



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE
MOLINEDA DE NIBS PARA OBTENER LICOR DE CACAO”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

FERNANDO ANDRÉS CADENA VELÁSQUEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

Este trabajo se pudo realizar gracias a la oportunidad de poder trabajar en TRANSMAR ECUADOR con personas tan involucradas con su trabajo, con una actitud proactiva a encontrar soluciones y prevenir daños en los equipos.

En especial a Karl Bittong por su sabiduría y por su amistad. Pocas veces en la vida se tiene el privilegio de trabajar con una persona con tanta experiencia en la producción del cacao.

A Cedric Delmarcelle por permitirme ser parte de su equipo de trabajo. Es admirable su capacidad de manejar el caos con serenidad, de retar lo convencional y cuestionar la autoridad con el fin de poder aprender sobre el proceso además de comprender el funcionamiento de la maquinaria.

DEDICATORIA

A mis padres; Fernando y Martha.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

.....
M.Sc. Alberto Larco

PROFESOR EVALUADOR

.....
PhD. Wilton Agila

PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....
Fernando Cadena Velásquez

RESUMEN

El Licor de cacao es una masa que se obtiene a partir de la desintegración mecánica de las habas del cacao o Nibs previamente seleccionadas, tostadas y descascaradas sin añadir componentes.

Este proyecto nace a partir de la necesidad de actualizar una línea de producción, es decir; cambiar secuencia en la que trabajan motores y bombas además de trabajar con diferentes alarmas. Todo esto es aclarado en la filosofía del proceso que el departamento de producción entrega al programador.

Para este proyecto es importante diferenciar dos etapas principales que son la pre-molienda y la molienda. En la primera sección se usan dos pre-molinos iguales cuya alimentación se realiza a través de una tolva que almacena Nibs. Estas habas de cacao caen en un gusano transportador, el mismo que tiene incorporado un control de velocidad para evitar que los pre-molinos calienten mucho o salte la protección térmica de los motores.

La masa cae a un tanque de almacenamiento enchaquetado que incorpora un motor agitador con el objetivo de homogenizar el producto al interior. La etapa siguiente consiste en usar un molino de bolas para llegar a finuras menores a las 75 micras.

El producto es bombeado del tanque de almacenamiento hacia los molinos por medio de las bombas con cavidades progresivas que no deben operar en vacío. Dichas bombas también tienen un control de velocidad ya que la velocidad de alimentación del licor al molino es un factor importante en la finura del producto final.

Teniendo en claro el proceso, se busca la instrumentación que se va a usar, luego un diagrama de instrumentación en el cual se incluyen motores y sensores para obtener una tabla con todas las señales involucradas. Esto se realiza con el fin de adquirir las tarjetas o módulos que van a transmitir la información necesaria al PLC.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	v
DECLARACIÓN EXPRESA	vi
RESUMEN	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
CAPÍTULO 1	9
1. INTRODUCCION.....	9
1.1 Descripción del proceso para elaboración de licor de cacao.....	9
1.2 Descripción del Problema.....	14
1.3 Justificación	15
1.4 Objetivos.....	16
1.5 Resultados esperados.....	16
CAPÍTULO 2.....	17
2.1 Filosofía del Proceso	17
2.2 Diagrama de Instrumentación.....	22
2.3 Instrumentación en la línea de molienda	27
2.4 Listado de señales.....	31
2.5 Arquitectura de control	34
CAPÍTULO 3.....	36
3.1 Programación	36
3.2 Puesta en marcha	38
3.3 Costos del Proyecto	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	44

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCION

1.1 Descripción del proceso para elaboración de licor de cacao.

El cacao se recibe en sacos de yute de 50 libras, se hace un muestreo por parte del departamento de calidad de la empresa ya que se califica el tipo de grano según su procedencia, nivel de humedad, ausencia de fertilizantes, impurezas entre otros factores. Este proceso tiene como objetivo separar por lotes la materia prima y desarrollar recetas para diferentes clientes.

Como se puede observar en la Figura 1.1, en la etapa de limpieza se retira la mayor cantidad de impurezas que puedan afectar los procesos posteriores. El cacao pasa a una zaranda vibratoria de mallas de diferente apertura y debido a que la maquina es alimentada por un flujo de aire, se pueden separar cacao pelota, el quebrado, ramas, cascarilla, etc.

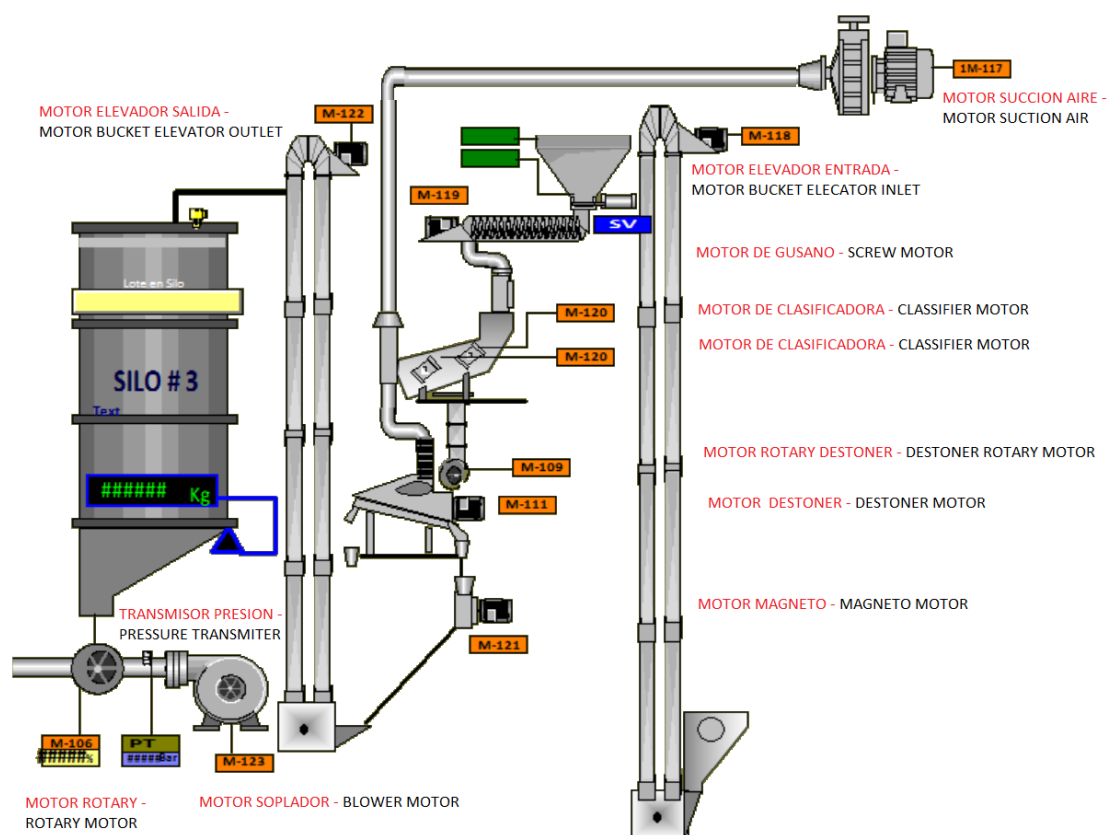


Figura 1.1: Etapa de limpieza del grano de cacao.

Los granos limpios son enviados por un transportador neumático hasta la tolva del pre-tostador. En la Figura 1.2, se puede apreciar como la descarga de la cantidad de grano se dosifica mediante un rodillo de alimentación y se transporta a través de una bandeja vibratoria hacia el receptor agitador. En la bandeja vibratoria, los granos reciben un calor radiante que salen desde los quemadores a gas ubicados en la parte superior de la misma, alcanzando el grano temperaturas mayores a 100°C y menores a 130°C, durante aproximadamente un minuto y medio, causando la separación entre la cáscara y el Nibs.

