parámetro en línea para poder procesar, modificar y almacenar los parámetros de la báscula pertenecientes al modulo correspondiente.

Calibración del canal 1:

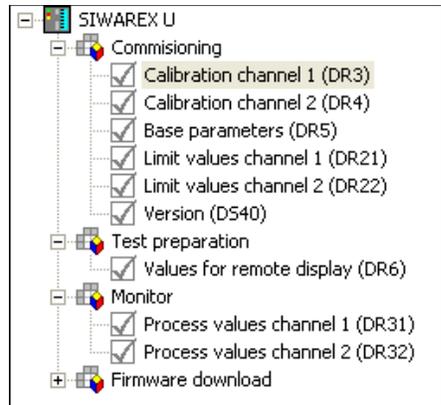


Fig. 2.20: Catalogo SIWATOOL U

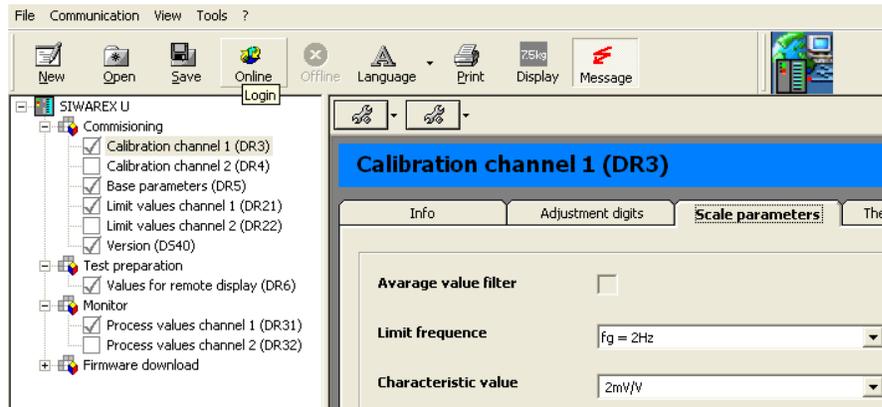


Fig. 2.21: SIWATool U, VENTANA Calibración del canal 1

Parámetros de escala:

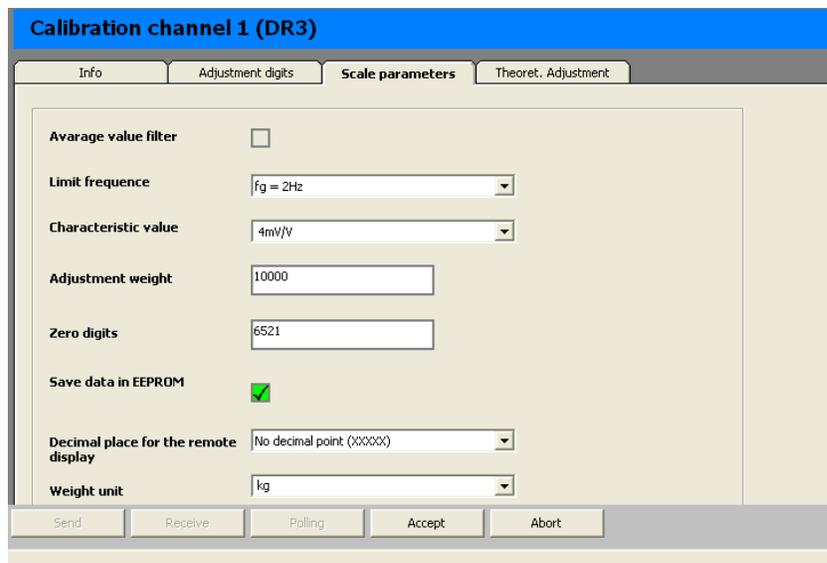


Fig. 2.22: SIWATool U, VENTANA Parámetros de escala

- Filtro de valor medio (muestra 2 valores y saca el promedio-Estabiliza el valor de medición ante perturbaciones)
- Filtro de paso bajo
- Margen de valores característicos de la celda de carga
- Ajuste del peso(Con cuanto peso se va a calibrar el silo)
- Escalas ajustadas punto cero (zero digits)-(Valor ADC sin carga o sin materia prima)

- Guardar los datos en la memoria EEPROM
- Decimales para la visualización remota (con cuantos decimales aparece el valor de medición)

Calibración canal 1:

Con los silos vacíos y cargados recibir el valor ADC y cargar:

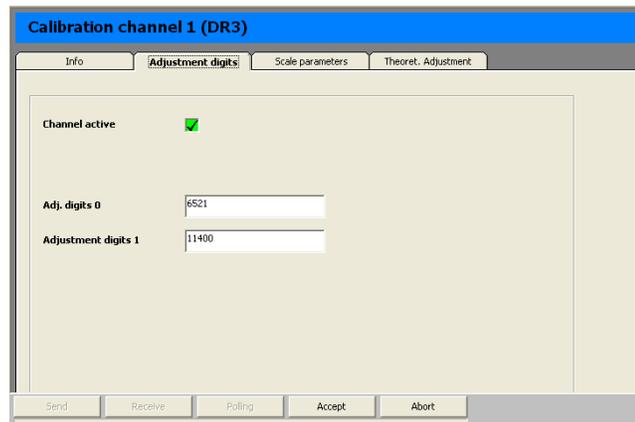


Fig. 2.23: SIWATOOL U, VENTANA Dígitos de ajuste

- Dígito de ajuste 0
- Dígito de ajuste 1

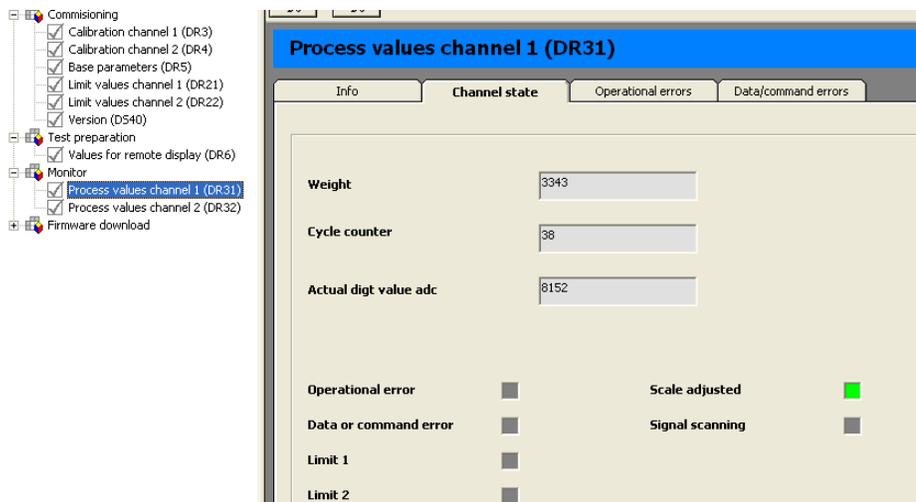


Fig. 2.24: SIWATOOL U, VENTANA Estado del canal

- Peso
- Contador de ciclos (numero de muestras tomadas)
- Valor actual ADC

g.4. DS 5 PARÁMETROS GENERALES

En DS5 se especifican aquellos parámetros que tienen relación con el módulo como unidad, es decir, que no se refieren a un canal de medición.

g.5. NÚMERO DE MÓDULO

A cada módulo se le puede asignar un número de módulo.

g.6. PARÁMETROS DE INTERFAZ

Este ajuste es válido para la interfaz RS-232. La velocidad de transferencia fija es 9600 Bit/s.

g.7. ASIGNACIÓN LED1, LED 2

Se puede asignar un significado a los dos LED de estado de la parte frontal del módulo SIWAREX ST1 y ST2.

Los significados posibles son los siguientes:

Tabla 2.7. Significado para leds de estado

Código	Información de estado	Nº Canal
100	Error de canal	Canal 1
101	Valor límite 1	Canal 1
102	Valor límite 2	Canal 1
103	Báscula ajustada	Canal 1
200	Error de canal	Canal 2
201	Valor límite 1	Canal 2
202	Valor límite 2	Canal 2
203	Báscula ajustada	Canal 2
100	Error de canal	Canal 1

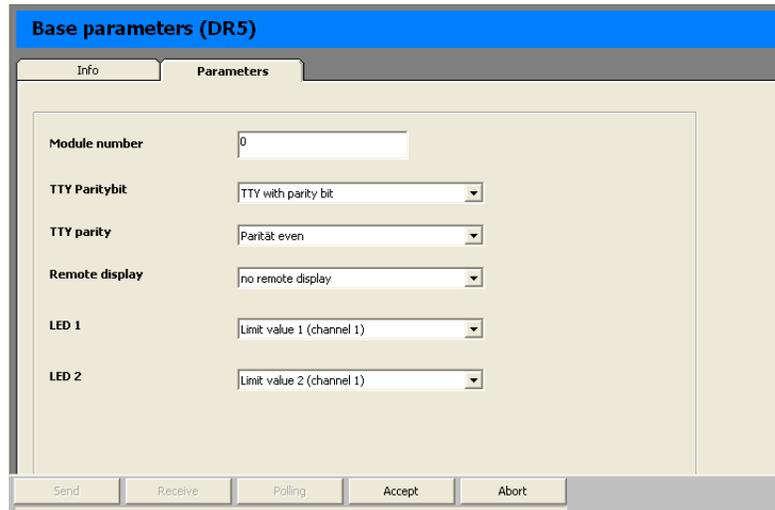


Fig. 2.25: SIWATOOL U, VENTANA Parámetros base

2.3.4. INTEGRACIÓN DE LOS MÓDULOS DE PESAJE SIWAREX U EN UNA RED PROFIBUS DP

PROCEDIMIENTO:

En el programa ADMINISTRADOR SIMATIC STEP 7 se debe seleccionar el parámetro HARDWARE

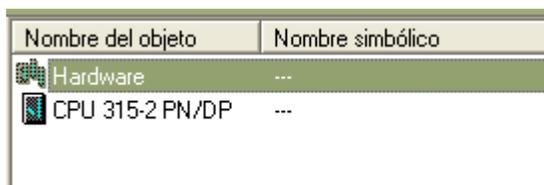


Fig. 2.26: SIMATIC STEP 7, VENTANA Configuración del proyecto

Se debe identificar el modulo IM 153-1 en donde se integraran los módulos de pesaje SIWAREX U.

