

Universidad Don Bosco  
Facultad De Ingeniería  
Escuela De Ingeniería Electrónica



## Trabajo de Graduación para obtener el grado de Ingeniero en Automatización

Tema:

*Medición de eficiencia de maquinaria en una planta  
industrial.*

Presentado por:

Marlon Guillermo Hernández Vásquez  
Mario Ernesto Zavaleta

Asesor:

Ingeniero Ricardo Medrano

Soyapango, 21 de octubre de 2008  
Universidad Don Bosco  
Facultad De Ingeniería



Rector  
Ing. Federico Miguel Huguet Rivera

Vicerrector  
Padre Víctor Bermúdez

Secretario General  
Lic. Mario Rafael Olmos

Decano de la Facultad de Ingeniería  
Ing. Ernesto Godofredo Girón

Soyapango, 21 de octubre de 2008  
Universidad Don Bosco  
Facultad De Ingeniería



## Subcomité Evaluador del Trabajo de Graduación

Tema:

*Medición de eficiencia de maquinaria en una planta industrial.*

F. \_\_\_\_\_  
Ing. Alex Guzman  
Lector

F. \_\_\_\_\_  
Ing. Ricardo Medrano  
Asesor

F. \_\_\_\_\_  
Ing. Nestor Lozano  
Administrador

# Índice

Introducción .....	1
Descripción del proyecto.....	2
Diagrama de bloques .....	7
Justificación.....	8
Objetivos .....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos .....	9
Alcances y limitaciones.....	10
Alcances.....	10
Limitaciones.....	10
Validación .....	11
Actividades.....	12
Descripción del proceso. ....	13
Variables del proceso a medir .....	17
Presupuesto.....	18
Diseño del programa .....	19
Estructura del sistema. ....	19
Desarrollo del sistema.....	22
Recursos del sistema.....	22
Configuración y programación.....	22
Programa. ....	28
OB1.....	28
FC1.....	30
FC2.....	31

FC3.....	33
FC4.....	38
FC5.....	40
FC6.....	43
FC9.....	44
FC11.....	47
Visualización.....	49
Configuración de variables de alarma.....	50
Imágenes del proceso.....	53
Anexos.....	58
Interfaz MPI.....	58
Fuentes de consulta .....	59

## **Introducción**

En la industria de nuestro país y del mundo entero, los procesos de automatización han tenido un auge muy grande en los últimos años. Procesos que antes tardaban mucho tiempo en ejecutarse han sido agilizados por medio del uso de sistemas de control automático, inteligencia artificial y otros. Sin embargo, el solo hecho de automatizar un sistema no garantiza que el proceso se esté ejecutando de una manera eficiente; en vista de ello, es necesario obtener parámetros y establecer normas que permitan determinar el nivel de eficiencia que tienen los procesos en una industria.

En este trabajo se presenta el planteamiento de desarrollo de un proyecto de medición de eficiencia de maquinaria e implementación del mismo en la industria. El sistema permitirá monitorear en todo momento la eficiencia con la que se está produciendo en la planta, lo cual sirve como una herramienta para la toma de decisiones en todos los procesos que deben llevarse a cabo en el área de producción y mantenimiento.

## Descripción del proyecto

El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una medida que permite el cálculo de la eficiencia de las máquinas en una industria. Es un valor porcentual que encierra los tres parámetros de producción considerados más importantes: rendimiento, disponibilidad y calidad.

Por ejemplo, obtener un porcentaje de 60% de OEE nos indica que se está produciendo tan solo un sesenta por ciento de la capacidad máxima instalada de la planta; es decir, estamos desperdiciando un cuarenta por ciento del desempeño máximo del cual se dispone.

El rendimiento y la disponibilidad son determinados por medio de sensores presentes en la maquinaria, con los cuales se realizan mediciones de velocidad de la producción, tiempos de paro, proyectados y no proyectados, unidades producidas por unidad de tiempo, además, el sistema determina los valores de aquellas variables físicas que se consideran de importancia para realizar los cálculos de los parámetros antes mencionados en el proceso. También puede contarse opcionalmente con un panel de control el cual sería manipulado por el operario, el cual permite en el momento que se genere un paro, saber cual ha sido la naturaleza de dicho paro: cambio de formato, falla de la máquina, etc. Dicho valor es almacenado en el sistema para efectos de análisis de los jefes de planta.

La calidad, es un factor subjetivo, que en el sistema implementado debe ser ajustado de forma manual de acuerdo a los estándares que la empresa maneja en cuanto a su producto. Este es un número porcentual que lo ingresa el operario por cada número de unidades o lotes producidos. Por ejemplo, si se producen 100 camisas y de ellas 2 tienen defecto se deberá ingresar el valor 98%, que es el porcentaje de producto en buen estado. Hay que tomar en cuenta que la calidad puede ser medida utilizando visión artificial u otra técnica similar; sin embargo el costo de implementar un sistema de esta índole es alto, por lo que no se hace uso de esta característica. Son estos tres parámetros los que nos permiten hacer un cálculo del valor del coeficiente OEE.