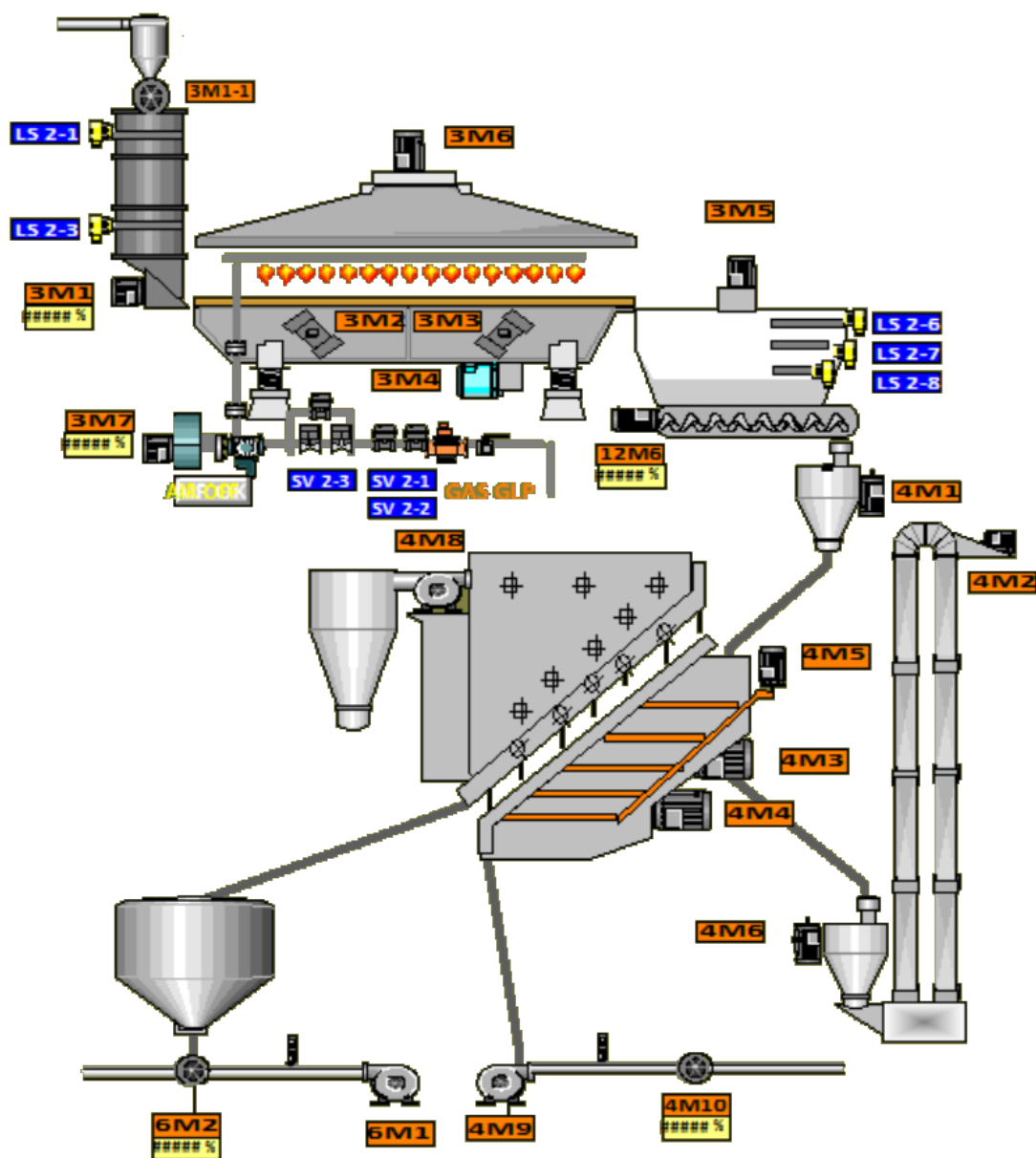


Figura 1.2: Etapa de pre-tostado del grano de cacao

Después de que los granos pre-tostados han sido tamizados, se envían al rompedor, los granos rotos pasan por una serie de tamices en las que las cáscaras son separadas de los Nibs. Luego este producto cae a una tolva y transportados hasta la siguiente etapa. Por otro lado, las cáscaras son enviadas

hacia silos exteriores de almacenamiento para su venta posterior como sub-producto.

Para iniciar un batch, se espera que en los silos de pesaje haya la cantidad requerida de producto y una vez completada se inicia el ciclo de tostado. Los protocolos de fabricación están configurados en recetas ordenados de manera alfabética. El Nib tostado pasa hacia un enfriador, permaneciendo un lapso de tiempo, de acuerdo a los protocolos de fabricación, para ser transportado hacia el silo de pesaje de la siguiente etapa.

Los Nibs almacenados en el silo de pesaje son descargados hacia la tolva del pre-molino, que se encargan de molerlo mediante cuchillas, y pasarlos por una malla. De esta manera los Nibs sólidos se fragmentan en partículas y debido a la temperatura se convierten en una masa llamada licor de cacao. El licor es bombeado a los tanques de recepción y almacenamiento temporal, desde donde es bombeado a los molinos de bolas para alcanzar finuras mayores a 75 micras.

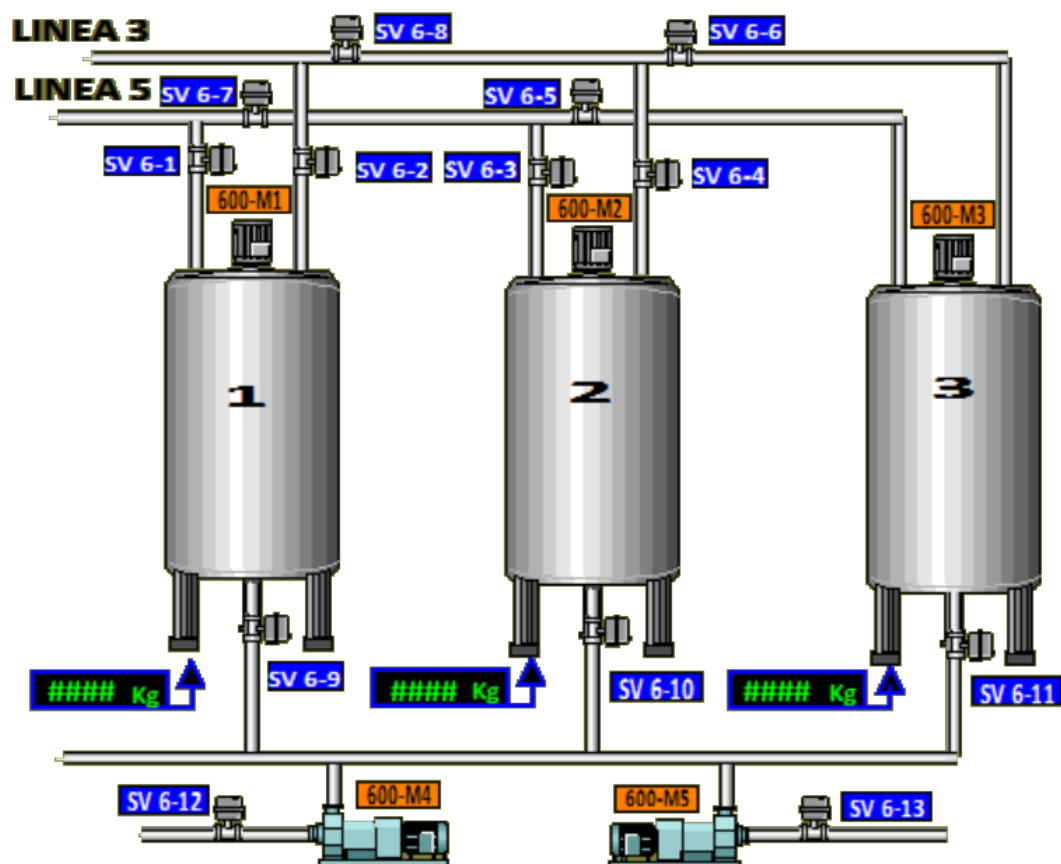


Figura 1.3: Etapa de Almacenamiento de licor de cacao.

El licor es bombeado desde los molinos hacia los tanques de almacenamiento como se puede observar en la Figura 1.3. El producto es enfriado hasta 50°C para ser bombeado hacia el tanque pre-enfriamiento en el cual se baja la temperatura hasta 45 grados, y finalmente hacia el envasado

1.2 Descripción del Problema

La compañía desea expandirse por lo que necesita producir más licor de cacao. La gerencia solicita una evaluación de las líneas de producción y pide recomendaciones. Se hace un estudio de todo el proceso por parte de asesores extranjeros y plantean como solución duplicar el número de máquinas por cada etapa, por ejemplo, en la fase de limpieza por tener el espacio físico suficiente se puede instalar una réplica del proceso actual.

Lo mismo sucede en la mayoría de etapas, sin embargo en la línea de molienda no ocurre lo mismo. El almacenamiento temporal del licor de cacao antes de pasar por los molinos de bolas ocupa demasiado espacio como se muestra en la Figura 1.4.



Figura 1.4: Antigua etapa de molienda de licor de cacao.

Los tanques de almacenamiento temporal se utilizan debido a los cambios de cuchillas de los pre-molinos o problemas con las bombas que envían producto a

la siguiente etapa. Además, el hecho de tener diferentes tipos de molinos dificulta el mantenimiento por los tiempos de espera en repuestos.

Se hace un re-diseño de esta parte del proceso y se le presenta a la gerencia la propuesta con el respectivo presupuesto. El proyecto se acepta, lo que significa desmontar toda la maquinaria existente y construir en dicho espacio físico 5 líneas nuevas para la molienda de Nibs.

1.3 Justificación

Debido al nuevo diseño se debe volver automatizar la línea de molienda considerando los cuidados y parámetros que el departamento de calidad y producción indiquen.

Al realizar el control automático del proceso, se evita errores operacionales que podrían afectar al funcionamiento de los equipos, como por ejemplo abrir o cerrar la válvula que permite la circulación de agua fría para mantener los pre-molinos a una temperatura controlada.

Se debe monitorear el estado de los motores para el mantenimiento preventivo o asistencia inmediata en caso de haber algún tipo de problema. Para la trazabilidad del producto se debe incorporar sensores en línea que guarden información de la cantidad de licor producido en determinadas horas.

Por lo tanto si se desea tener mayor capacidad de producción con menos horas de paradas es importante controlar las variables involucradas a lo largo de la pre-molienda, la molienda y el envío a los tanques de almacenamiento.

1.4 Objetivos

Programar un sistema de control y supervisión del proceso de elaboración de pasta de cacao a partir de Nibs.

Implementar cambios y mejoras en el control central para que los supervisores puedan visualizar alarmas o fallas en la nueva línea de molienda.

Explicar porque la necesidad de instalar sensores e instrumentos de medición en partes específicas de la maquinaria.

Realizar mejoras en los tiempos de producción, reduciendo el inventario de producto en esta área.

1.5 Resultados esperados

Se espera mejorar e incrementar la producción. Además, almacenar datos de las variables que requieran llevar un control. Al tener un mejor control sobre los estados de los equipos como los pre-molino o los molinos, se quiere disminuir las paradas por emergencias o fallas.

Utilizar indicadores que reflejen el realizar un mantenimiento preventivo. Aplicar con la ayuda de la instrumentación la trazabilidad del producto; es decir conocer la cantidad de materia prima entra al proceso y los kilogramos de licor de cacao al final de la molienda.

Regular la entrada de agua fresca y caliente para garantizar que el producto se mantenga en buen estado aun después de alguna parada.

CAPÍTULO 2

2. EL Descripción del escenario

Cuando se va a realizar un proyecto de automatización en cualquier empresa se debe tener en claro cuál será el proceso, el orden en el cual se energizan los motores, que permisos se deben considerar, en qué momento se debe activar alguna alarma, que tipos de alarmas requiere el cliente, etc. Para embarcar todo este tipo de información se realiza una filosofía del proceso que consiste en una descripción de la función de cada elemento en la línea de producción.

Además de poder apreciar con claridad las relaciones entre los diferentes sistemas o problemas y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que estos ocurran a más de plantear las diferentes alarmas y respuestas de los diferentes dispositivos a los problemas acontecidos.

En este capítulo también se incluirá el Diagrama de tubería e instrumentación, conocido como P&ID (Piping and instrument Diagram) por sus siglas en ingles. Este tipo de ilustraciones son muy utilizadas para describir la cantidad de actuadores (motores, válvulas) y sensores que intervienen en el proceso y el tipo de control que se está realizando.

2.1 Filosofía del Proceso

Para poder facilitar el entendimiento de la secuencia de control se usa INFILINK que es un software que permite visualizar la información del PLC en el control central. Con la ayuda de esta herramienta se puede mostrar en la pantalla el valor que se obtiene en el campo, por ejemplo la temperatura de salida del licor de cacao en los molinos de bolas o la corriente de los motores. En la Figura 2.1, se muestra la nueva línea de molienda usando INFILINK.