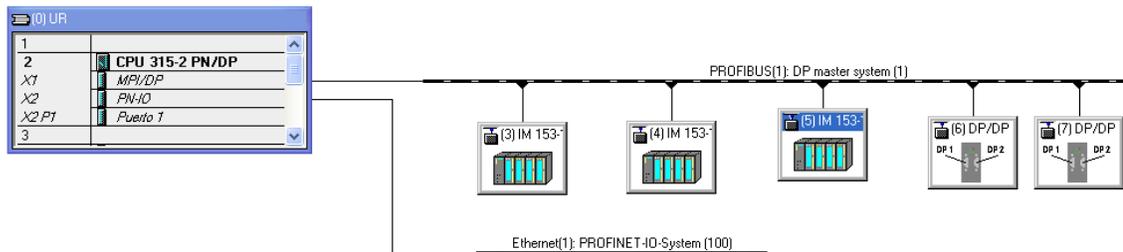


Fig. 2.27: SIMATIC STEP 7, VENTANA Configuración de hardware

The screenshot shows the 'SLOT' configuration window for module (5) IM 153-1. The table below details the slot assignments:

Slot	Módulo	Referencia	Dirección E	Dirección S	Comentario
1					
2	IM 153-1	6ES7 153-1AA03-0XB0	2038"		
3					
4	A08x12Bit	6ES7 332-5HF00-0AB0		336...351	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Fig. 2.28: SIMATIC STEP 7 VENTANA SLOT

Se deben asignar los esclavos DP al modulo ET 200M 153-1 (153-1AA03-0XB0) Para insertar los módulos SIWAREX U a la red, se los debe seleccionar del catalogo.

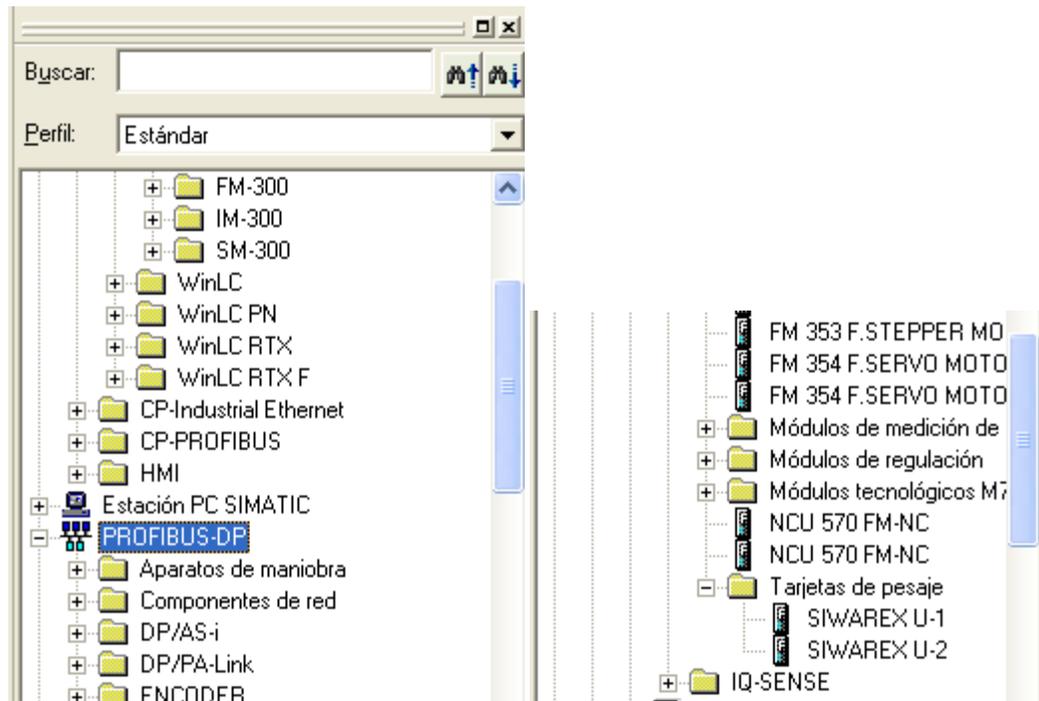


Fig. 2.29: SIMATIC STEP 7 VENTANA CATALOGO

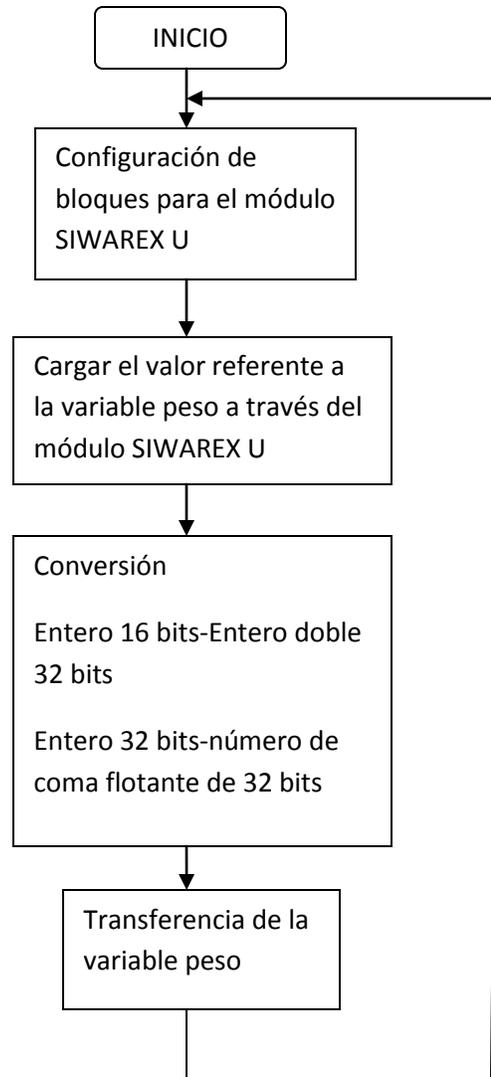
Seleccionar SIWAREX U-2 y hacer doble clic sobre el o arrastrarlo

Slot	Módulo	...	Referencia	Dirección E	Dirección S	Comentario
1						
2	IM 153-1		6ES7 153-1AA03-0XB0	2038*		
3						
4	AO8x12Bit		6ES7 332-5HF00-0AB0		508...523	
5	SIWAREX U-2		7MH4950-2AA01	384...399	384...399	
6	SIWAREX U-2		7MH4950-2AA01	400...415	400...415	
7						

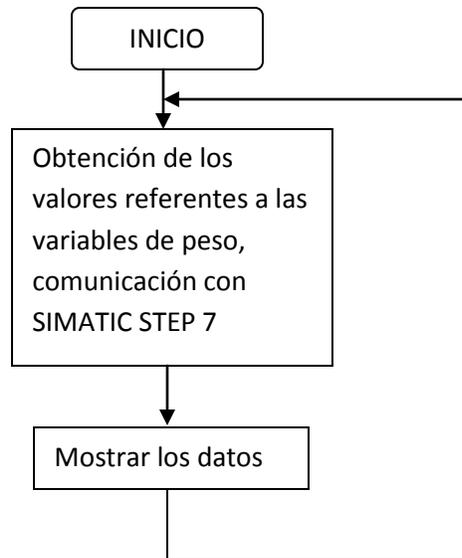
Guardar compilar y cargar.

2.3.5. PROGRAMACIÓN

a. DIAGRAMA DE FLUJO PLC S7300



b. DIAGRAMA DE FLUJO HMI



2.3.6. PANEL DE OPERADOR SIMATIC HMI TP177A

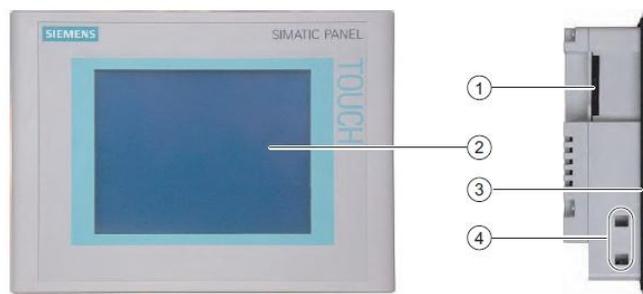


Fig. 2.30: Vista frontal y lateral panel TP177A

1.- Esta abertura responde a necesidades constructivas; no es una ranura para una tarjeta de memoria.