Los tres cocientes mencionados son medidos en porcentajes. La calidad como se mencionó, en cantidad de producción aprobada contra el total. La disponibilidad es la proporción de tiempo de trabajo efectivo en comparación con el tiempo programado en los planes de producción y mantenimiento. El desempeño es la relación entre la velocidad de manufactura real sobre la máxima posible o máxima asignada a la máquina. La ecuación a utilizar es entonces:  $OEE = \% \text{ disponibilidad} * \% \text{ desempeño} * \% \text{ calidad}$ . Esto resulta en un número, también un porcentaje, que indica la eficiencia general de la maquinaria.

Todos los datos mencionados son reportados en una página Web que se actualiza en tiempo real con todos los valores obtenidos de las máquinas analizadas de la planta. Esta página muestra de forma ordenada y accesible la información actual como también un historial del comportamiento del equipo. Son encontradas a primera vista además, alertas sobre paros inesperados.

Se ha hecho un esfuerzo por diseñar e implementar el sistema de tal forma permita realizar el cálculo de OEE, haciendo uso de un PLC y una computadora, y poder aprovechar los recursos de red disponibles en la industria, como es el caso de Ethernet, para poder hacer llegar la información del proceso a los encargados de producción y mantenimiento de la planta industrial. La comunicación entre el autómatas programable y el ordenador, es tal que permite realizar tareas de configuración y manipulación de la información, para permitir la presentación de la misma en un formato amigable al usuario, fácil transporte y compartimiento, y establecimiento de niveles de seguridad que restringen su acceso. El consolador lógico programable se encarga de recopilar la información de la planta, realizar cálculos y enviarlos en paquetes hacia la computadora, donde se presentan los datos, para luego realizar la publicación en Web; la computadora también se encarga de almacenar dicha información y generar un registro histórico, el cual puede ser revisado en todo momento.

Se debe tomar en cuenta que el sistema tiene la potencial capacidad de medir la eficiencia de una gran cantidad de máquinas en función de la cantidad de puertos de lectura analógicos con los que cuentan los módulos correspondientes del PLC y la cantidad de variables analógicas que se necesiten emplear para estimar los parámetros de la máquina. Por ejemplo, si una máquina necesita para iniciar sus operaciones que se llegue a un valor de temperatura determinado, que exista una presión específica y un nivel de fluido, se requiere entonces de tres sensores para monitorear la disponibilidad, más un cuarto puerto que permita determinar la velocidad a la que se está produciendo, también se hace uso de temporizadores para especificar periodos de trabajo de la maquinaria a fin de ayudar al cálculo de disponibilidad. Dependiendo de su naturaleza, algunos conteos tienen formato digital.

Estos factores serán los determinantes para calcular cuántas máquinas se podrán medir con el sistema. En el sistema implementado, las tareas de configuración de puertos, se realizan desde la computadora, la cual al iniciar el sistema envía los parámetros al PLC de cómo están conectados los puertos de entrada, de acuerdo a la cantidad de máquinas que son monitoreadas.

Los valores de medición son tomados de los sensores existentes en la maquinaria; únicamente han sido seleccionados sensores en lugares estratégicos en los que se conozcan parámetros específicos de la máquina, con lo que se evita el uso excesivo de puertos analógicos.

La razón de utilizar un PLC y no una tarjeta adquisidora de datos, es el factor de escalabilidad<sup>1</sup> y robustez que éste presenta, pues una tarjeta adquisidora no es fuerte en ambas características, mientras que con el PLC es posible crear redes completas de adquisición de datos.

### ***Descripción de OEE.***

El coeficiente de Eficiencia General de los Equipos pone énfasis especial en el tiempo como el principal recurso con el cual se cuenta, razón por la cual los tres índices que lo componen se definen en función del tiempo efectivo de producción y los tiempos de pérdida que afectan a cada uno.

Definimos en primera instancia todos las denominaciones de tiempo que se utilizan: El Tiempo total es el tiempo según el reloj o el calendario, medido según el caso en horas, días, semanas, etc. La primera pérdida es el Paro de planta, la cual no afecta al OEE, ésta se refiere como pérdidas por paradas programadas de mantenimiento, inspecciones periódicas y demás paradas previamente planificadas.

La diferencia del Tiempo total menos la pérdida por Paro de planta es igual al Tiempo de carga, el cual es igual al período planificado de producción en un determinado intervalo. Luego encontramos la pérdida de Tiempo improductivo por fallas en el equipo, la cual hace referencia a todas las paradas que presentan una ausencia de producción en el ciclo programado, pérdidas como fallos de máquina mayores a diez minutos, cambios de formato, arranque y paros, pérdidas por fallo en provisión de materiales o repuestos y espera de instrucciones. Este es el tiempo que hará decrecer al índice de disponibilidad.