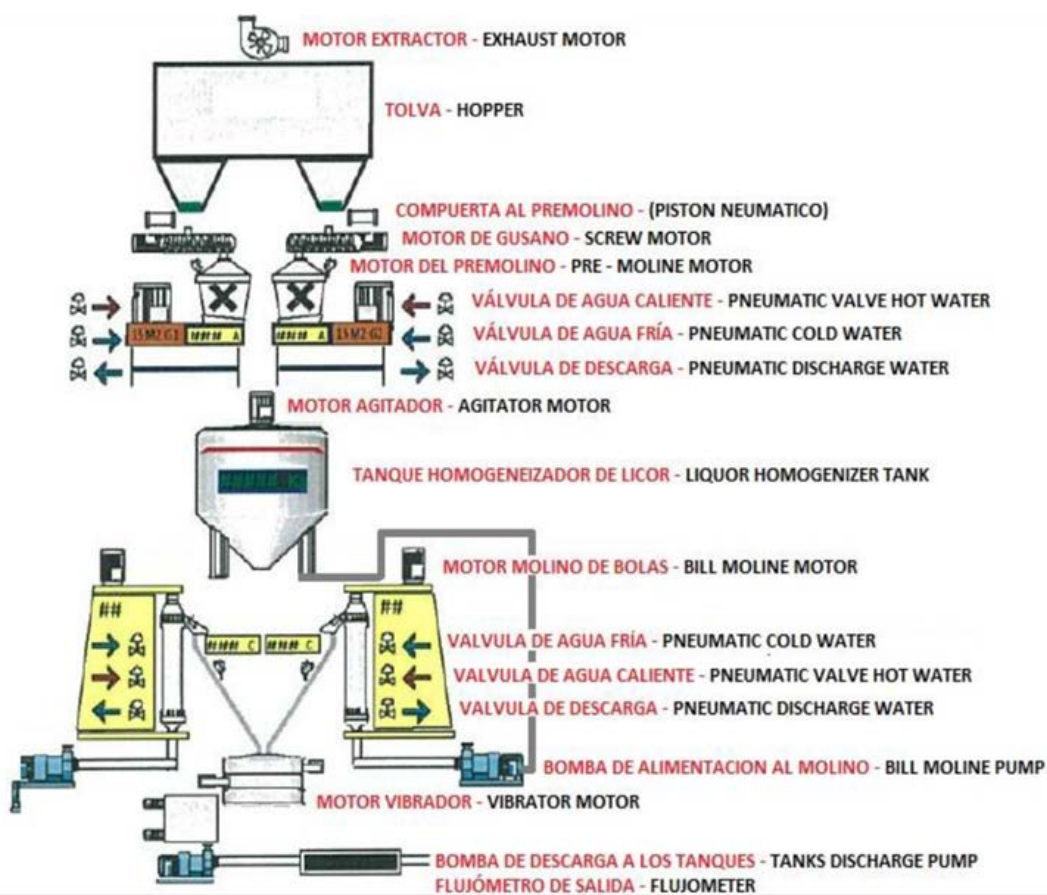


Figura 2.1: Diagrama de la nueva línea de molienda.

En el proceso de molienda de cacao se puede diferenciar 2 etapas claramente definidas:

- Pre-molino
- Molino

Como se puede observar en la Figura 2.1, el sistema dispone de 2 pre-molinos y 2 molinos. Al terminar el proceso, el producto de cada molino se une en un pequeño tanque para luego ser bombeado a los tanques principales de almacenamiento.

Los componentes del pre-molino son:

Motor extractor. Se encuentra cerca de la tolva y permite ventear los gases que son emitidos por los pre-molinos.

Tolva de alimentación. Aquí se almacena el producto que se va a pre-moler. Para conocer el peso del producto almacenado se usa un módulo de pesaje SIWAREX el cual se conecta al PLC.

Compuerta de apertura/cierre. Para que el producto ingrese desde la tolva al pre-molino, se dispone de una compuerta, cuyo accionamiento es un pistón neumático de simple efecto accionado por una electroválvula monoestable (una sola bobina). Dicho pistón posee dos sensores inductivos que permiten conocer su posición y de esta manera saber el estado de la compuerta.

Motor de gusano. Este motor permite el ingreso del producto desde la tolva hacia el pre-molino. Este motor posee un variador de velocidad, el cual será controlado según la corriente del motor del pre-molino; es decir, se obtiene un valor de lectura de 4 a 20mA con la ayuda de un lector de corriente que en este caso está ubicado después del arrancador suave del pre-molino. Al controlar la velocidad de alimentación de producto se busca mantener la corriente de trabajo del motor del pre-molino estable.

La señal de control del motor del pre-molino será enviada mediante Profibus a través del módulo SIMOCODE al PLC, el cual recibirá esa señal, realizara la lógica de control y enviara mediante Profibus la señal al variador de velocidad para realizar la regulación automática del ingreso de producto al pre-molino.

Pre-molino. Este motor permite realizar una pre-molienda del producto. Dispone de una válvula que permite el ingreso de agua caliente, una válvula que permite el ingreso de agua fría y una válvula de descarga de agua.

Tanque homogeneizador de licor. Una vez que el producto ha sido pre-molido, cae por gravedad al tanque homogeneizador, el cual contiene un motor agitador que mezcla el producto.

Este tanque también dispone de un módulo SIWAREX que permite conocer el nivel del tanque con el peso del mismo, para poder arrancar o parar el molino.

Para poner en marcha los pre-molinos se debe considerar lo siguiente:

Los primeros motores en arrancar son el motor extractor y el motor de pre-molino, y lo hacen de forma simultánea. El motor extractor encenderá cuando cualquiera de los dos pre-molinos de la orden de marcha.

Al arrancar el motor del pre-molino, se activan las válvulas de circulación de agua fría (entrada y descarga), y se desactiva la válvula de circulación de agua caliente.

A continuación se espera aproximadamente 30 segundos y se da marcha al motor del gusano.

Se espera otros 5 segundos y se abre la con puerta que permite el ingreso del producto desde la tolva al pre-molino, con el permisivo de peso de la tolva además de haber pasado por la verificación de que todos los motores que intervienen en este proceso están funcionando.

En la secuencia de parada de los pre-molinos; se cierra la compuerta de alimentación, luego se para el gusano de alimentación. Se espera 5 minutos para descargar el producto que está en el pre-molino y se para dicho motor. Finalmente se para el motor extractor siempre y cuando no esté funcionando el otro pre-molino.

Los componentes de la etapa del molino son:

Bomba de alimentación del molino. Una vez que el producto sale del tanque homogenizado, esta bomba permite el ingreso de licor hacia el molino. El control de esta bomba se lo realiza mediante un variador de frecuencia el cual controla la velocidad de la bomba en función de la corriente del molino. Es decir, cuando la corriente en el molino sea baja, permitirá bombear más producto

hacia el mismo, y por el contrario si dicha corriente aumenta, bombeara menos producto hacia el molino.

Motor de Molino. Este motor permite girar el eje del molino, permitiendo que el licor pase por medio de sus cuchillas y pueda alcanzar la finura deseada dependiendo del tipo de receta.

Válvulas de agua. Son 3: una válvula de ingreso de agua caliente, una válvula de ingreso de agua fría y una válvula de tres vías para la descarga del agua.

Motor vibro tamiz. Este motor conocido como motor vibrador, permite separa las partículas no deseadas del producto y recoge el producto de los 2 molinos.

Tanque de despacho. Recoge el producto final una vez separadas las partículas no deseadas, y dispone de un sensor de presión para medir el porcentaje del nivel del tanque, y un switch de nivel alto como señal de seguridad.

Bomba de alimentación a los tanques. Permite bombear el producto final desde el tanque de despacho hasta los tanques principales de almacenamiento.

Flujómetro. Este instrumento se encuentra a la salida para medir la cantidad de licor producido por la línea y que está siendo bombeado hacia los tanques de almacenamiento.

La secuencia de arranque del molino empieza con el motor vibro tamiz, después arranca la bomba de alimentación del molino y luego el molino de bolas. La bomba de descarga se activara si el tanque al cual se va a descargar tiene un nivel aceptable, para esto se deberá leer el estado del nivel de los tanques. También es un permisivo que las válvulas de descarga a los tanques estén abiertas. Para des energizar la bomba el permisivo es que el tanque del cual se esté descargando licor llegue a nivel mínimo teniendo en cuenta que dicha bomba no puede trabajar en vacío pues podría dañarse.

En la secuencia de para del molino de bolas, el primero en detenerse es el molino de bolas, luego la bomba de alimentación, si el otro molino no está energizado, se puede detener el motor del vibro tamiz y cuando la bomba de descarga haya vaciado el tanque de despacho, esta podrá detenerse.

Respecto al control de marcha y parada del agitador en el tanque de alimentación del molino al operar en automático enciende cuando hay un nivel de producto mínimo en el tanque que es el mismo que permite el arranque del molino y su respectiva bomba.

El sistema deberá contar con las alarmas debidas con respecto a los motores:

Status (On / Off)

Si está en falla por guarda-motor.

Si se encuentra en mantenimiento (LIS)

Si ocurre alguna falla en los motores o bombas, que provoquen el paro del proceso, se deberá indicar en el HMI qué motor causó el paro del mismo.

Alarmas de fallas de apertura o cierre de válvulas. Para esto se deberá leer el estado del switch de posición de las válvulas en el PLC, en el caso que se envíe un comando de apertura o cierre y ésta presente alguna falla.

Alarmas de niveles altos o bajos de producto en tolva de alimentación, tanque de homogenizado de licor, tanque de despacho de producto.

Temperatura alta o baja en molinos.

Indicador de status del motor de gusano.

2.2 Diagrama de Instrumentación

Durante la fase de desarrollo de este trabajo se estableció un estándar para nombrar a todos los motores, sensores y maquinas, en otras palabras darles un TAG para poder identificarlos según la zona y la función que realiza en la línea de producción.

En la Figura 2.2, se muestra el diagrama de instrumentación de la línea de molienda realizado en AutoCAD.