2.- Display/Pantalla táctil

3.- Junta de montaje

4.- Escotadura para mordazas de fijación

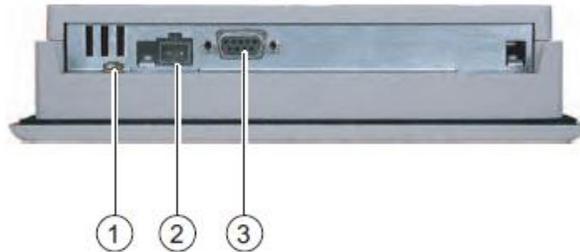


Fig. 2.31: Vista inferior panel TP 177A

1.- Conexión a masa para equipotencialidad

2.- Conexión para la fuente de alimentación

3.- Interfaz RS-422/485

a. SISTEMA OPERATIVO DEL TP 177 A

La figura siguiente muestra el Loader. Éste se visualiza brevemente durante la fase de arranque del panel de operador.

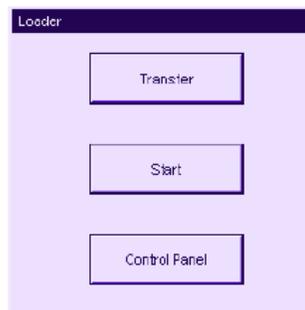


Fig. 2.32: Loader TP 177A

Los botones del loader tienen la siguiente función:

- Con el botón "Transfer" se conmuta el panel de operador al modo "Transfer".
- Con el botón "Start" se inicia el proyecto existente en el panel de operador.
- Con el botón "Control Panel" se inicia el Control Panel del panel de operador.

En el control panel se configuran diversos ajustes, por ejemplo las opciones de transferencia.

El loader aparece también al salir del proyecto.

a.1. CONTROL PANEL

El control panel se abre en el loader del panel de operador.

Para abrir el loader existen las siguientes posibilidades:

- El loader se visualiza brevemente durante el arranque del panel de operador
- Durante el servicio:
Si se ha configurado, toque el objeto de control para finalizar el proyecto, aparece el loader.

En el loader, abra el Control Panel del panel de operador con el botón "Control Panel".



Fig. 2.33: Control Panel TP177A

a.2. PROPERTIES

Modifica la configuración de la pantalla, visualiza informaciones sobre el panel de operador, calibrar la pantalla táctil.

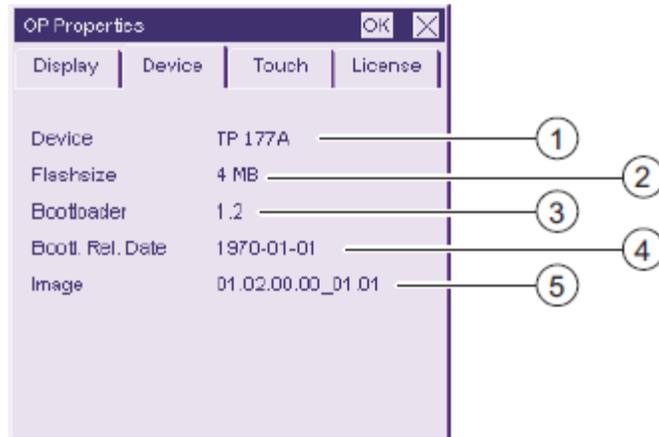


Fig. 2.34: PROPERTIES (Control Panel TP177A)

- 1.- Denominación del panel de operador
- 2.- Tamaño de la memoria flash interna para almacenar la imagen del panel de operador y el proyecto.
- 3.- Versión del boot loader
- 4.- Fecha de autorización del boot loader
- 5.- Versión de la imagen del panel de operador

La ficha "Device" permite visualizar los datos específicos del panel de operador y no permite realizar ninguna entrada.

**b. ENLACE PANEL OPERADOR TP 177A-CPU 315-2 PN/DP
(INTEGRACIÓN EN UNA RED PROFIBUS DP)**

b.1. CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN

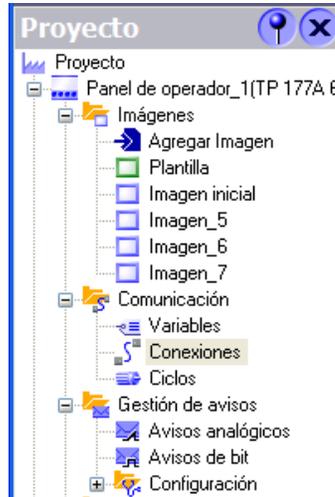


Fig. 2.35: WINCC FLEXIBLE Catalogo

Nombre	Driver de comunicación	Online	Comentario
Conexión_1	SIMATIC S7 300/400	Activado	

Fig. 2.36: WINCC FLEXIBLE PROFIBUS DP Configuración de la conexión

PESTAÑA PANEL DE OPERADOR



Panel de operador

Tipo

TTY

RS232

RS422

RS485

Simatic

Velocidad transf.

1500000

Dirección

11

Único maestro del bus

Fig. 2.37: Pestaña Panel De Operador

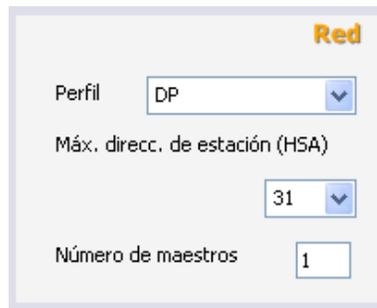
Velocidad de transferencia:

Velocidad de la red (1.5 Mbps)

Pestaña dirección:

Dirección de la pantalla en la red (11-equipos esclavo)

PESTAÑA RED



Red

Perfil

DP

Máx. direcc. de estación (HSA)

31

Número de maestros

1

Fig. 2.38: Pestaña Red

Perfil:

DP (Periferia descentralizada)

Máx.direcc.de estación (HSA):

Si se acopla un TP 177A a un automático SIMATIC S7 vía PROFIBUS DP con una velocidad de transferencia de 1,5 Mbps, la dirección máxima de estación (HSA) deberá ser menor o igual a 63.

PESTAÑA AUTÓMATA



Fig. 2.39: Pestaña Automata

Dirección:

2 equipo Maestro

b.2. CONFIGURACIÓN DE LAS VARIABLES

Nombre	Conexión	Tipo de datos	Dirección	Elementos de matriz	Ciclo de adquisición
Alto_nivel_flex	Conexión_1	Bool	DB 103 DBX 2.4	1	1 s
Alto_nivel_flex_0	Conexión_1	Bool	DB 103 DBX 2.5	1	1 s
Alto_nivel_Rig	Conexión_1	Bool	DB 103 DBX 2.5	1	1 s
Arranque_soplador_flex	Conexión_1	Bool	DB 104 DBX 4.5	1	1 s
Arranque_soplador_rig	Conexión_1	Bool	DB 104 DBX 4.7	1	1 s
Bajo_nivel_CaCO3_1	Conexión_1	Bool	DB 103 DBX 7.2	1	1 s
Bajo_nivel_CaCO3_2	Conexión_1	Bool	DB 103 DBX 7.3	1	1 s
Pres_Blower_Flex	Conexión_1	Real	DB 105 DBD 60	1	1 s
Pres_Blower_Rig	Conexión_1	Real	DB 105 DBD 64	1	1 s
Rotativa_Flex	Conexión_1	Bool	DB 104 DBX 4.5	1	1 s
Rotativa_Rig	Conexión_1	Bool	DB 104 DBX 5.0	1	1 s
Signal_1	<Variable interna>	Bool	<Ninguna dirección>	1	1 s
SILO DOP	Conexión_1	Real	DB 105 DBD 28	1	1 s
SILO RESINA FLEX	Conexión_1	Real	DB 105 DBD 4	1	1 s
SILO RESINA RIG	Conexión_1	Real	DB 105 DBD 0	1	1 s

Fig. 2.40: WINCC FLEXIBLE Configuración de las variables

b.3. APLICACIÓN

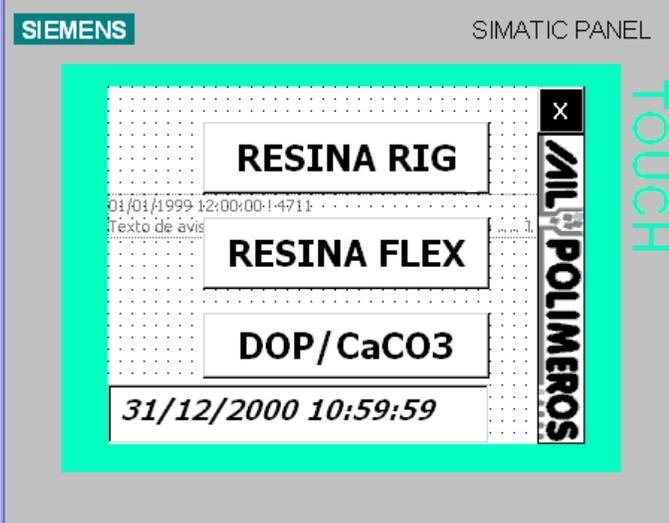


Fig. 2.41: APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE Imagen principal