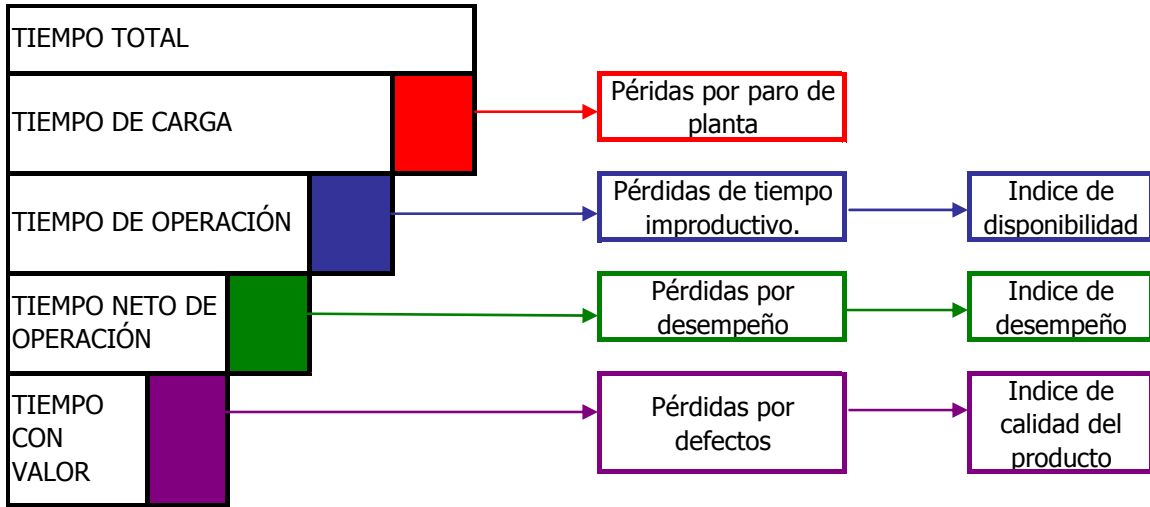
Restado ese lapso improductivo tendremos el Tiempo de operación, quien a su vez da paso al Tiempo neto de operación cuando le sustraemos las pérdidas por desempeño. Las pérdidas por desempeño inciden en el índice del mismo nombre. Aquí se incluyen las pérdidas por pequeñas paradas (10 minutos o menos), velocidad de producción menor a la deseada, problemas de organización en la asignación de personal (falta de operadores) y tiempos por ineficiencia en entrega de materias primas o remoción de producto terminado.

El tiempo neto de operación ve una última disminución, la Pérdida por defectos, la cual está ligada al índice de calidad; aquí son considerados los tiempos utilizados en producir producto no conforme y tiempo para el reproceso del mismo, como también las pérdidas en medidas y ajustes recurrentes.

---

<sup>1</sup> Escalabilidad: Capacidad de crecimiento o expansión que tiene un equipo o maquinaria.

Para visualizar mejor todo lo antes explicado es resumido en una figura a continuación:



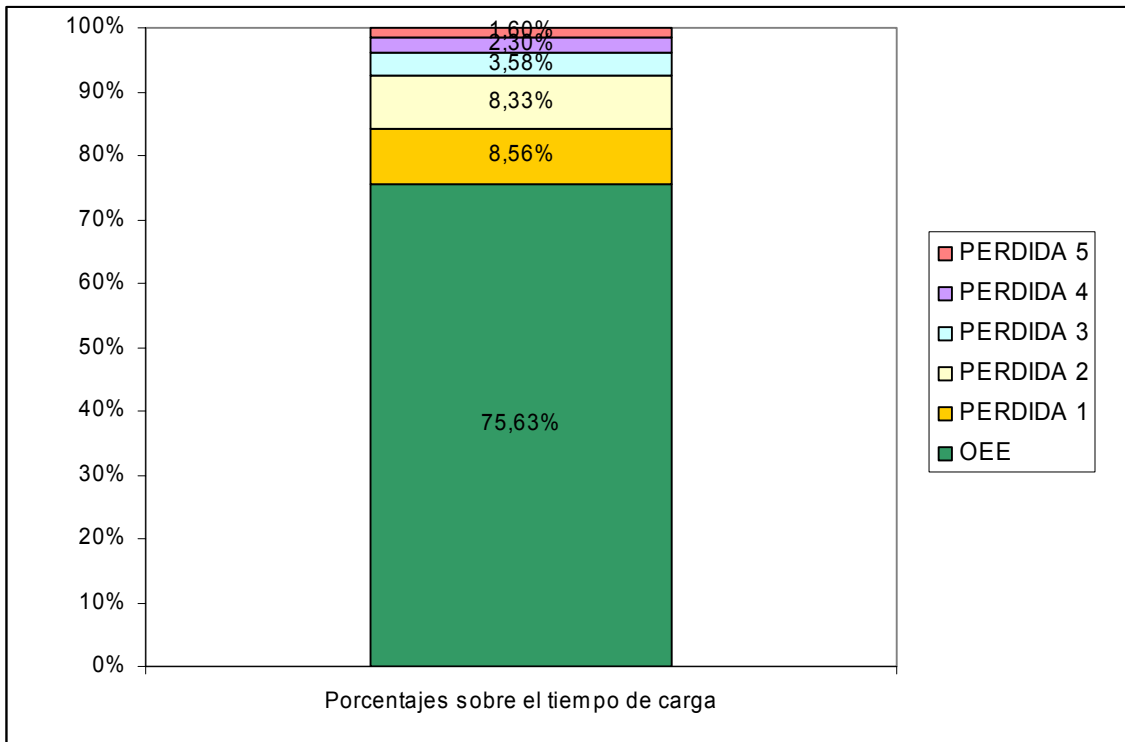
**Figura 1. Cuadro de pérdidas de OEE.**

El tiempo con valor es finalmente el tiempo en el cual existió manufactura a la velocidad óptima esperada y obteniendo un producto que satisface los estándares de calidad establecidos por la compañía.