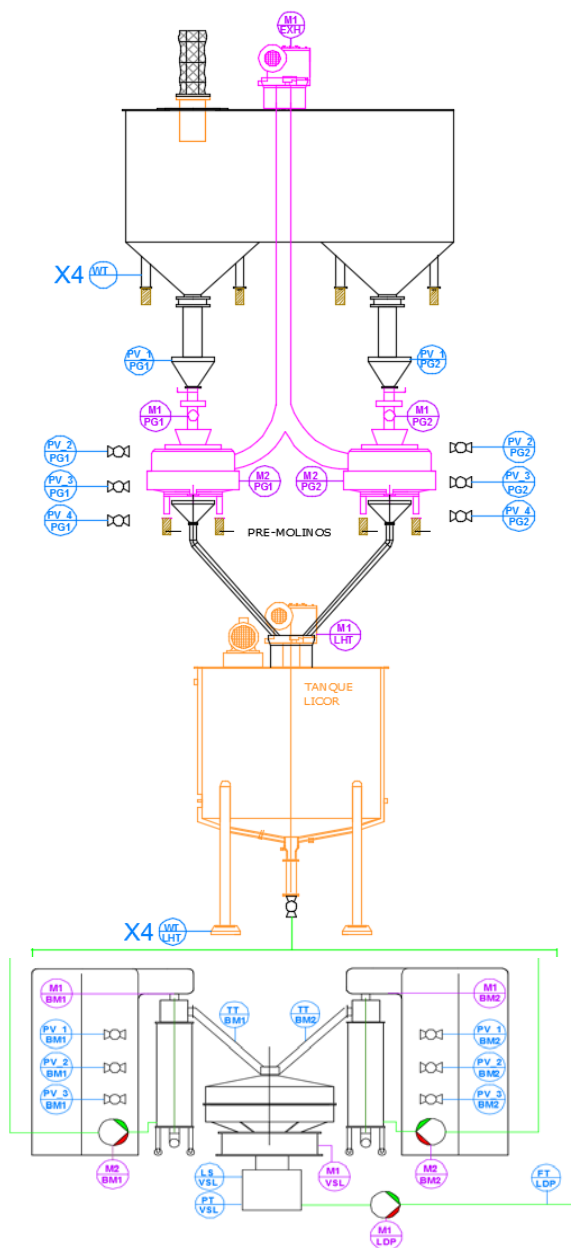


Figura 2.2: Diagrama de instrumentación de la línea de molienda

Para la estructura de la nomenclatura se usaron cuatro partes; la primera en la cual se usa la simbología normalizada ISA (Instrumentation, System and

Automation Society) que es la más habitual en Diagramas de Procesos e Instrumentación (P&ID) respetando las normas ISA S5.1 – S5.3.

En la segunda parte se coloca la abreviatura según la máquina a la que pertenece el motor o sensor. En este punto es importante mencionar que las abreviaturas son las iniciales de las maquinas pero en ingles pues la compañía maneja sus formatos e informes en este idioma.

La tercera sección es la numeración del área en la cual se está trabajando. El número de áreas se establece según el proceso que debe seguir la materia prima hasta llegar al embazado. Se tienen en total 10 áreas y la de molienda tiene el número 4.

Finalmente la cuarta parte de la nomenclatura se usa para el caso de los motores indicar el estado del LIS (Local Insulator Switch) y para el caso de las válvulas si están abiertas o cerradas. La Tabla 1 muestra el listado de las abreviaturas y su significado en ingles debido a que el cliente así lo requiere.

TAG	Descripción
M1_EXH_4.3_LIS	Exhaust Motor Local Insulator Switch
WT_HOP_4.3	Tolva Weight Module
LSH_HOP_4.3	Hopper Level Switch High
LSL_HOP_4.3	Hopper Level Switch Low
M1_PG1_4.3_LIS	Pre Grinder 1 Motor Screw Local Insulator Switch
M2_PG1_4.3_LIS	Pre Grinder 1 Motor Local Insulator Switch
TT_PG1_4.3	Pre Grinder 1 temperature transmitor
PV1_PG1_4.3_ZSO	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Cold Water open status
PV1_PG1_4.3_ZSC	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Cold Water close status
PV1_PG1_4.3	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Cold Water Output
PV2_PG1_4.3_ZSO	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Hot Water open status
PV2_PG1_4.3_ZSC	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Hot Water close status
PV2_PG1_4.3	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Hot Water Output
PV3_PG1_4.3_ZSO	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve discharge Water open status
PV3_PG1_4.3_ZSC	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve discharge Water close status
PV3_PG1_4.3	Pre Grinder 1 Pneumatic Discharge Water Output
PV4_PG1_4.3_ZSO	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Funnel Inlet open status
PV4_PG1_4.3_ZSC	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Funnel Inlet close status
PV4_PG1_4.3	Pre Grinder 1 Pneumatic Valve Funnel Inlet Output

LSH_PG1_4.3	Pre Grinder 1 level switch high
LSL_PG1_4.3	Pre Grinder 1 level switch low
SW_PG1_4.3	Ball Mill 1 Cover switch
M1_PG2_4.3_LIS	Pre Grinder 2 Motor Screw Local Insulator Switch
M2_PG2_4.3_LIS	Pre Grinder 2 Motor Local Insulator Switch
TT_PG2_4.3	Pre Grinder 2 temperature transmittor
PV1_PG2_4.3_ZSO	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Cold Water open status
PV1_PG2_4.3_ZSC	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Cold Water close status
PV1_PG2_4.3	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Hot Water Output
PV2_PG2_4.3_ZSO	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Hot Water open status
PV2_PG2_4.3_ZSC	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Hot Water close status
PV2_PG2_4.3	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Cold Water Output
PV3_PG2_4.3_ZSO	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve discharge Water open status
PV3_PG2_4.3_ZSC	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve discharge Water close status
PV3_PG2_4.3	Pre Grinder 2 Pneumatic Discharge Water Output
PV4_PG2_4.3_ZSO	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Funnel Inlet open status
PV4_PG2_4.3_ZSC	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Funnel Inlet close status
PV4_PG2_4.3	Pre Grinder 2 Pneumatic Valve Funnel Inlet Output
LSH_PG2_4.3	Pre Grinder 2 level switch high
LSL_PG2_4.3	Pre Grinder 2 level switch low
SW_PG2_4.3	Ball Mill 2 Cover switch
M1_LHT_4.3_LIS	Liquor Homogenizer Tank Agitator Local Insulator Switch
LSH_LHT_4.3	Liquor Homogenizer Tank Level Switch High
LSL_LHT_4.3	Liquor Homogenizer Tank Level Switch Low
WT_LHT_4.3	Liquor Homogenizer Tank Weight Module
M1_BM1_4.3_LIS	Ball Mill 1 Motor Local Insulator Switch
M2_BM1_4.3_LIS	Ball Mill 1 Pump Local Insulator Switch
PS_BM1_4.3	Ball Mill 1 Pressure switch
PV1_BM1_4.3_ZSO	Ball Mill 1 Pneumatic Valve Cold Water open status
PV1_BM1_4.3_ZSC	Ball Mill 1 Pneumatic Valve Cold Water close status
PV1_BM1_4.3	Ball Mill 1 Pneumatic Valve Cold Water Output
PV2_BM1_4.3_ZSO	Ball Mill 1 Pneumatic Valve Hot Water open status
PV2_BM1_4.3_ZSC	Ball Mill 1 Pneumatic Valve Hot Water close status
PV2_BM1_4.3	Ball Mill 1 Pneumatic Valve Hot Water Output
PV3_BM1_4.3_ZSO	Ball Mill 1 Pneumatic Valve discharge Water open status
PV3_BM1_4.3_ZSC	Ball Mill 1 Pneumatic Valve discharge Water close status
PV3_BM1_4.3	Ball Mill 1 Pneumatic Valve Discharge Water Output
ST_BM1_4.3	Speed Transmittor
TT_BM1_4.3	Ball Mill 1 temperature transmittor

M1_BM2_4.3_LIS	Ball Mill 2 Motor Local Insulator Switch
M2_BM2_4.3_LIS	Ball Mill 2 Pump Local Insulator Switch
PS_BM2_4.3	Ball Mill 2 Pressure switch
PV1_BM2_4.3_ZSO	Ball Mill 2 Pneumatic Valve Cold Water open status
PV1_BM2_4.3_ZSC	Ball Mill 2 Pneumatic Valve Cold Water close status
PV1_BM2_4.3	Ball Mill 2 Pneumatic Valve Cold Water Output
PV2_BM2_4.3_ZSO	Ball Mill 2 Pneumatic Valve Hot Water open status
PV2_BM2_4.3_ZSC	Ball Mill 2 Pneumatic Valve Hot Water close status
PV2_BM2_4.3	Ball Mill 2 Pneumatic Valve Hot Water Output
PV3_BM2_4.3_ZSO	Ball Mill 2 Pneumatic Valve discharge Water open status
PV3_BM2_4.3_ZSC	Ball Mill 2 Pneumatic Valve discharge Water close status
PV3_BM2_4.3	Ball Mill 2 Pneumatic Valve Discharge Water Output
ST_BM2_4.3	Speed Transmisor
TT_BM2_4.3	Ball Mill 2 temperature transmisor
M1_VSL_4.3_LIS	Vibration sieve liquor Motor Local Insulator Switch
PT_VSL_4.3	Vibration sieve liquor pressure transmisor
LSH_VSL_4.3	Vibration sieve liquor level switch
M1_LDP_4.3_LIS	Liquor Discharge Pump Local Insulator Switch
FT_LDP_4.3	Liquor discharge pump flow transmisor
ESD_PB_4.3	Emergency Shutdown Button
CTL_RST_4.3	Reset Dist

Tabla 1: Listado de abreviaturas para la instrumentación en la línea de molienda.

2.3 Instrumentación en la línea de molienda

La nueva línea de molienda comprende dos etapas, como se hizo referencia en la filosofía del proceso; la primera es la tolva de recepción de Nibs que tiene la capacidad de almacenar aproximadamente 1500 Kg de producto. Para poder visualizar en el control central o en el HMI el peso que contiene la tolva, se instalan celdas de carga.

Una celda de carga es un transductor que se utiliza para convertir una fuerza en una señal eléctrica. El principio de funcionamiento se basa en el efecto piezoeléctrico de los semiconductores, donde la resistividad del material varía en función a la deformación a la cual este sometido el material. La galga extensiométrica es el resultado de la aplicación de este principio ya que una variación de su propia resistencia eléctrica es una respuesta de la fuerza aplicada sobre el material elástico.

Entre las propiedades que se deben conocer para la correcta selección del elemento es la capacidad; es decir la carga máxima para la cual la celda de carga fue diseñada para medir sin sufrir deformaciones. La Escala Real (FS) que se utiliza para calificar el error. La temperatura puede causar cambios en las galgas por lo que se diseñan con aislamiento para evitar lecturas erróneas.