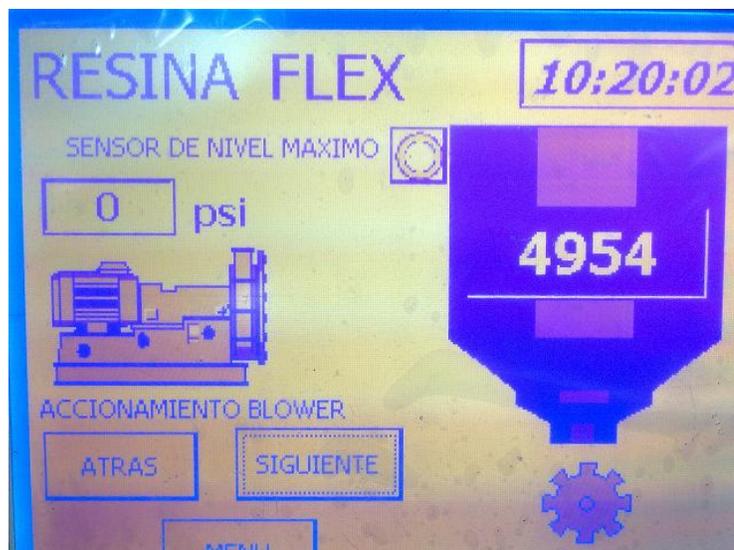
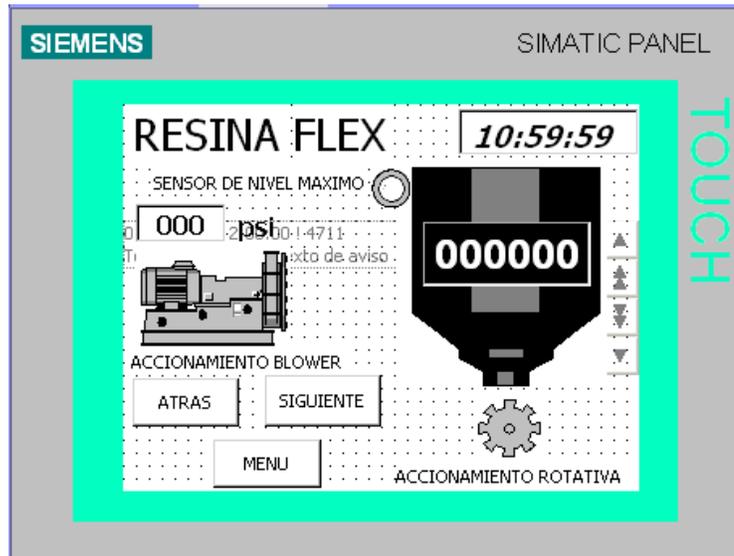


Fig. 2.42: APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE Imagen Resina Flexible

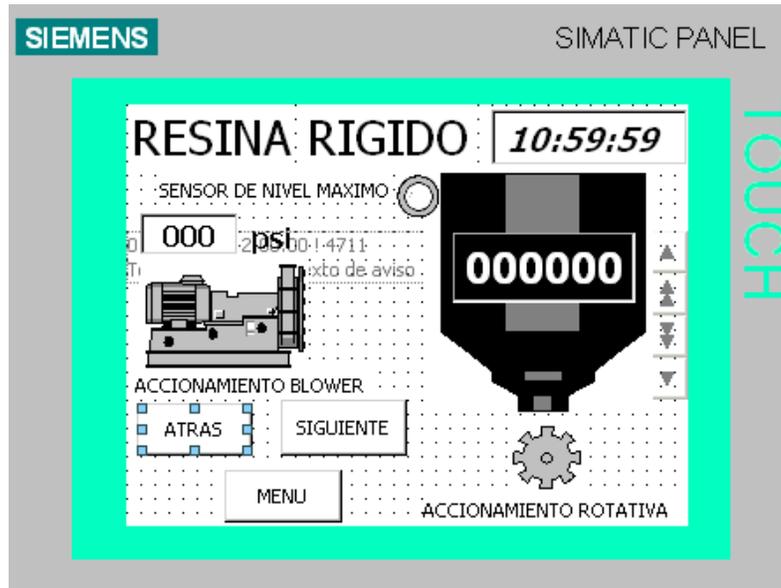


Fig. 2.43: APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE Imagen Resina Rígido

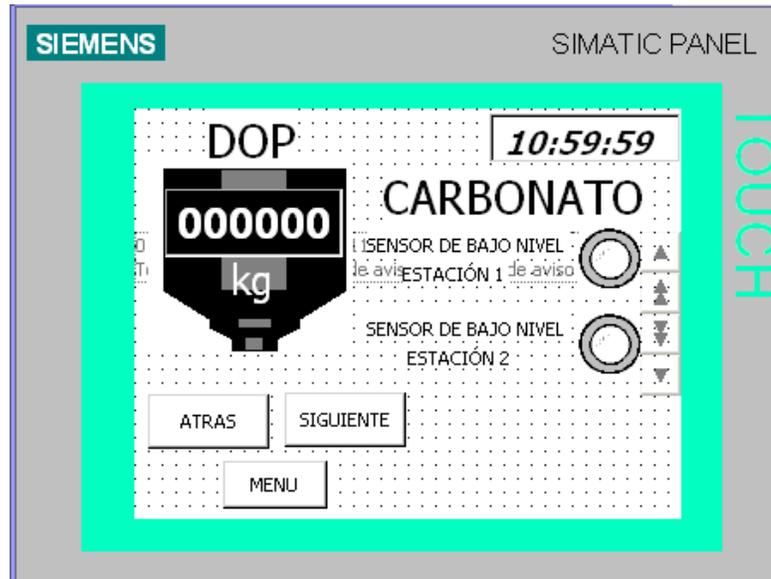
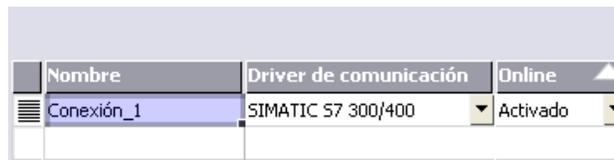


Fig. 2.44: APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE Imagen DOP/CARBONATO

c. ENLACE PC-PLC 315-2 PN/DP (INTEGRACIÓN EN UNA RED ETHERNET INDUSTRIAL)

c.1. CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN



Nombre	Driver de comunicación	Online
Conexión_1	SIMATIC 57 300/400	Activado

Fig. 2.45: WINCC FLEXIBLE ETHERNET INDUSTRIAL Configuración de la conexión

PESTAÑA PARAMETROS

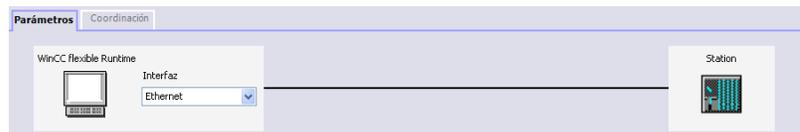


Fig. 2.46: Pestaña parámetros

Interfaz de la comunicación entre WinCC Flexible Runtime y el PLC vía Ethernet industrial.

PESTAÑA PANEL DE OPERADOR

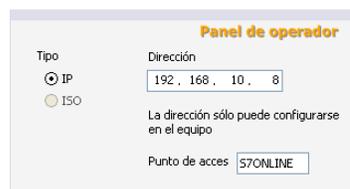


Fig. 2.47: Panel de Operador

Dirección:

Dirección del PC en la red

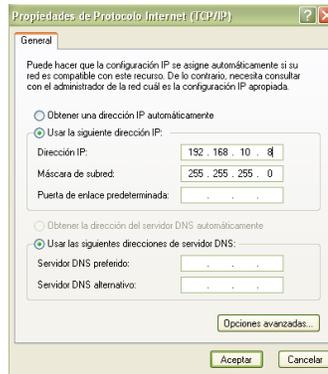


Fig. 2.48: Dirección IP para el PC

PESTAÑA AUTÓMATA



Fig. 2.49: Pestaña Automata

c.2. CONFIGURACIÓN DE LAS VARIABLES

Nombre	Conexión	Tipo de datos	Dirección
siloi_dop	Conexión_1	Real	DB 105 DBD 28
siloi_resina(Flex)	Conexión_1	Real	DB 105 DBD 0
siloi_resina(Rig)	Conexión_1	Real	DB 105 DBD 4

Fig. 2.50: WINCC FLEXIBLE Configuración de las variables

c.3. APLICACIÓN

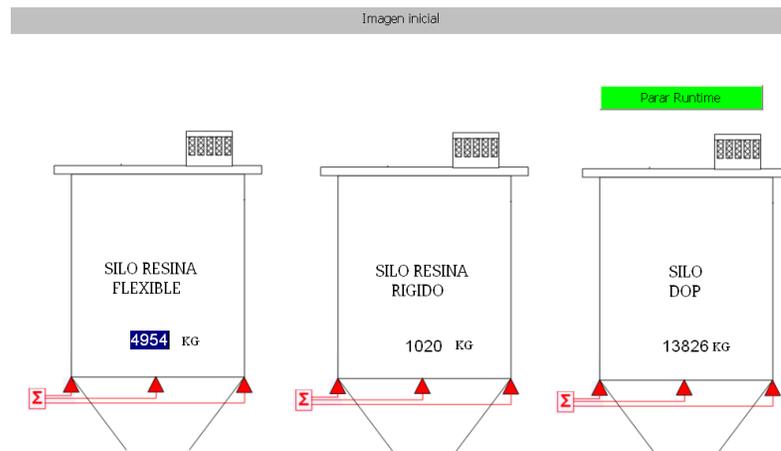


Fig. 2.51: APLICACIÓN WINCC FLEXIBLE

CAPITULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se analizan los resultados obtenidos en el sistema de pesaje.