Los programas y visualizaciones desarrollados para este proyecto muestran el OEE en una curva lineal en el tiempo, lo cual si bien es correcto en darnos una idea de la tendencia que el índice lleva, puede no darnos la imagen completa de las causas de la mayor concentración de pérdidas en el proceso.

Las herramientas que fueron utilizadas en la realización de este proyecto no permiten un manejo y presentación de datos óptimos. Universalmente la gráfica más utilizada para demostrar el impacto de las pérdidas y el peso del OEE es la gráfica de barra simple que muestra el porcentaje en el cual afecta cada factor, como es ejemplificado a continuación.

OEE	75,63%
PERDIDA 1	8,56%
PERDIDA 2	8,33%
PERDIDA 3	3,58%
PERDIDA 4	2,30%
PERDIDA 5	1,60%
	100,00%



**Figura 2. Gráfica ejemplo de visualización ideal.**

Muestras como ésta dan una idea de pasos adicionales que pueden tomarse en la mejora y posterior desarrollo del proyecto ahora presentado.

## Diagrama de bloques

La representación básica del sistema es representada de la siguiente manera:

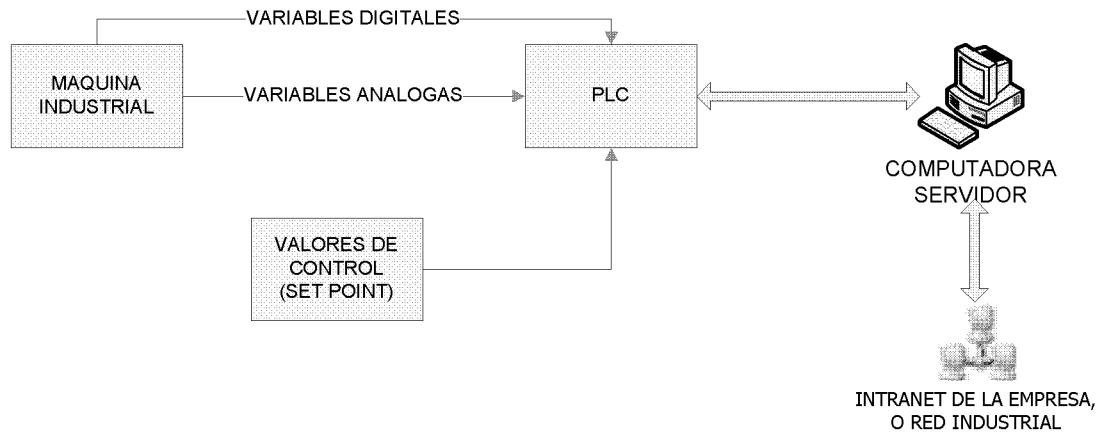


Figura 3. Diagrama de bloques.

## Justificación

En la industria es necesario maximizar el uso de los recursos, a fin de reducir costos e incrementar la rentabilidad de la maquinaria, lo cual constituye el objetivo primordial de la automatización. En este sentido, la medición de la eficiencia que presentan las máquinas se vuelve un factor de gran importancia, pues esto permite determinar diversos tipos de problemas que pueden generarse en las áreas de mantenimiento y/o producción de una empresa, y la toma de decisiones para su rápida corrección, con el fin de reducir los tiempos de producción en la planta, los paros por fallas, la maquinaria ociosa, etc.

La medición de OEE permite a los encargados de las áreas de producción y mantenimiento crearse una perspectiva de cómo se están llevando a cabo los procesos productivos en la planta, por medio del monitoreo del comportamiento de la maquinaria en todo momento. La alternativa de poder monitorear desde cualquier ubicación de la planta el desempeño que están teniendo las máquinas representa una excelente alternativa para minimizar el tiempo de acción-reacción, pues el/los encargado/s de producción y/o mantenimiento puede/n estar realizando otras tareas, sin tener que desplazarse constantemente hasta la ubicación física de la/s máquina/s. Además, un sistema electrónico dedicado de medición es más preciso y exacto, pues no comete los errores que existen en la medición humana; además el sistema es imparcial, pues éste no hace diferencias entre los diferentes motivos o razones por las que no se está produciendo, el sistema monitorea los tiempos exactos en los que se realiza la producción y en los que no, a fin de realizar los cálculos; por otro lado, la capacidad de monitorear todas las máquinas desde cualquier ubicación de la empresa haciendo uso de la red disponible constituye una gran ventaja para un sistema de este tipo, pues permite aprovechar los recursos existentes en pro del desarrollo de la producción. El sistema permitirá visualizar los parámetros actuales en tiempo real, así como acceder en cualquier momento al récord de la/s máquina/s que así se desee. Para realizar la medición de los parámetros no es necesario adquirir nuevos sensores; simplemente se necesita cablear en paralelo a los ya existentes, lo cual permite a un bajo costo disponer de una herramienta veraz.