La segunda etapa empieza con el tanque de homogenizado de licor donde se deposita el licor pre-molino. La capacidad de este tanque es de aproximadamente 7000 Kg de licor de cacao. Así mismo, es importante conocer la cantidad de producto que se almacena debido a la trazabilidad y a que las bombas que envían licor hacia los molinos no pueden funcionar en vacío.

En la Figura 2.3 se puede observar las celdas de carga del tanque de homogenizado de licor de cacao; en total son cuatro y todas van cableadas a la caja sumadora que está instalada en la pata del tanque. Dichas conexiones se encuentran en los anexos de este proyecto además un certificado de calibración de las celdas de carga.



Figura 2.3: Celdas de carga en el tanque de homogenizado de licor de cacao

La variable peso del tanque se usa para programar una alarma que impida energizar las bombas cuando el tanque llegue a tener un nivel mínimo. Este nivel debe considerar la rapidez con la que se bombea el licor hacia los molinos además de tener el tiempo suficiente para poder actuar ante alguna emergencia.

Para el cuidado del producto se debe conocer la temperatura en ambas etapas; es decir, se debe medir la temperatura en los pre-molinos y a la salida de los molinos de bolas.

En los pre-molinos se instala el sensor en la chaqueta de la máquina para medir la temperatura del agua, ya que cuando está apagado el equipo, el agua en la chaqueta debe estar caliente para evitar que el licor de cacao se solidifique. Cuando el Pre-molino este energizado y funcionando, la trituración de Nibs hace que la temperatura de la maquina se suba por lo tanto la chaqueta debería tener agua fría.

Para en la segunda etapa se colocan las Pt100 en la salida de los molinos para controlar la calidad de licor que se va almacenar en la siguiente línea del proceso. En la Figura 2.4 se muestra instalado el instrumento de medición en la caída de producto a través de una rampa de acero inoxidable de los molinos hacia el vibro tamiz. En ambos casos se ha utilizado Pt100 de cuatro hilos porque era parte de la línea que se desarmo, además que los rangos de temperatura para este proceso no exceden los 90 C.



Figura 2.4: Pt100 en la salida de los molinos de bolas.

En los anexos se podrá encontrar de qué manera se debe parametrizar el módulo analógico para la correcta conexión de termo resistores.

Las válvulas son también parte importante de la instrumentación debido a que son las que regulan la temperatura en la chaqueta de los pre-molinos y molinos. En el caso del pre-molino, cuando está en funcionamiento genera bastante calor debido a la fricción con la cual muele el Nib por lo que se ayuda a bajar la temperatura con el ingreso de agua a temperatura ambiente.

Caso contrario, cuando el pre-molino deja de funcionar se abren las válvulas de agua caliente para que el producto que esta entro del equipo no se solidifique.

En la Figura 2.5 se muestra el sistema que contiene las válvulas instaladas en la línea de molienda. El Micro es un indicador visual para que ayude al operador conocer el estado de la válvula es decir abierto o cerrado. Dichos estados también son recopilados por las entradas digitales en el PLC. El actuador neumático debe estar acorde a la medida de la válvula instalada; es decir que tenga la rosca y el torque necesario para el debido funcionamiento.



Figura 2.5: Partes de las válvulas instaladas en la línea de molienda.

La válvula electro neumática es la que recibe la información por parte de lo programado y energiza la bobina para que esta a su vez con la ayuda del aire comprimido pueda cambiar su estado de abierto a cerrado o viceversa.

En total se tienen 12 válvulas neumáticas que funcionan con bobinas de 24 V dc.

En la Figura 2.6 se observa un flujo-metro instalado ya al final de línea, después de vibro tamiz. Este sensor indica que cantidad de licor que se envía a los tanques de almacenamiento. Este dato es de gran ayuda para saber si lo que llega a los tanques es realmente lo que se está enviando o si existe alguna fuga del producto en todo el trayecto.



Figura 2.6: Indicador de la cantidad de licor enviado hacia almacenamiento.

2.4 Listado de señales

Una vez teniendo en claro el proceso y los instrumentos que se van a utilizar, se puede comenzar hacer un listado de señales que tiene como objetivo conocer el número de tarjetas que se van a tener que utilizar para la programación.

En la Tabla 2 se encuentra la información de por ejemplo cuantas señales se van a usar por motor; es decir, se cuentan 3 para el bloque de Simocode que advierte si el motor esta energizado o no además del estado de falla. Existe un estado adicional que se usa cuando se realizan mantenimientos, en el cual el técnico usa el seccionador de corriente o también conocido como LIS para tener la seguridad que físicamente tiene interrumpido el paso de corriente hacia el motor de la máquina que esté realizando trabajo alguno.

Las válvulas van a indicar si están abiertas o cerradas a través de dos bits que se cuentan en las entradas digitales así mismo un bit para indicarle si debe modificar su estado por medio de la bobina de la válvula electro neumático.

Sistema	Descripción	TAG	DI	DO	AI	SIWAREX
Extracción de Vapor	Motor extractor (2.2 Kw + Simocode)	M1_EXH_4.3	1			
Tolva	Tolva Modulo Pesaje	WT_HOP_4.3				1
	Nivel Alto tolva	LSH_HOP_4.3	1			
	Nivel Bajo tolva	LSL_HOP_4.3	1			
Pre - Molino 1	Motor sin fin (0.55 Kw + Variador)	M1_PG1_4.3	1			
	Motor Pre-Molino (45 Kw + Arrancador Suave)	M2_PG1_4.3	1			
	transmisor temperatura (4-20mA = x - y C°)	TT_PG1_4.3			1	
	Válvula neumática agua fría	PV1_PG1_4.3	2	1		
	Válvula neumática agua caliente	PV2_PG1_4.3	2	1		
	Válvula neumática descarga de agua	PV3_PG1_4.3	2	1		
	Válvula neumática embudo	PV4_PG1_4.3	2	1		
	Nivel alto pre-molino	LSH_PG1_4.3	1			
	Nivel bajo pre-molino	LSL_PG1_4.3	1			
	Switch Apertura Pre-Molino	SW_PG1_4.3	1			
Pre - Molino 2	Motor sin fin (0.55 Kw + Variador)	M1_PG2_4.3	1			
	Motor Pre-Molino (45 Kw + Arrancador Suave)	M2_PG2_4.3	1			
	transmisor temperatura (4-20mA = x - y C°)	TT_PG2_4.3			1	
	Válvula neumática agua fría	PV1_PG2_4.3	2	1		
	Válvula neumática agua caliente	PV2_PG2_4.3	2	1		
	Válvula neumática descarga de agua	PV3_PG2_4.3	2	1		
	Válvula neumática embudo	PV4_PG2_4.3	2	1		
	Nivel alto pre-molino	LSH_PG2_4.3	1			
	Nivel bajo pre-molino	LSL_PG2_4.3	1			
	Switch Apertura Pre-Molino	SW_PG2_4.3	1			
Tanque Homogenizador de Licor	Motor Agitador (4 Kw + Simocode)	M1_LHT_4.3	1			
	Nivel Alto Tanque de Homogenizado	LSH_LHT_4.3	1			
	Nivel Bajo Tanque de Homogenizado	LSL_LHT_4.3	1			
	Tanque de Homogenizado Modulo Pesaje	WT_LHT_4.3				1
Molino 1	Motor Molino (30 Kw + Arrancador Suave)	M1_BM1_4.3	1			
	Motor Bomba (3 Kw + Variador)	M2_BM1_4.3	1			
	Presión Switch (4-20mA = x - y psi)	PS_BM1_4.3	1			
	Válvula neumática agua fría	PV1_BM1_4.3	2	1		

	Válvula neumática agua caliente	PV2_BM1_4.3	2	1		
	Válvula neumática descarga de agua	PV3_BM1_4.3	2	1		
	Transmisor Velocidad	ST_BM1_4.3	1			
	Transmisor Temperatura (4-20mA = x - y C°)	TT_BM1_4.3			1	
Molino 2	Motor Molino (37 Kw + Arrancador Suave)	M1_BM2_4.3	1			
	Motor Bomba (3 Kw + Variador)	M2_BM2_4.3	1			
	Presión Switch (4-20mA = x - y psi)	PS_BM2_4.3	1			
	Válvula neumática agua fría	PV1_BM2_4.3	2	1		
	Válvula neumática agua caliente	PV2_BM2_4.3	2	1		
	Válvula neumática descarga de agua	PV3_BM2_4.3	2	1		
	Transmisor Velocidad	ST_BM2_4.3	1			
	Transmisor Temperatura (4-20mA = x - y C°)	TT_BM2_4.3			1	
Vibro Tamiz	Motor (1.85 Kw + Simocode)	M1_VSL_4.3	1			
	Transmisor Presión (Nivel + 4-20mA = x - y psi)	PT_VSL_4.3			1	
	Nivel Alto	LSH_VSL_4.3	1			
Bomba de descarga Licor	Motor (1.1 Kw+ Simocode)	M1_LDP_4.3	1			
	Transmisor Fluido (4-20mA)	FT_LDP_4.3			1	
Control	Boton Emergencia	ESD_PB_4.3	1			
	Reseteo	CTL_RST_4.3	1			
Total de Señales			57	14	6	2
Total Tarjetas			4	1	1	1

Tabla 2: Listado de señales en la línea de molienda.

Los sensores de nivel entran en la categoría de entradas digitales ya que si el producto llegase hasta donde están instalados, estos sensores enviarían un bit que se mostraría luego en el HMI y de ser el caso activaría alguna alarma.

Entre los instrumentos que necesitan tarjetas analógicas, están los que transmisores de temperatura, el Flujómetro y de presión. Este último se usa en la línea de molienda para transmitir la presión del licor enviado desde la bomba hacia los molinos. Otro uso relacionado con la presión es en el tanque del vibro tamiz; donde la función es indicar el nivel del licor relacionando los milibares con centímetros que mide el tanque.

Finalmente para visualizar la cantidad de producto en la tolva receptora de Nibs y en el tanque de homogenizado de licor se necesitaran dos módulos de pesaje.

2.5 Arquitectura de control

En esta sección se hace una descripción de los componentes que forman parte del conjunto de elementos de control de la línea de molienda. El PLC (Programmable Logic Controller) o unidad lógica de control programable es donde se va a guardar la información de lo que ocurra con la instrumentación, motores, el proceso en general.