3.1. SILO DE MATERIA PRIMA 1

La tabla 3.1 relaciona el peso esperado con el peso medido en el sistema de pesaje, indicando que existe un error promedio que se muestra en la ecuación 3.2.

$$E = \frac{p}{n} = \frac{5 + 6 + 5 + 3 + 1 + 2 + 3 + 1 + 2 + 1 + 3 + 7 + 16 \dots \dots}{16} \tag{3.1}$$

$$E = 10.5kg \tag{3.2}$$

La ecuación 3.4 muestra el porcentaje de error con respecto al peso de calibración.

$$\begin{array}{l} 10000kg \text{-----} 100\% \\ 10.5kg \text{-----} X \\ X = \frac{10.5kg \ 100\%}{10000kg} \end{array} \tag{3.3}$$

$$X = 0.1\% \tag{3.4}$$

Tabla 3.1: Datos silo de materia prima 1

numero de sacos	peso esperado (kg)	peso medido (kg)	error (kg)
25	625	630	5
50	1250	1256	6
75	1875	1880	5
100	2500	2503	3
125	3125	3126	1
150	3750	3752	2
175	4375	4374	1
200	5000	4997	3
225	5625	5618	7
250	6250	6234	16
275	6875	6860	15
300	7500	7481	19
325	8125	8107	18
350	8750	8728	22
375	9375	9355	20
400	10000	9975	25

La figura 3.1 muestra la curva que relaciona el peso esperado con el error en el sistema de pesaje referente al silo de materia prima 1 (Resina flexible)

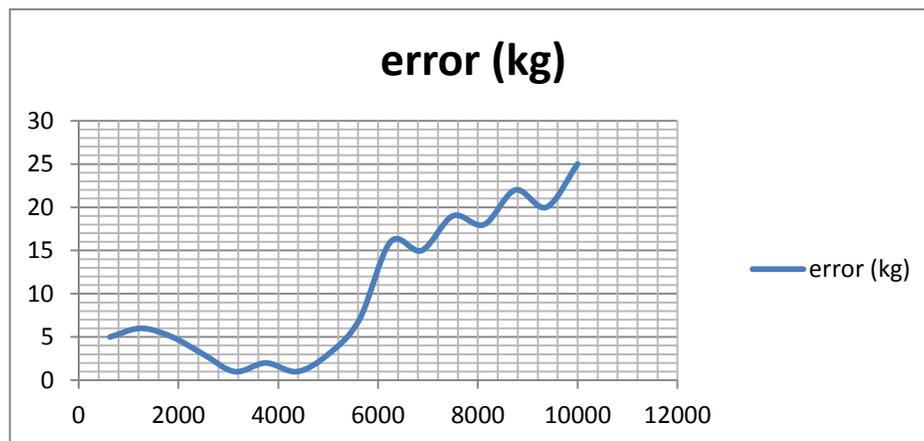


Fig. 3.1: Relación datos esperados y error silo de materia prima 1

La grafica del error se ajusta a una curva de tendencia polinómica que se muestra en la figura 3.2

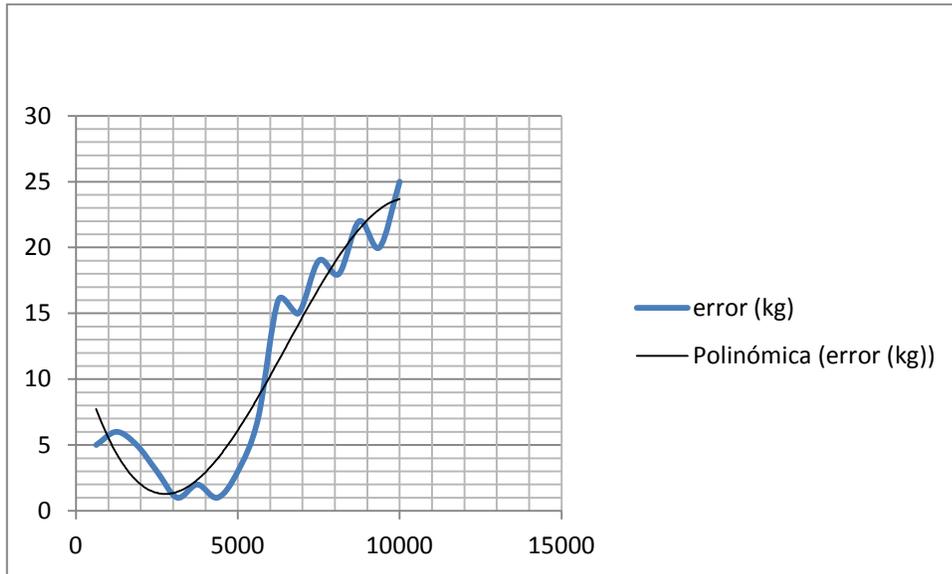


Fig. 3.2: Curva de tendencia silo de materia prima 1

Al analizar la curva de tendencia de la figura 3.2 se obtiene la ecuación polinómica (3.5), la misma que sirve para simular el error y aproximar el peso en el intervalo de calibración para el silo de materia prima 1.

$$y = -1 \times 10^{-10}x^3 + 2 \times 10^{-6}x^2 - 0.009x + 12.59$$

(3.5)

La tabla 3.2 en la columna error representa los datos de la ecuación 3.5

Tabla 3.2. Datos simulados silo materia prima 1

numero de sacos	peso esperado (kg)	peso medido (kg)	error (kg)
25	625	630	7,72183594
50	1250	1256	4,2696875
75	1875	1880	2,08707031
100	2500	2503	1,0275
125	3125	3126	0,94449219
150	3750	3752	1,6915625
175	4375	4374	3,12222656
200	5000	4997	5,09
225	5625	5618	7,44839844
250	6250	6234	10,0509375
275	6875	6860	12,7511328
300	7500	7481	15,4025
325	8125	8107	17,8585547
350	8750	8728	19,9728125
375	9375	9355	21,5987891
400	10000	9975	22,59

3.2. SILO DE MATERIA PRIMA 2

La tabla 3.3 relaciona el peso esperado con el peso medido en el sistema de pesaje, indicando que existe un error promedio que se muestra en la ecuación 3.7.

$$E = \frac{p}{n} = \frac{5 + 4 + 5 + 4 + 2 + 3 + 3 + 1 + 5 + 7 + 6 + 13 + 17 \dots \dots}{16} \tag{3.6}$$

$$E = 9.25 \tag{3.7}$$

La ecuación 3.9 muestra el porcentaje de error con respecto al peso de calibración.

$$10000kg \text{-----} 100\%$$

$$10.5kg \text{-----} X$$

$$X = \frac{9.25kg \ 100\%}{10000kg}$$

(3.8)

$$X = 0.09\%$$

(3.9)

Tabla 3.3. Datos silo de materia prima 2

numero de sacos	peso esperado (kg)	peso medido (kg)	error (kg)
5	125	130	5
44	1110	1114	4
58	1450	1445	5
110	2750	2746	4
125	3125	3127	2
150	3750	3753	3
175	4375	4372	3
200	5000	4999	1
225	5625	5620	5
250	6250	6243	7
275	6875	6869	6
300	7500	7487	13
325	8125	8108	17
350	8750	8727	23
375	9375	9353	22
400	10000	9972	28

La figura 3.3 muestra la curva que relaciona el peso esperado con el error en el sistema de pesaje referente al silo de materia prima 2 (Resina rígido).

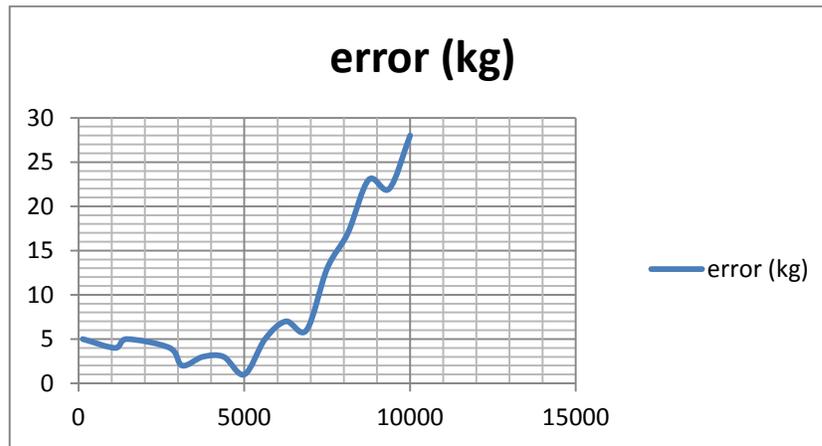


Fig. 3.3: Relación datos esperados y error silo de materia prima 2

La grafica del error se ajusta a una curva de tendencia polinómica que se muestra en la figura 3.4