Sistemas de este tipo aun no cobran presencia en nuestro país, por lo que su implementación ayudaría a mejorar el desempeño de los equipos en función de las respuestas rápidas ante inminentes fallas en las máquinas.

## Objetivos

### ***Objetivo general***

Desarrollar e implementar un sistema de bajo costo y alta confiabilidad para la medición de eficiencia de maquinaria en una planta industrial a través del índice OEE<sup>2</sup>, utilizando un controlador lógico programable y una computadora.

### ***Objetivos específicos***

- Implementar un programa en un controlador lógico programable (PLC) que se encargue de lo siguiente:
  - Recopilar información de una planta industrial por medio de sensores disponibles en la maquinaria.
  - Estimar el valor de OEE en la planta por medio de la información recopilada por los sensores.
- Desarrollar un protocolo de comunicación entre un PLC y una computadora que permita:
  - Realizar tareas de configuración del PLC al iniciar el proceso de medición.
  - Leer información del PLC y presentarla en pantalla en un formato amigable al usuario.
  - Almacenar la información obtenida del PLC
  - Almacenar parámetros físicos de la máquina que permitan establecer posibles causas de las fallas.

---

<sup>2</sup> Eficiencia General de Equipos, por sus siglas en inglés.

## **Alcances y limitaciones**

### ***Alcances***

- El sistema será capaz de determinar la eficiencia de múltiples máquinas simultáneamente.
- Contará con la capacidad de mostrar un reporte con los valores de OEE en una página Web, en tiempo real.
- El sistema mantendrá un historial, el cual podrá ser accedido desde la página Web mencionada.
- El sistema será implementado en maquinaria de una planta industrial de El Salvador, preferentemente localizada en la Zona Metropolitana de San Salvador.

### ***Limitaciones***

- El número de máquinas simultáneas que podrá monitorear el sistema estará restringido por la capacidad del autómatas programable que se utilice<sup>3</sup>.
- El factor de calidad será un dato ingresado por el usuario en base a estándares de calidad de la empresa.

---

<sup>3</sup> En algunos casos dependiendo de las dimensiones de la maquina podría ser necesario la instalación de diferentes terminales o gabinetes para la adquisición y en algunos casos para dar una mayor sentido de medición podría segmentarse para diferentes segmentos del proceso.

## **Validación**

Para efectos de validación del proyecto se logro obtener el patrocinio de equipo PLC y el permiso de acceso a la cabeza de máquina de papel #2 en el área de Manufactura de Kimberly Clark de Centroamérica.

## **Actividades**

- Implementar el sistema en maquinaria de una empresa real del país.
- Generar el software en el PLC que realizará los cálculos de OEE.
- Realizar la medición de velocidad de producción de la máquina.

## Descripción del proceso.

Las máquinas para generación de papel higiénico que se utilizan en KCCCA, son sistemas de gran tamaño, los cuales poseen múltiples sensores y actuadores, sin embargo, para efectos de validación solo se permitió el acceso a la cabeza de máquina CWM2. En la figura 1 se presenta un esquema de cómo está estructurada de forma física la máquina en la que se efectúa el proceso de secado de la pulpa y obtención de la hoja de papel con la que se generan las bobinas<sup>4</sup>, se omiten los detalles debido a la confidencialidad de dicha información.