Se usa la consola que se tenía para la anterior línea de molienda, es decir SIMATIC S7-300, CPU 317-2DP. Físicamente se encuentra en el centro de control de motores o MCC (Motor Control Center) por sus siglas en inglés, que es donde también se encuentran los cubículos que energizan los motores mientras que el tablero de control estará instalado en campo con la respectiva pantalla HMI (Human Machine Interface) para que el operador pueda visualizar cualquier anomalía.

A través del sistema de periferia descentralizada ET 200M con el módulo IM 153-1 se puede trabajar varias líneas en diferentes áreas con un mismo PLC; es decir el PLC sería el maestro y las periferias descentralizadas los esclavos. Como se observa en la Figura 2.7 el CPU 317-2DP se comunica con dos diferentes área a través del sistema de periferia descentralizada. Una de ellas es la línea de molienda y la otra áreas es donde se ubica los tanques de almacenamiento.

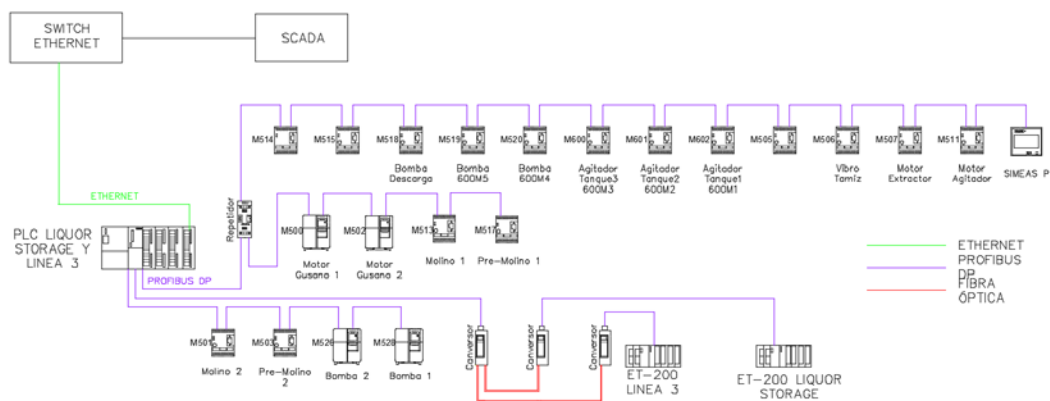


Figura 2.7: Arquitectura de control donde se programa la línea de molienda

Ambos esclavos se comunican por medio de fibra óptica al módulo PROFIBUS OLM/P12 (Optical Link Module) y este con el PLC. El módulo OLM está diseñado para ser usado en las redes de bus de campo PROFIBUS óptico, es decir que permite la conversión de la interfaz PROFIBUS eléctrica a PROFIBUS óptico y viceversa.

Se puede construir diferentes topologías y en este caso se aplicó el anillo redundante con el objetivo de incrementar la seguridad por si existe alguna falla en la red de bus de campo. La alimentación del módulo OLM/P12 es de 24 VDC, tiene dos puertos independientes entre sí, que consisten en una componente transmisora y otra receptora. Para encontrar otras características de este módulo se adjunta en los anexos la descripción hecha por SIEMENS.

El SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) es un software que muestra la información de lo que está ocurriendo en el proceso de producción. Para poder visualizar los datos del SIMATIC S7-300, CPU 317-2DP en un computador se debe primero conectar la consola con un switch o conmutador a través del estándar Ethernet y luego este último con el computador. Además se tiene que configurar el servidor OPC KEPSERVER con las direcciones de todas las entradas y salidas que se deseen monitorear o controlar en el SCADA.

CAPÍTULO 3

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Programación

En la planta existen en total 6 controladores PLC (Programmable Logic Controller) por su siglas en inglés o controlador lógico programable; todos de la marca SIEMENS porque son los que se encuentran de manera más fácil en el mercado y de clase S7-300 porque son los que Para la parte de la programación se usó el software SIMATIC de SIEMENS respectivo para la versión S7-300. En la Figura 3.1 se observa el HMI que se dibujó para mostrar en el panel de control de campo.

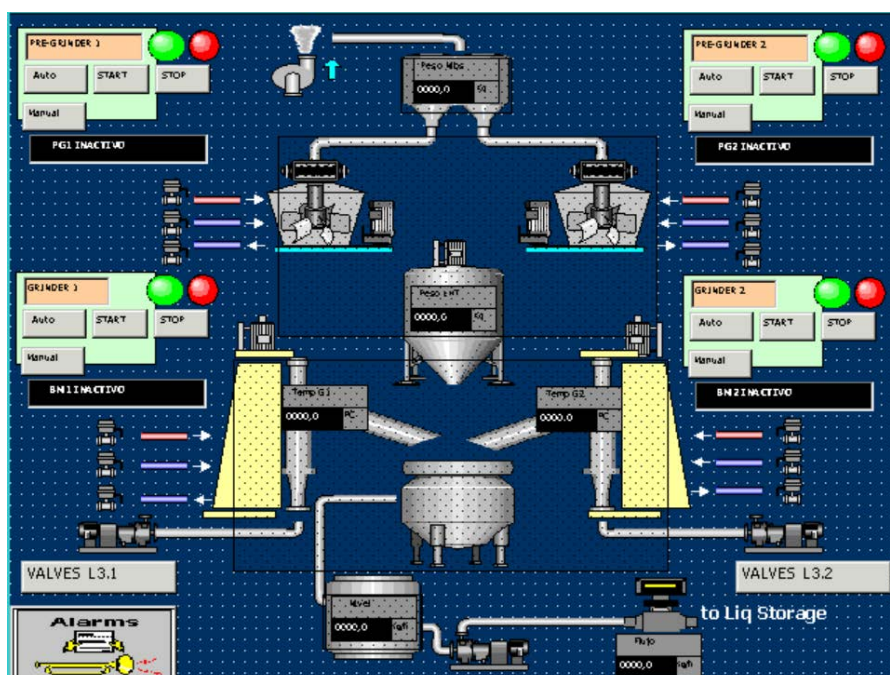
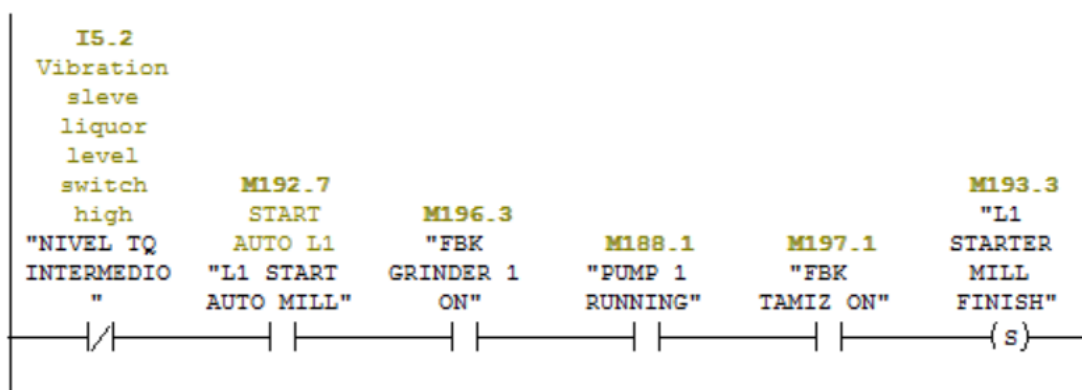


Figura 3.1: Pantalla principal del HMI

Se usaron dos opciones de funcionamiento; en automático y en manual. Para cuando se vaya a trabajar en manual el operador es el responsable del orden de energización de los motores además de considerar o no las alarmas que el sistema muestre. Para el modo automático se sigue la secuencia mencionada en la filosofía del proceso.

Existen varias formas de escribir las sentencias de control, en la Figura 3.2 se observa el bloque para finalizar la marcha del molino de bolas 1. En la parte superior el bloque esta en LADDER mientras que el mismo bloque en la parte inferior se encuentra en AWL.

□ Network 11 : MARCHA DE SECUENCIA MOLINO FINALIZADA



□ Network 11 : MARCHA DE SECUENCIA MOLINO FINALIZADA

AN	"NIVEL TQ INTERMEDIO"	I5.2
A	"L1 START AUTO MILL"	M192.7
A	"FBK GRINDER 1 ON"	M196.3
A	"PUMP 1 RUNNING"	M188.1
A	"FBK TAMIZ ON"	M197.1
S	"L1 STARTER MILL FINISH"	M193.3

Figura 3.2: Código para finalizar la marcha del molino 1

3.2 Puesta en marcha

Durante la puesta en marcha, la primera novedad que hubo fue el peso de la tolva de recepción de Nibs ya que se envió a la tolva una cantidad conocida de producto sin embargo no indicaba en el HMI la misma cantidad por lo que se tuvo que usar el programa SIWATool para parametrizar las celdas de carga con la ayuda de pesos patrón. Una vez realizada la verificación con pesos patrón, se pudo obtener una lectura más precisa de la cantidad de Nibs dentro de la tolva.

La segunda novedad fue la parametrización del lazo de control del motor de gusano que alimentan los pre-molinos. El control consiste en regular la alimentación de Nibs hacia el pre-molino dependiendo de la corriente de este motor, es decir, se tiene un set point de por ejemplo 65 Amperios, si el amperaje del motor sube, disminuye la velocidad del gusano para que el amperaje vuelva al set point. Caso contrario, si el amperaje disminuye, la velocidad del gusano aumenta para alcanzar el set point. Alrededor de los 30 Hz en la velocidad del motor del gusano era la frecuencia en la cual se mantenía constante la corriente en el pre-molino.

En el tanque de almacenamiento de licor de la misma forma que en la tolva, se usaron los pesos patrón para parametrizar las celdas de carga.

Para el caso del control del molino de bolas además de tener el cuidado de la corriente del motor se debe tomar en cuenta la finura del licor al salir de molino. Para la parametrización el factor más importante es la finura porque si no se obtiene la finura deseada no se puede aceptar el producto. Después de diferentes pruebas con la ayuda del laboratorio de la planta, se obtuvo que mientras más lento giraba el motor de la bomba, más finura había en el licor. Finalmente quedo la velocidad en 10 Hz para obtener la finura deseada.

Con el sensor de presión se tomaron dos datos; es decir cuando no había licor y con el tanque lleno para luego mostrar en pantalla el porcentaje de licor dentro del tanque.