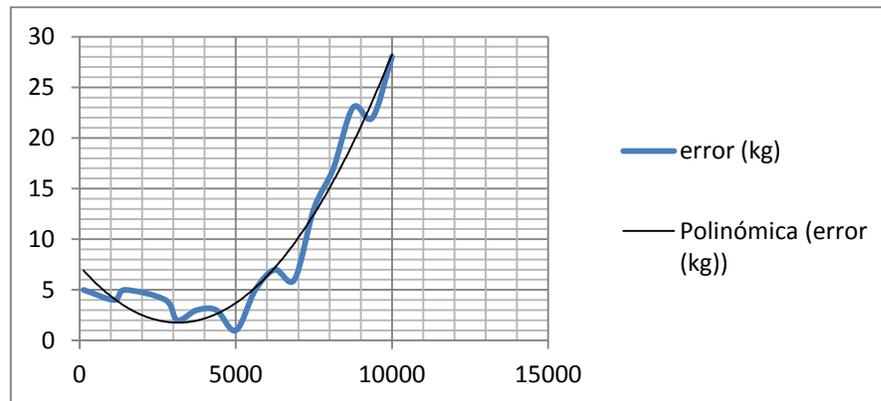


Fig. 3.4: Curva de tendencia silo de materia prima 2

Al analizar la curva de tendencia de la figura 3.4 se obtiene la ecuación polinómica (3.10), la misma que sirve para simular el error y aproximar el peso en el intervalo de calibración para el silo de materia prima 2.

$$y = 6 \times 10^{-7}x^2 - 0.003x + 7.355$$

(3.10)

La tabla 3.4 en la columna error representa los datos de la ecuación 3.10

Tabla 3.4. Datos simulados silo materia prima 2

numero de sacos	peso esperado (kg)	peso medido (kg)	error (kg)
5	125	130	
44	1110	1114	4,7575976
58	1450	1445	4,272815
110	2750	2746	3,6413096
125	3125	3127	3,8408774
150	3750	3753	4,5470054
175	4375	4372	5,7076304
200	5000	4999	7,3520006
225	5625	5620	9,44564
250	6250	6243	12,0110294
275	6875	6869	15,0578966
300	7500	7487	18,5271014
325	8125	8108	22,4747984
350	8750	8727	26,8703174
375	9375	9353	31,7831654
400	10000	9972	37,1034704

3.3. SILO DE MATERIA PRIMA 3

La tabla 3.5 relaciona el peso esperado con el peso medido en el sistema de pesaje, indicando que existe un error promedio que se muestra en la ecuación 3.12.

$$E = \frac{p}{n} = \frac{5 + 4 + 5 + 4 + 2 + 3 + 3 + 1 + 5 + 7 + 6 + 13 + 17 \dots \dots}{16}$$

(3.11)

$$E = 9.25$$

(3.12)

La ecuación 3.14 muestra el porcentaje de error con respecto al peso de calibración.

$$10000kg \text{-----} 100\%$$

$$10.5kg \text{-----} X$$

$$X = \frac{9.25kg \ 100\%}{10000kg}$$

(3.13)

$$X = 0.09\%$$

(3.14)

Tabla 3.5. Datos silo de materia prima 3

numero de barriles	peso esperado (kg)	peso medido (kg)	error (kg)
5	1000	999	1
15	3000	2998	2
40	8000	7997	3
45	9000	8997	3
50	10000	9995	5
60	12000	11980	20
70	14000	13975	25
75	15000	14973	27
100	20000	19968	32

La figura 3.5 muestra la curva que relaciona el peso esperado con el error en el sistema de pesaje referente al silo de materia prima 3 (DOP).

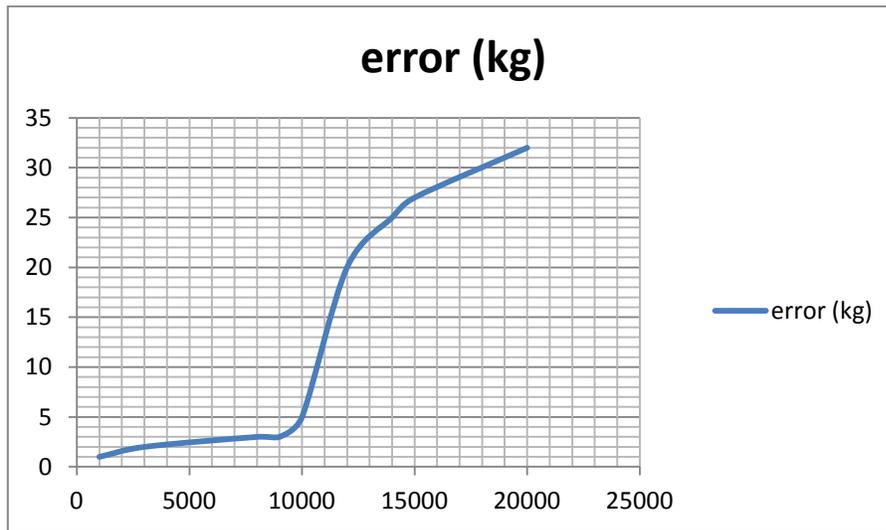


Fig. 3.5: Relación datos esperados y error silo de materia prima 3

La grafica del error se ajusta a una curva de tendencia polinómica que se muestra en la figura 3.6

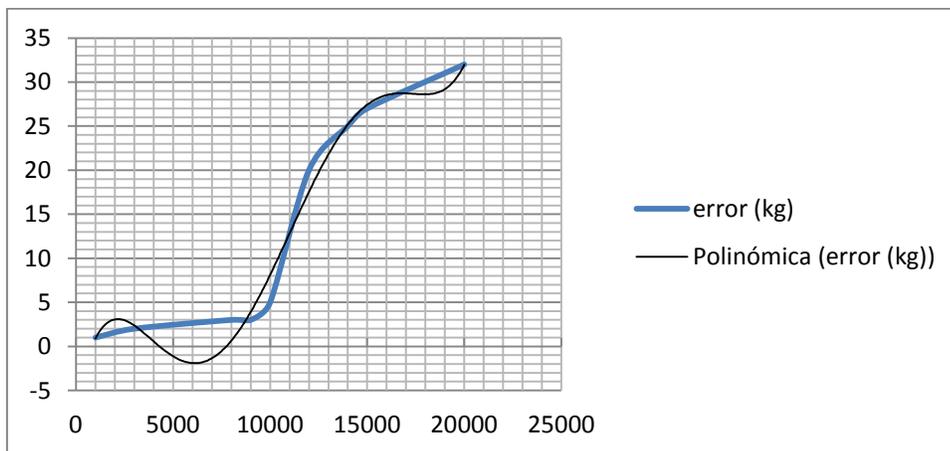


Fig. 3.6: Curva de tendencia silo de materia prima 3

Al analizar la curva de tendencia de la figura 3.6 se obtiene la ecuación polinómica (3.15), la misma que sirve para simular el error y aproximar el peso en el intervalo de calibración para el silo de materia prima 3.

$$y = -3 \times 10^{-14}x^4 + 6 \times 10^{-10}x^3 - 4 \times 10^{-6}x^2 + 0.010x - 6.553$$

(3.15)

La tabla 3.6 en la columna error representa los datos de la ecuación 3.15

Tabla 3.6: Datos simulados silo materia prima 3

numero de barriles	peso esperado (kg)	peso medido (kg)	error (kg)
5	1000	999	0,04
15	3000	2998	2,226
40	8000	7997	6,076
45	9000	8997	7,266
50	10000	9995	8,596
60	12000	11980	11,676
70	14000	13975	15,316
75	15000	14973	17,346
100	20000	19968	29,596

Del análisis de las figuras 3.1, 3.3, 3.5 se determina que cuando la cantidad de materia prima se aleja al valor de calibración el error aumenta, esto se debe a distintos factores como:

- Producto remanente
- Vibración
- Ruido

Entre otros.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍA

4.1. CONCLUSIONES

- La celda de carga está compuesta por cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone, cuando se aplica fuerza sobre la celda se produce una deformación de las galgas variando la resistencia y el voltaje de salida.
- Los valores obtenidos del sistema de pesaje dependen directamente de la calibración de las celdas con respecto a pesos patrones, la calibración se la realiza por medio del software SIWATOOL U, en el cual se discrimina el peso físico del silo trazando una curva característica que relaciona el peso de calibración con el valor analógico digital.
- Por vibración o producto remanente la calibración de peso cero se afecta, lo que conlleva a tomar un nuevo cero referencial que discrimina el peso de la estructura, dentro de la misma curva característica de la calibración.
- El módulo SIWAREX U utiliza un filtro pasa alto y un filtro de valor medio para estabilizar la señal, los cuales pueden ser seleccionados o no en el software SIWATOOL U.
- Se realizó un programa en el PLC S7-300, CPU 315-2 PN/DP que mide el peso de los silos, la codificación se la ejecuta mediante bloques de funciones en el lenguaje por lista de instrucciones utilizando el proyecto estándar Getting Started, ampliado con cargas y transferencias necesarias para la aplicación.
- Es necesario determinar una dirección IP libre en la red ETHERNET INDUSTRIAL para la integración de una nueva PC STATION (HMI del PC).
- La limitación de 125 esclavos, que tiene un maestro DP, en una red PROFIBUS DP, se la puede ampliar utilizando un GATEWAY.