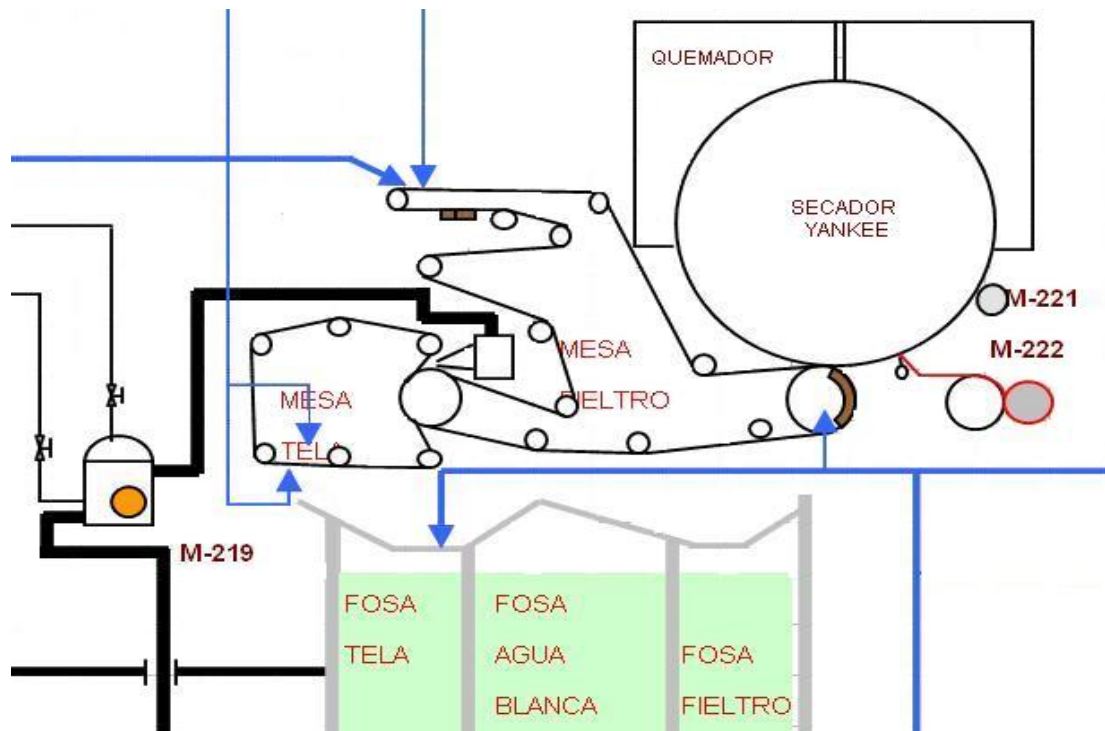


Figura 4. Esquema de la cabeza de máquina

<sup>4</sup> Las bobinas son rollos de papel, que en el caso de la cabeza de maquina dos alcanza un tamaño de 2m de longitud y 1.27m de diámetro.

El proceso inicia con la entrada de la fibra (papel de reciclaje) hacia los molinos de papel (hélico pulper), en donde se mezcla este papel con agua y así es como se forma la pasta o pulpa de papel, que posteriormente pasa por etapas de limpieza en donde se quitan elementos sólidos como metales y plásticos, que vienen adheridos a la fibra de papel, así mismo se elimina o minimiza la tinta; la pasta pasa por diferentes tipos de equipos de limpieza, donde existen variaciones de su consistencia<sup>5</sup> a lo largo del recorrido hasta llegar a la caja de entrada, todo este proceso se denomina destintado.

La cabeza de máquina es una estructura formada por múltiples elementos los principales son:

- Yankee<sup>6</sup>
- Quemador (o capota Yankee)
- Mesa tela
- Mesa fieltro<sup>7</sup>

La pasta contenida en la caja de entrada es lanzada hacia la tela quien junto al rodillo formador se encargan de darle la textura al papel, la mesa tela esta formada por 6 rodillos, luego la pasta es entregada al fieltro, este en toda su longitud pasa a través de 12 rodillos y la prensa de succión, tanto la tela como el fieltro son desplazados por transmisión pues el único elemento de los mencionados que posee motor es la prensa, la velocidad a la que esta gira es controlada por medio de variadores. Por otro lado en la figura 1 puede notarse que la prensa de succión, el fieltro y el yankee son tangentes en un punto, es en este punto en el que se realizan dos acciones:

- Se elimina la mayor cantidad de agua del papel gracias a la succión de la prensa.
- El papel deja el fieltro y se adhiere a la superficie del yankee

---

<sup>5</sup> Se conoce así a la relación entre una valor másico de papel por volumen de agua

<sup>6</sup> El Yankee puede ser descrito como un cilindro hueco, colocado de forma horizontal, dentro del cual se inyecta vapor para mantenerlo a una temperatura específica.

<sup>7</sup> El fieltro es un material rugoso, al cual se adhiere la hoja de papel húmeda ya formada por la mesa tela, tiene la capacidad de absorber gran cantidad de agua de la que esta contenida en la pasta.

El papel en el fieltro esta a una temperatura de aproximadamente 80° F, el Yankee por otro lado se encuentra a una temperatura de aproximadamente 800° F<sup>8</sup>, este choque se da a una velocidad de aproximadamente 900m/min.<sup>9</sup> lo cual permite que el papel llegue seco al otro punto en donde es enrollado en la bobina la cual recibe la velocidad de giro por medio de transmisión del Pope Reel.

Debido al tamaño de la máquina es necesario un valor alto de esfuerzo de torsión (torque en ingles) para poder realizar el movimiento de los elementos del sistema., esto se traduce en un alto consumo de energía, así como materiales de lubricación y enfriamiento, de la misma manera cualquier tipo de daño en una de las piezas que forman parte de la máquina obliga a incurrir en gastos excesivamente altos, por ejemplo, si la vibración aumenta de una forma desproporcionada puede provocar rupturas o doblamientos en los ejes o rodamientos de los motores del yankee, prensa o reel, si la velocidad del yankee es menor a la deseada se está consumiendo más energía por una producción menor a la prevista si la temperatura de la capota está por debajo de la adecuada, la hoja llega con un valor de humedad alto, lo cual puede provocar que la bobina quede pegada en varios puntos, lo cual implica que aunque no se de una pérdida del 100% de la materia prima, pues todo el material es reciclable, se han producido gastos de energía, gasto de químicos necesarios para realizar el blanqueo de la hoja, consumo de vapor, gas propano, desgaste en los rodamientos, y demás suministros necesarios para producir una bobina, debe tomarse en cuenta que el tiempo aproximado en el cual se genera una bobina es de 30 a 40 minutos, por lo que producir una bobina la cual no se pueda utilizar implica pérdida para la empresa.