Figura 3.3: Nueva línea de molienda

En la Figura 3.3 se muestra como queda finalmente la nueva línea de molienda, la cual cambio de forma horizontal en la que se tenían varios tanques de homogenización a una de forma vertical. Un factor importante que permitió este cambio fueron los molinos de bolas. Los nuevos molinos con tan solo regular la velocidad a la cual se envía licor desde la bomba, se puede obtener la finura deseada mientras que antes debía pasar por varios molinos de bolas para que el producto tenga la finura requerida que depende de las especificaciones del cliente.

3.3 Costos del Proyecto

Si bien es cierto que la instrumentación que se uso es parte de la antigua línea desmantelada hubo gastos en el recableado del tablero de control, consumibles y se realizaron cotizaciones para comparar el trabajo realizado versus lo que costaría que otra empresa de automatización lo haga.

Detalle	Precio
Recableado de Tablero de Control	\$ 934.00
Consumibles	\$ 1,698.00
Modificación de planos de control y fuerza	\$ 544.00
levantamiento de información tablero MCC	\$ 255.00
Programación de control en PLC	\$ 4,985.00
Puesta en marcha y documentación	\$ 5,475.00
Total sin IVA	\$ 13,891.00

Tabla 3: Listado de señales en la línea de molienda.

En la tabla 3 además de mostrar lo que se gastó en materiales se muestran los valores de la modificación de planos de control y fuerza, levantamiento de información, programación de control y la puesta en marcha de la cotización más baja respecto a la automatización de la línea de molienda.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se logró cumplir con la filosofía del proceso, la secuencia de marcha y parada, se programan las alarmas, permisivos y fallas.
2. De forma eficiente se puede llevar a cabo los controles en la materia prima o a procesar con la ayuda de la instrumentación adecuada. Como por ejemplo la temperatura en los pre-molinos y los molinos. Por otro lado, para los cuidados de la maquinaria, la corriente de los motores es un indicador de si está funcionando o no correctamente.
3. Con la ayuda de los sensores se puede lograr los tipos de controles que el departamento de producción requiere. En el caso de las cantidades de producto almacenado se usan las celdas de carga tanto para la tolva como para el tanque de homogenizado de licor. Para saber la cantidad de licor enviado hacia los tanques de almacenamiento se usa el flujo metro.
4. Durante la puesta en marcha se observó que no era necesario usar los cilindros neumáticos entre la tolva y los pre-molinos ya que con la ayuda del variador en el gusano, se regula la alimentación de Nibs hacia el pre-molino.
5. Al reducir el inventario en la etapa de molienda, la cantidad de producto permanece menor tiempo en esta área haciéndola más eficiente y productiva. En otras palabras, se elimina el cuello de botella que había antes.

Recomendaciones

1. Dejar configurada en la tolva de recepción de Nibs dos señales digitales adicionales, para incorporar un switch de nivel alto y un switch de nivel bajo, de esta manera reforzar la seguridad y evitar derrames de producto.

2. Para seguridad se debería de instalar en el ducto de alimentación del motor de gusano una señal digital que indica si está lleno o no. En caso de estar lleno se detiene la alimentación.
3. En los pre-molinos considerar un switch de nivel alto y un switch de nivel bajo porque este es un indicador si la malla este en buen estado o no.
4. Para el tanque de homogenizado de licor, se sugiere dejar un espacio en el PLC con señales para switches de nivel alto y bajo para reforzar la seguridad del mismo.
5. En la parte de molienda se debe disponer de un manómetro aguas abajo con un switch de presión, en caso de existir una sobre presión en la tubería de envío de producto desde la bomba hacia el molino.

BIBLIOGRAFÍA

[1] 5hertz, (2015, agosto). Celdas de carga [online]. Disponible en: <http://5hertz.com/tutoriales/?p=690>

ANEXOS

Controlador Lógico Programable (PLC)

6ES7317-2AJ10-0AB0

Page 1

SIEMENS

Product data sheet

6ES7317-2AJ10-0AB0



SIMATIC S7-300, CPU 317-2DP,
CENTRAL PROCESSING UNIT WITH 512 KBYTE
WORKING MEMORY,
1. INTERFACE MPI/DP 12MBIT/S,
2. INTERFACE DP-MASTER/SLAVE,
MICRO MEMORY CARD NECESSARY

General information	
Hardware product version	01
Firmware version	V2.6
Engineering with	
Programming package	STEP 7 V5.2 + SP1 or higher with HW update
Supply voltage	
24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
External protection for supply cables (recommendation)	2 A min.
Input current	
Current consumption (rated value)	850 mA
Current consumption (in no-load operation), typ.	100 mA
Inrush current, typ.	2.5 A
I^2t	1 A ² ·s

Date:
07/27/2012

subject to modifications
© Copyright Siemens AG 2012

Power losses	
Power loss, typ.	4 W
Memory	
Work memory	
integrated	512 kbyte
expandable	No
Size of retentive memory for retentive data blocks	256 kbyte
Load memory	
pluggable (MMC)	Yes
pluggable (MMC), max.	8 Mbyte
Data management on MMC (after last programming), min.	10 a
Backup	
present	Yes ; Guaranteed by MMC (maintenance-free)
without battery	Yes ; Program and data
CPU processing times	
for bit operations, min.	0.05 μ s
for word operations, min.	0.2 μ s
for fixed point arithmetic, min.	0.2 μ s
for floating point arithmetic, min.	1 μ s
CPU-blocks	
Number of blocks (total)	2048 ; (DBs, FCs, FBs OBs, SDBs); the maximum number of loadable blocks can be reduced by the MMC being used.
DB	
Number, max.	2047 ; Number band: 1 to 2047
Size, max.	64 kbyte
FB	
Number, max.	2048 ; Number range: 0 to 2047
Size, max.	64 kbyte
FC	
Number, max.	2048 ; Number range: 0 to 2047
Size, max.	64 kbyte
OB	

Size, max.	64 kbyte
Number of free cycle OBs	1 ; OB 1
Number of time alarm OBs	1 ; OB 10
Number of delay alarm OBs	2 ; OB 20, 21
Number of time interrupt OBs	4 ; OB 32, 33, 34, 35
Number of process alarm OBs	1 ; OB 40
Number of DPV1 alarm OBs	3 ; OB 55, 56, 57
Number isochronous mode OBs	1 ; OB 61
Number of startup OBs	1 ; OB 100
Number of asynchronous error OBs	5 ; OB 80, 82, 85, 86, 87
Number of synchronous error OBs	2 ; OB 121, 122
Nesting depth	
per priority class	16
additional within an error OB	4
Counters, timers and their retentivity	
S7 counter	
Number	512
Retentivity	
adjustable	Yes
lower limit	0
upper limit	511
preset	Z 0 to Z 7
Counting range	
adjustable	Yes
lower limit	0
upper limit	999
IEC counter	
present	Yes
Type	SFB
Number	Unlimited (limited only by RAM capacity)
S7 times	
Number	512
Retentivity	

adjustable	Yes
lower limit	0
upper limit	511
preset	No retentivity
Time range	
lower limit	10 ms
upper limit	9990 s
IEC timer	
present	Yes
Type	SFB
Number	Unlimited (limited only by RAM capacity)
Data areas and their retentivity	
retentive data area, total	All, max. 256 KB
Flag	
Number, max.	4096 byte
Retentivity available	Yes ; MB 0 to MB 4095
Retentivity preset	MB 0 to MB 15
Number of clock memories	8 ; 1 memory byte
Data blocks	
Number, max.	2047 ; Number band: 1 to 2047
Size, max.	64 kbyte
Retentivity adjustable	Yes ; via non-retain property on DB
Retentivity preset	Yes
Local data	
per priority class, max.	1024 byte
Address area	
I/O address area	
Inputs	8192 byte
Outputs	8192 byte
of which, distributed	
Inputs	8192 byte
Outputs	8192 byte
Process image	

Inputs	2048 byte
Outputs	2048 byte
Inputs, adjustable	2048 byte
Outputs, adjustable	2048 byte
Inputs, default	256 byte
Outputs, default	256 byte
Subprocess images	
Number of subprocess images, max.	1
Digital channels	
Inputs	65536
Outputs	65536
Inputs, of which central	1024
Outputs, of which central	1024
Analog channels	
Inputs	4096
Outputs	4096
Inputs, of which central	256
Outputs, of which central	256
Hardware configuration	
Racks, max.	4
Modules per rack, max.	8
Expansion devices, max.	3
Number of DP masters	
integrated	2
via CP	4
Configuration / Number of FMs and CPs that can be operated (recommendation)	
FM	8
CP, point-to-point	8
CP, LAN	10
Time of day	
Clock	
Hardware clock (real-time clock)	Yes
battery-backed and synchronizable	Yes

Deviation per day, max.	10 s
Backup time	6 wk ; At 40 °C ambient temperature
Behavior of the clock following POWER-ON	Clock continues running after POWER OFF
Behavior of the clock following expiry of backup period	Clock continues to run with the time at which the power failure occurred
Operating hours counter	
Number	4
Number/Number range	0 to 3
Range of values	0 to 2 ³¹ hours (when using SFC 101)
Granularity	1 hour
retentive	Yes ; Must be restarted at each restart
Clock synchronization	
supported	Yes
to MPI, master	Yes
to MPI, slave	Yes
to DP, master	Yes ; With DP slave only slave clock
to DP, slave	Yes
in AS, master	Yes
in AS, slave	Yes
on Ethernet via NTP	No
Digital inputs	
integrated channels (DI)	0
Digital outputs	
integrated channels (DO)	0
Analog inputs	
Integrated channels (AI)	0
Analog outputs	
Integrated channels (AO)	0
Interfaces	
Number of USB interfaces	0
Number of parallel interfaces	0
Number of 20 mA interfaces (TTY)	0
Number of RS 232 interfaces	0
Number of RS 422 interfaces	0

Number of other interfaces	0
1st interface	
Type of interface	Integrated RS 485 interface
Physics	RS 485
Isolated	Yes
Power supply to interface (15 to 30 V DC), max.	200 mA
Functionality	
MPI	Yes
DP master	Yes
DP slave	Yes
Point-to-point connection	No
MPI	
Number of connections	32
Services	
PG/OP communication	Yes
Routing	Yes
Global data communication	Yes
S7 basic communication	Yes
S7 communication	Yes
S7 communication, as client	No
S7 communication, as server	Yes
Transmission rate, max.	12 Mbit/s
DP master	
Services	
PG/OP communication	Yes
Routing	Yes
Global data communication	No
S7 basic communication	Yes ; I blocks only
S7 communication	Yes
S7 communication, as client	No
S7 communication, as server	Yes
Equidistance mode support	Yes
Isochronous mode	No