- La interfaz hombre-máquina (HMI) para medir el peso del material, esta implementada en el software WinCC Flexible para reducir costos y evitar el uso de un OPC server, para la conectividad con el PLC SIMATIC S7-300.
- Una red PROFIBUS DP permite acceder a todas las variables desde cualquier punto en donde se encuentre un ESCLAVO DP O UN MAESTRO DP.
- Se diseño e implemento un sistema de pesaje mediante un PANEL SIMATIC HMI y un PLC S7-300, CPU 315-2 PN/DP para 3 silos de materia prima en la empresa “MILLPOLIMEROS” ubicada en el sector Samanga.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda calibrar en forma periódica el sistema de pesaje ya que la constitución mecánica misma de las celdas de carga se va deteriorando.
- Se recomienda revisar continuamente el valor ADC cuando los silos estén vacíos, ya que si éste se desplaza ascendentemente nuestro cero estimado va a tener un valor de peso en material y si cargamos el silo éste se llenará hasta alcanzar el dígito de ajuste 1 ocasionando una sobrecarga del silo
- Se recomienda aislar el tablero de control de vibraciones tanto como para alargar la vida útil del equipo como para evitar lecturas con error.

4.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manual, SIWAREX U, MÓDULOS 7MH4950-1AA01 y 7MH4950-2AA01
- Manual, Sistema de periferia descentralizada ET 200M
- Manual, Panel de operador TP177A
- Manual, SIWAREX U Weighing Module for Level Measurement Calibrating SIWAREX U with SIWATOOL U
- Manual, WinCC flexible SIMATIC HMI Basic Panels
- Manual, PROFINET CPU 315-2 PN/DP Configuring the PROFINET interface
- Manual, SIWAREX U Getting started
- Manual GF7 BRIDGE LOAD CELL
- Manual Comunicación digital por bus de campo PROFIBUS

- <http://support.automation.siemens.com>
- <http://www.ipac-acero.com/>

ANEXOS

A. GLOSARIO DE TÉRMINOS

BUS DE CAMPO

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

COMUNICACIÓN DETERMINISTA

Una característica esencial de PROFIBUS es la comunicación determinista conforme al principio maestro esclavo que garantiza el comportamiento temporal configurado del bus así como los tiempos de reacción definidos en las estaciones o nodos del mismo. Se caracteriza por la transferencia cíclica de los datos de proceso y transferencia a cíclica de datos de configuración, alarma y diagnóstico.

SALIDA mV/V

El término mV/V o mili-voltios por voltio, representa la salida de los medidores de tensión para una excitación fija sobre el rango de trabajo de la celda de carga. Ejemplo:

Capacidad de la celda de carga = 100 toneladas

Voltaje de excitación = 10 voltios de corriente continua

Salida de la celda de carga = 2 mV/v

Cuando una fuerza o carga de 100 toneladas es aplicadas a la celda de carga, la salida de los medidores de tensión será de 20 mV y en 50 toneladas la salida será de 10 mV.

MEDIDOR DE TENSIÓN

Un medidor de tensión es un dispositivo de red resistivo que es impulsado por un voltaje de corriente continua, generalmente llamado "Voltaje de Excitación", donde la resistencia cambia si sus dimensiones son cambiadas por el material al que está unido.

TRANSDUCTOR

Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra diferente a la salida.

El nombre del transductor ya nos indica cual es la transformación que realiza (por ejemplo electromecánica, transforma una señal eléctrica en mecánica o viceversa).

FS (Factor de seguridad)

Sobrecarga segura de la capacidad máxima.

HISTÉRESIS

Diferencia entre valores de salida correspondientes a la misma entrada, según la trayectoria seguida por el sensor.

LINEALIDAD

Cercanía de la curva característica a una recta especificada. Linealidad equivale a sensibilidad constante.

REPETIBILIDAD

Desviación máxima entre las indicaciones de la señal de salida (S) de la celda de carga obtenida por aplicaciones sucesivas de la misma carga en idénticas condiciones de carga y ambientales.

FLUENCIA

El efecto "creep" o fluencia se define como 'la deformación lenta de un material, normalmente medido bajo una tensión constante, la fluencia es un proceso que ocurre bajo una carga sostenida y presenta aumentos de deformaciones elásticas con el tiempo prolongado

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Resistencia eléctrica entre el circuito interno y un punto de masa de la celda de carga.

B. PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-300, CPU 315-2 PN/DP

B.1. SIWAREX U EN STEP 7

SIWAREX U se comunica con la CPU de SIMATIC con ayuda del bloque de función FB SIWA_U.

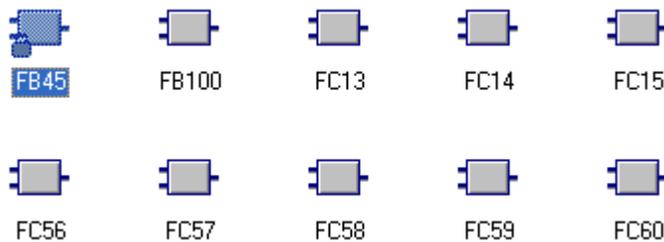


Fig. B.1: SIMATIC STEP 7, Bloques de función

Durante la programación de la activación se incorpora un bloque de datos de instancia para el FB SIWA_U.



Fig. B.2: SIMATIC STEP 7, Bloques de datos de instancia

Junto al bloque de datos de instancia se precisará para cada SIWAREX U un bloque de datos de la báscula en el que se depositarán los parámetros de la báscula.



Fig. B.3: SIMATIC STEP 7, Bloque de datos de la bascula

Asimismo, se deberá cargar en la CPU de SIMATIC el bloque de datos de vectores. Un bloque de datos de vectores puede ser empleado por varios SIWAREX U (es opcional pero en este caso hay un bloque por cada SIWAREX U).

El bloque de función coloca cíclicamente valores de proceso actuales determinados sin la comunicación de registros, mediante el área periférica (Eso quiere decir que no es necesario programar cargas y transferencias, ya que el módulo SIWAREX U actualiza los datos automáticamente) y protege con comandos de usuario (CMD) la comunicación de registros con ayuda de la activación interna del bloque SFB 52/53 (Mediante estos 3 bloques la tarjeta SIWAREX U protege la comunicación).



Fig. B.4: SIMATIC STEP 7, Bloque de protección para la comunicación

CODIFICACION AWL



CALL "SIWA_U", "SIWAREX TARJETA 6"

FB45/DB16

(El nombre simbólico del FB45 es "SIWA_U", entonces da lo mismo que se ponga el nombre simbólico o directamente el nombre del bloque)

ADDR := 384

SIWAREX U precisa para el funcionamiento 16 bytes en el área de entrada y de salida de la CPU de SIMATIC. El parámetro ADDR deberá coincidir con el dato en la configuración de hardware.

DB_SCALE := 59(BLOQUE DE DATOS DE LA BASCULA)

Para cada SIWAREX U deberá existir un bloque de datos de la báscula en el que se encuentren los parámetros del SIWAREX U y los valores reales actuales. El número del bloque de datos puede ser seleccionado libremente. Por ejemplo en la programación se estableció DB59 como bloque de datos (DB) de la báscula para la tarjeta SIWAREX 6 por ejemplo.

DB_VECTOR := 58

El contenido del bloque de datos de vectores no puede ser modificado por el usuario.

CMD_IN := "DB_SIWA_U6".i_CMD_CODE_INPUT DB59.DBW6--Código de comando de ingreso.

CMD_INPR := "DB_SIWA_U6".bo_CMD_IN_PROGRESS DB59.DBX8.1--
Comando en progreso

CMD_FOK := "DB_SIWA_U6".bo_CMD_FINISHED_OK DB59.DBX8.2 --
Comando de finalización ok

CMD_ERR := "DB_SIWA_U6".bo_CMD_ERR DB59.DBX8.3 -- Comando de error ocurrido

CMD_ERR_C := "DB_SIWA_U6".b_CMD_ERR_CODE DB59.DBB9 --comando síncrono código de error

REF_COUNT1 := "DB_SIWA_U6".b_CYCLE_COUNT_CH1 DB59.DBB10 --
Contador de ciclos información del ch 1

SC_STATUS1 := "DB_SIWA_U6".b_SCALE_STATUS_CH1 DB59.DBB11 --
información estado escalamiento ch1

ASYNC_ERR1 := "DB_SIWA_U6".w_OPR_ERR_MSG_CH1 DB59.DBW16 – bits de error de operación ch1

GROSS1 := "DB_SIWA_U6".i_GROSS_WEIGT_CH1 DB59.DBW12 – Peso bruto actual ch1

FLT_RAW1 := "DB_SIWA_U6".w_ADC_VALUE_FILTERED_CH1 DB59.DBW14 – Valor digital actual filtrado ch1

REF_COUNT2 := "DB_SIWA_U6".b_CYCLE_COUNT_CH2 DB59.DBB18 – Contador de ciclos informacion del ch2

SC_STATUS2 := "DB_SIWA_U6".b_SCALE_STATUS_CH2 DB59.DBB19 – información estado escalamiento ch2

ASYNC_ERR2 := "DB_SIWA_U6".w_OPR_ERR_MSG_CH2 DB59.DBW24 – bits de error de operación ch2