---

<sup>8</sup> Esta temperatura depende del tipo de papel que se este produciendo pues tienen diferente valor de peso base. A mayor peso base se requiere mayor temperatura, el rango de operación del quemador es de 600 a 900 °F.

<sup>9</sup> La velocidad a la que se da el choque es la velocidad a la cual esta operando la maquina el rango de operación va desde los 800 a los 1000m/min.

Los equipos sufren desgaste, pero es muy complicado poder llevar un historial o especificar en que momento es adecuado efectuar su reemplazo, por ejemplo el rodamiento del yankee esta sometido a alta temperatura, alta velocidad y vibración las 24 horas del día, al monitorear el comportamiento de dicho rodamiento puede hasta cierto punto predecirse el momento adecuado para reemplazarlo, obteniendo el mayor provecho del dispositivo, pero también salvaguardando la integridad operativa de la máquina, evitando que esta puede incurrir en paros debido a daño de rodamientos<sup>10</sup>, los cual implica un gran ahorro para la empresa. En este sentido el tener una base de datos que permita especificar cuales son aquellas brechas en la producción que están produciendo las pérdidas en el proceso productivo, permitirá evitar en gran medida los paros por fallas, adelantarse a los equipos y repuestos a utilizar o reemplazar durante los mantenimientos en base a la experiencia y datos obtenidos en el campo incrementando el desempeño de la máquina y reduciendo costos de producción.

---

<sup>10</sup> Cada vez que daña un rodamiento el tiempo para cambiarlo es de aproximadamente 16 horas con una mano de obra de 8 a 10 personas

## **Variables del proceso a medir**

La cabeza de máquina posee ciertas variables físicas de prioridad para mantener un alto desempeño y operabilidad, las cuales son:

- Temperatura de entrada de vapor al Yankee.
- Temperatura del Quemador
- Presión diferencial en el Yankee
- Vibración<sup>11</sup>
- Presión de vapor
- Velocidad de la máquina
- Nivel de aceite del secador

Las variables anteriores son de origen analógico, sin embargo también se tienen variables del tipo booleanas las cuales son:

- Posición de la prensa
- Presencia de Hoja
- Estado de las bombas de lubricación
- Sincronía entre el Yankee y la prensa

---

<sup>11</sup> Al momento de la presentación del proyecto, la empresa patrocinadora aun no adquiría los sensores necesarios para medir esta variable, por lo cual no ha podido ser integrada.

## **Presupuesto**

El proyecto en su totalidad ha sido financiado por Kimberly Clark de Centroamérica, el listado de elementos a utilizar y su valoración en el mercado son los siguientes:

## Diseño del programa

### *Estructura del sistema.*

En la figura se presenta el diagrama de flujo de cómo debe estructurarse el sistema de monitoreo