SYNC/FREEZE	Yes
Activation/deactivation of DP slaves	Yes
Number of DP slaves that can be simultaneously activated/deactivated, max.	4
DPV1	Yes
Transmission rate, max.	12 Mbit/s
Number of DP slaves, max.	124
Address area	
Inputs, max.	8096 byte
Outputs, max.	8096 byte
User data per DP slave	
Inputs, max.	244 byte
Outputs, max.	244 byte
DP slave	
Services	
PG/OP communication	Yes
Routing	Yes ; Only with active interface
Global data communication	No
S7 basic communication	No
S7 communication	Yes
S7 communication, as client	No
S7 communication, as server	Yes
Direct data exchange (slave-to-slave communication)	Yes
DPV1	No
Transmission rate, max.	12 Mbit/s
Automatic baud rate search	Yes ; only with passive interface
Transfer memory	
Inputs	244 byte
Outputs	244 byte
Address area, max.	32
User data per address area, max.	32 byte
2nd interface	
Type of interface	Integrated RS 485 interface

Date:
07/27/2012

subject to modifications
© Copyright Siemens AG 2012

Physics	RS 485
Isolated	Yes
Power supply to interface (15 to 30 V DC), max.	200 mA
Functionality	
MPI	No
DP master	Yes

Services	
PG/OP communication	Yes
Routing	Yes ; with interface active
Global data communication	No
S7 basic communication	No
S7 communication	Yes
S7 communication, as client	No
S7 communication, as server	Yes
Direct data exchange (slave-to-slave communication)	Yes
DPV1	No
GSD file	The latest GSD file is available at: http://www.siemens.de/profibus-gsd
Transmission rate, max.	12 Mbit/s
Automatic baud rate search	Yes ; only with passive interface
Transfer memory	
Inputs	244 byte
Outputs	244 byte
Address area, max.	32
User data per address area, max.	32 byte
Communication functions	
PG/OP communication	Yes
Data record routing	No
Global data communication	
supported	Yes
Number of GD loops, max.	8
Number of GD packets, max.	8
Number of GD packets, transmitter, max.	8
Number of GD packets, receiver, max.	8
Size of GD packets, max.	22 byte
Size of GD packet (of which consistent), max.	22 byte
S7 basic communication	
supported	Yes
User data per job, max.	76 byte

Date:
07/27/2012

subject to modifications
© Copyright Siemens AG 2012

User data per job (of which consistent), max.	76 byte ; 76 bytes (with X_SEND or X_RCV); 64 bytes (with X_PUT or X_GET as server)
S7 communication	
supported	Yes
as server	Yes
as client	Yes ; Via CP and loadable FB
User data per job, max.	180 byte ; With PUT/GET

Number of variables, max.	30
of which status variables, max.	30
of which control variables, max.	14
Forcing	
Forcing	Yes
Force, variables	Inputs, outputs
Number of variables, max.	10
Status block	Yes
Single step	Yes
Number of breakpoints	2
Diagnostic buffer	
present	Yes
Number of entries, max.	100
adjustable	No
Of which powerfail-proof	100
Configuration	
Configuration software	
STEP 7 programming	Yes ; V5.2 SP1 or higher with HW update
Programming language	
LAD	Yes
FBD	Yes
STL	Yes
SCL	Yes
CFC	Yes
GRAPH	Yes
HiGraph®	Yes
Command set	see instruction list
Nesting levels	8
Software libraries	
System functions (SFC)	see instruction list
System function blocks (SFB)	see instruction list
Know-how protection	


Date:
07/27/2012

subject to modifications
© Copyright Siemens AG 2012


User program protection/password protection	Yes
Dimensions	
Width	80 mm
Height	125 mm
Depth	130 mm
Weight	
Weight, approx.	460 g

Celda de Carga.

Certificado de calibración del instrumento

 **Eligible Certificate**

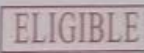
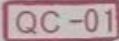
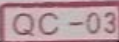
Load Cell Implement Standard: GB/T7551-2008


ISO9001: 2008 Certified License No.:  Metrological Manufacture Zhe No.00000577
 CALIBRATION IS PERFORMED AT NING BO, ZHE JIANG, WHERE THE LOCAL ACCELERATION OF GRAVITY IS 9.79357m/s²

Type Span: SB-A3t Product Serial No.: 8LU8222
 P.L.C: 0.7 Accuracy Class: C3

Technical Parameter

Sensitivity: <u>1.9990</u> mV/V	Input Resistance: <u>397.7</u> Ω
Zero Output: <u>0.56</u> % F.S	Output Resistance: <u>351.3</u> Ω
V _{min} : <u>0.38</u> kg	Safe Load Limit: <u>150</u> % F.S
E _{min} : <u>0</u> kg	Insulation Resistance: <u>≥5000</u> MΩ

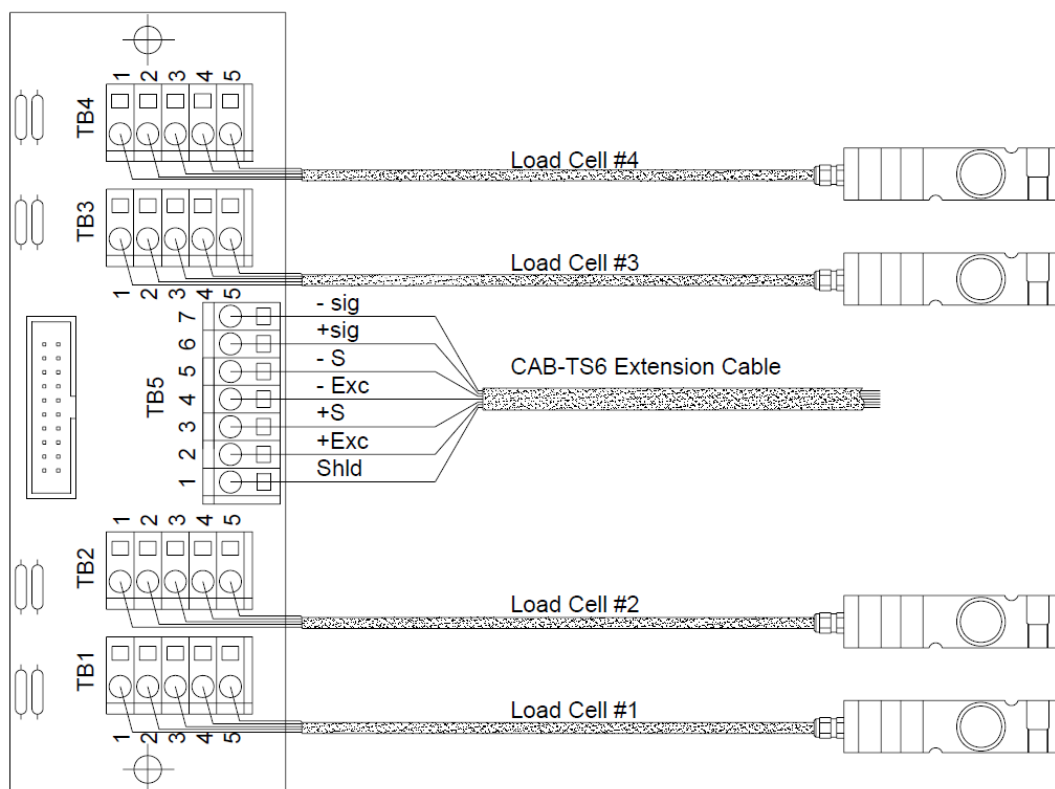
Inspection Result:  Quality Department: 
 Inspector: 

Inspection Date: 2014/08/08  (Inspection Seal)

Exc: +Red -Black
 Sig: +Green -White
 Sen: +Blue -Yellow (Optional)
 Shield: Thick Black (Purple) / Thick Yellow

KELI SENSING TECHNOLOGY(NINGBO)CO.,LTD.

Address: NO.199 Changxing Road, JiangBei District, NingBo, China
 TEL: 800-857-4165 400-887-4165 Fax: 86-574-87562271 P.C: 315033
 Http://www.kelichina.com E-mail: kelime@kelichina.com

Diagrama de conexión de las celdas de carga a la caja sumadora

Código de colores para cables en la caja sumadora


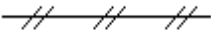

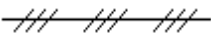
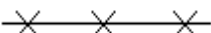
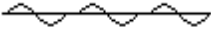

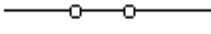

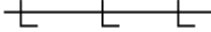
EXTENSION CABLE CAB-TS6			
TB5	SIGNAL	DESCRIPTION	COLOR CODE
1	Shld	Shield	Copper Wire
2	+Exc	+ Supply	Red
3	+S	+ Sense (+ ref.)	Green
4	- Exc	- Supply	Blue
5	- S	- Sense (- ref)	Grey
6	+ sig	+ signal	White
7	- sig	- signal	Yellow

LOAD CELL CABLE			
TB1 – TB2 TB3 – TB4	SIGNAL	DESCRIPTION	COLOR CODE
1	+ Exc	+ Supply	Red
2	- Exc	- Supply	Black
3	+ sig	+ signal	Green
4	- sig	- signal	White
5	Shld	Shield	Yellow/Copper Wire

Diagramas de Proceso e Instrumentación (P&ID)

Normas ISA S5.1 - S5.3

- Líneas de instrumentación (se dibujan más finas que las de proceso)

	Conexión a proceso, o enlace mecánico o alimentación de instrumentos.
	Señal neumática
	Señal eléctrica
	Señal eléctrica (alternativo)
	Tubo capilar
	Señal sonora o electromagnética guiada (incluye calor, radio, nuclear, luz)
	Señal sonora o electromagnética no guiada
	Conexión de software o datos
	Conexión mecánica
	Señal hidráulica



- Designación de instrumentos por círculos:

Montado localmente



Detrás de la consola (no accesible)



En tablero



En tablero auxiliar



Instrumentos para dos variables medidas o instrumentos de una variable con más de una función.

- Fuentes de alimentación

AS: Air Supply. Ejemplo: SA-100: Aire a 100 psi

ES: Electric Supply. Ejemplo: ES-24CD: Alimentación de 24V de corriente continua.

GS: Gas Supply