GROSS2 := "DB_SIWA_U6".i_GROSS_WEIGT_CH2 DB59.DBW20 – peso bruto actual ch2

FLT_RAW2 := "DB_SIWA_U6".w_ADC_VALUE_FILTERED_CH2 DB59.DBW22 – valor digital actual filtrado ch2

FB_ERR := "DB_SIWA_U6".bo_FB_ERR DB59.DBX26.0 – Error ocurrido en el bloque de función

FB_ERR_C := "DB_SIWA_U6".b_FB_ERR_CODE DB59.DBB27 – Código de error para el bloque de función

START_UP := "DB_SIWA_U6".bo_STARTING_UP DB59.DBX8.5 – comenzar la comunicación

RESTART := "DB_SIWA_U6".bo_RESTART DB59.DBX8.4 – Barre el cmd actual y resetea la comunicación

CMD_EN := "DB_SIWA_U6".bo_CMD_EN) DB59.DBX8.0 – Comando de activación

Command trigger

CALL "Fc Execute command"FC30 --Manejo prioritario para comandos

iCmdInput := "DB_SIWA_U6".i_CMD_CODE_INPUT DB59.DBW6—Codigo comando ingreso

boCmdEnable := "DB_SIWA_U6".bo_CMD_EN DB59.DBX8.0— Comando de activación

boCmdInProgress := "DB_SIWA_U6".bo_CMD_IN_PROGRESS DB59.DBX8.1— Comando en progreso

boCmdFinishedOk := "DB_SIWA_U6".bo_CMD_FINISHED_OK DB59.DBX8.2— Comando de finalización valido

boCmdErr := "DB_SIWA_U6".bo_CMD_ERR DB59.DBX8.3— Comando de error ocurrido

sCmd_1 := DB59.DBD30

sCmd_2 := DB59.DBD34

sCmd_3 := DB59.DBD38

Observación:

Todos estos comandos son una plantilla para la inicialización de la tarjeta, los parámetros que se modifican están explicados con anterioridad.

L "DB_SIWA_U6".i_GROSS_WEIGHT_CH1 DB59.DBW12— Peso bruto actual canal 1

Cargar el dato que está en DB59 (Nombre simbólico DB_SIWA_U6) referente al peso

ITD

Esta operación convierte el entero de 16 bits en un entero doble de 32 bits

DTR

Esta operación convierte el entero de 32 bits en un número de coma flotante de 32 bits

T "ANALOG SYS".BASC_SILO1_RESINA DB105.DBD0

Transfiere el dato obtenido del DB59 al DB105(nombre simbólico ANALOG SYS)
al DB105 en registro DBD0

BLOQUE DE MANDO PARA OPERACION DE SIWAREX 6

O M 8.2

O M 8.3

= "DB_SIWA_U6".s_CMD2.bo_CMD2_Trigger DB59.DBX36.0 Comando
de activación

L S5T#1S

SE T 15

U T 15

R M 8.2

R M 8.3

C. MANUAL DE OPERACIÓN

Instrucciones para proceder:

Abra la tapa:



Fig. C.1: Cubierta de protección para el panel de operador

En el costado izquierdo de cada seguro presione el botón lateral para quitar los seguros.

Asegúrese de no tener sustancias como grasas, solventes (tiñer, gasolina) en las manos o guantes antes de manipular la pantalla.

Según el tipo de tipo de materia prima sobre la cual se va a trabajar escoja entre las opciones del menú:



Fig. C.2: Menú del panel de operador

SILO RESINA RIGIDO



Fig. C.3: Opción resina rígido

SILO RESINA FLEXIBLE



Fig. C.4: Opción resina flexible

SILO DOP/ ESTACION DE CARGA CARBONATO



Fig. C.5: Opción DOP/Carbonato

Configuración de fecha y hora:

En la ventana principal presione sobre el reloj, se despliega la siguiente ventana:



Fig. C.6: Ajuste fecha y hora

Ajuste fecha y hora en el siguiente formato, 30/04/2013 10:19:29

Descriptivo PC:

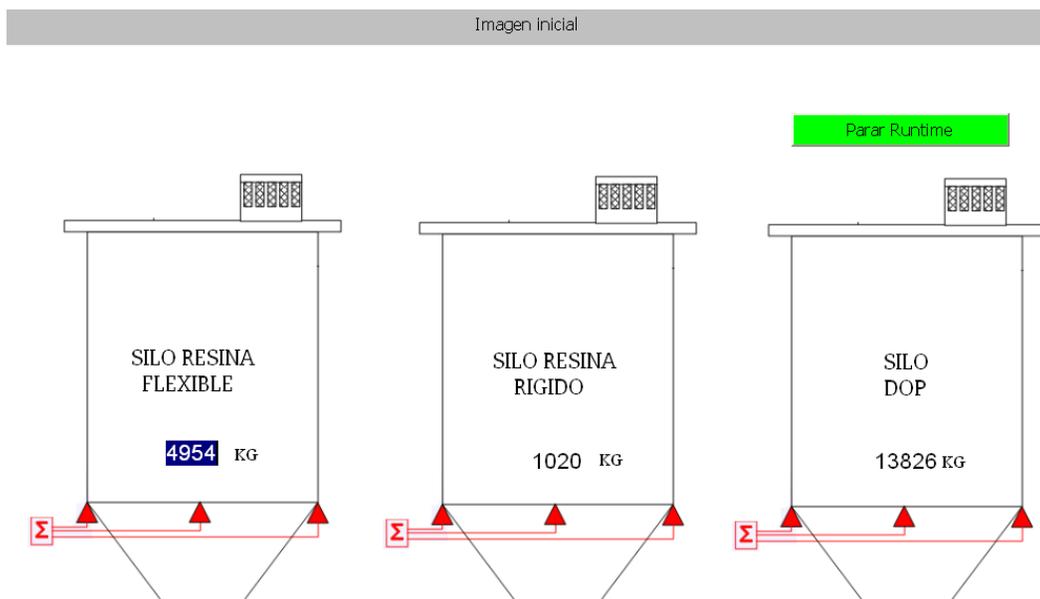


Fig. C.7: Aplicación PC

D. CÁLCULO PARA LA RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El cálculo se lo realiza en base a las herramientas financieras VAN (Valor actual neto) y TIR (Tasa interna de retorno).

VAN:

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es mayor o igual a cero, el proyecto es viable.

TIR:

Es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de una inversión, en términos simples, se conceptualiza como la tasa de descuento con la que el valor actual neto es igual a cero. La TIR es la máxima tasa de descuento que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el VAN sea menor que 0.

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Qn}{(1+r)^n}$$

Donde:

I: Inversión

Qn: Flujo de caja de cada año (ganancia esperada)

r: Tasa de descuento según políticas de la empresa

N: Número de años de la inversión

FLUJO DE FUTUROS INGRESOS PARA CADA AÑO.

2013	2014	2015
5.300,00	6.900,00	7.200,00

Cálculo del VAN:

$$VAN = -15457,5 + \sum_{n=1}^3 \frac{Qn}{(1+r)^n}$$

$$VAN = -15457,5 + \frac{5300}{(1+r)^1} + \frac{6900}{(1+r)^2} + \frac{7200}{(1+r)^3}$$

$$VAN = -15457,5 + \frac{5300}{(1+0,1)^1} + \frac{6900}{(1+0,1)^2} + \frac{7200}{(1+0,1)^3}$$

$$VAN = -15457,5 + 4818,1 + 5702,4 + 5409,4$$

$$VAN = 472,4$$

CONCLUSIÓN:

La empresa recupera la inversión del proyecto en 3 años.

Cálculo del TIR:

$$0 = -15457,5 + \sum_{n=1}^3 \frac{Qn}{(1+r)^n}$$

$$0 = -15457,5 + \frac{5300}{(1+r)^1} + \frac{6900}{(1+r)^2} + \frac{7200}{(1+r)^3}$$

$$15457,5 = \frac{5300}{(1+r)^1} + \frac{6900}{(1+r)^2} + \frac{7200}{(1+r)^3}$$

$$15457,5 = \frac{5300 + (1+r)^2 + 6900 \cdot 1 + r + 7200}{(1+r)^3}$$

$$15457,5(1+r)^3 = 5300 + (1+r)^2 + 6900 \cdot 1 + r + 7200$$

$$15,4(1+r)^3 = 5,3 + (1+r)^2 + 6,9 \cdot 1 + r + 7,2$$

$$15,4(1 + 3r + 3r^2 + r^3) = 5,3(1+r)^2 + 6,9 \cdot 1 + r + 7,2$$

$$15,4(1 + 3r + 3r^2 + r^3) = 5,3(1 + 2r + r^2) + 6,9(1 + r) + 7,2$$

$$15,4 + 46,2r + 46,2r^2 + 15,4r^3 = 5,3 + 10,6r + 5,3r^2 + 6,9 + 6,9r + 7,2$$

$$-4 + 28,7r + 40,9r^2 + 15,4r^3 = 0$$

$$r = 0,11$$

CONCLUSIÓN:

El máximo porcentaje de ganancia por año para el tiempo en que se desea recuperar la inversión es el 11%, es decir que si se desea obtener un margen de ganancia mayor el proyecto no es viable.

E. PLANOS

E.1. PLANOS ELÉCTRICOS

E.2. PLANOS DE COMUNICACIÓN