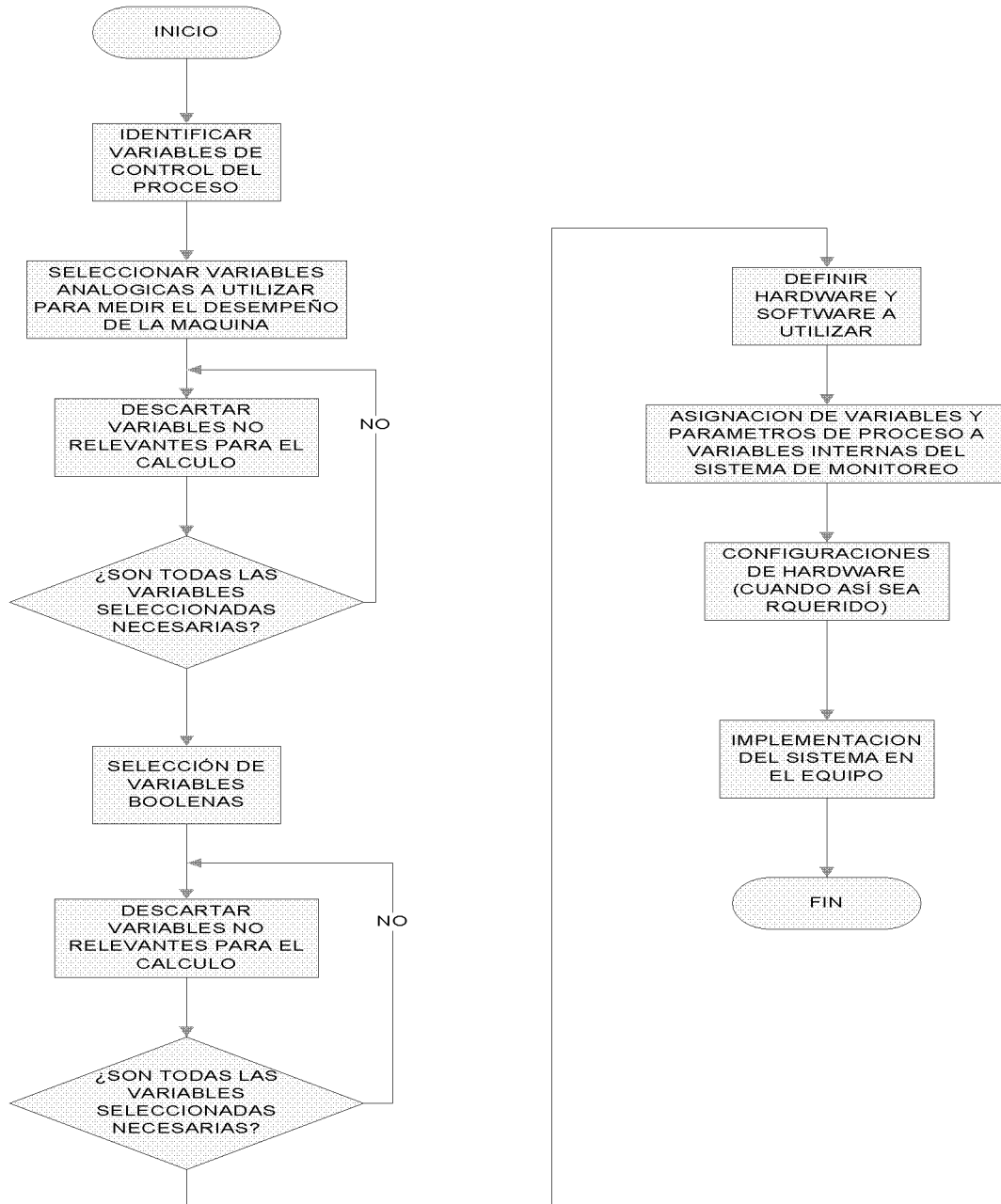


Figura 5. Estructura de implementación del sistema.

Ya que el programa debe tener la capacidad de emigrar de un tipo de PLC a otro, se definirán algunos pasos y requerimientos básicos con las cuales el sistema rigurosamente debe de cumplir, estas son:

- Análisis de las variables del proceso a medir: cada proceso tiene diferentes características y cantidad de variables físicas que deben ser controladas, sin embargo para poder efectuar la medición de la eficiencia basta con escoger puntos estratégicos de la máquina, (para el caso de la validación del proyecto se han tomado en cuenta la temperatura, presión vibración y velocidad y presencia o ausencia de una variable) por medio de los cuales es posible determinar como es que el equipo se está comportando por lo que el primer punto a tomar en cuenta es discriminar las variables que pueden tornarse redundantes a la hora de realizar el monitoreo.
- Selección de equipo de monitoreo: incluye tanto el hardware y software que servirá de plataforma para el sistema, como también los sensores necesarios para la recopilación de datos de la máquina en caso de que esta no contara con ellos, no se debe olvidar que cada hardware tiene sus particularidades de crecimiento, así que en el momento de realizar esta selección hay que ser muy cuidadosos en cuanto a las perspectivas de crecimiento que la empresa tenga en el área en la cual se implementara el sistema, el software está ligado al hardware en el aspecto de las características de plusvalía que cada fabricante agrega en sus equipos, y la potencialidad que estos tienen para poder desempeñar labores críticas, así como el tiempo de desarrollo de las aplicaciones, los cuales también son factores a considerar al momento de adquirir alguna licencia. En cuanto a los sensores no se debe olvidar de que estos deben ser elegidos de forma muy meticulosa, evaluando cada una de las características del ambiente a la cual éste se encontrara sometido (calor, presión, polvo, vibración, etc.) pues estos son factores que afectan el proceso de medición y por ende en la capacidad de respuesta que el sistema presentará, además el costo de los sensores es alto por lo que siempre debe evaluarse las características de los dispositivos a adquirir.\*

---

\* En cuanto a los sensores, hay que recordar que se debe aprovechar al máximo el equipo con el que la maquinaria ya cuenta por lo que en muy pocas ocasiones o circunstancias se debe recurrir a la compra de estos recursos.

- Almacenamiento y asignación de variables: todos los PLC y microcontroladores tienen instrucciones para asignación de variables o símbolos por medio de los cuales se puede reservar espacios de memoria y poder así acceder a ellos de una manera mas sencilla; es por ello que como segundo punto se trabajo en la asignación de variables para los puertos así como a espacios de memoria de trabajo, lo cual permite universalizar el desarrollo del sistema, pues al emigrar a otro hardware solo se necesita utilizar las palabras claves de cada fabricante pero el desarrollo seguirá intacto.
- Configuración de hardware: existen equipos de hardware que necesitan una configuración especial antes de poder ser cableados y por consiguiente antes de realizar la descarga del software, por ejemplo en el caso de los módulos analógicos SIMATIC debe configurarse que tipo de entrada analógica se conectará al puerto, ya que puede ser voltaje, corriente, RTD o termocupla, asimismo puede ser señal de 2 hilos o de 4 hilos, esta configuración es realizada en el hardware por medio de unos dados que el modulo trae en un costado tal y como se muestra en la figura 3:

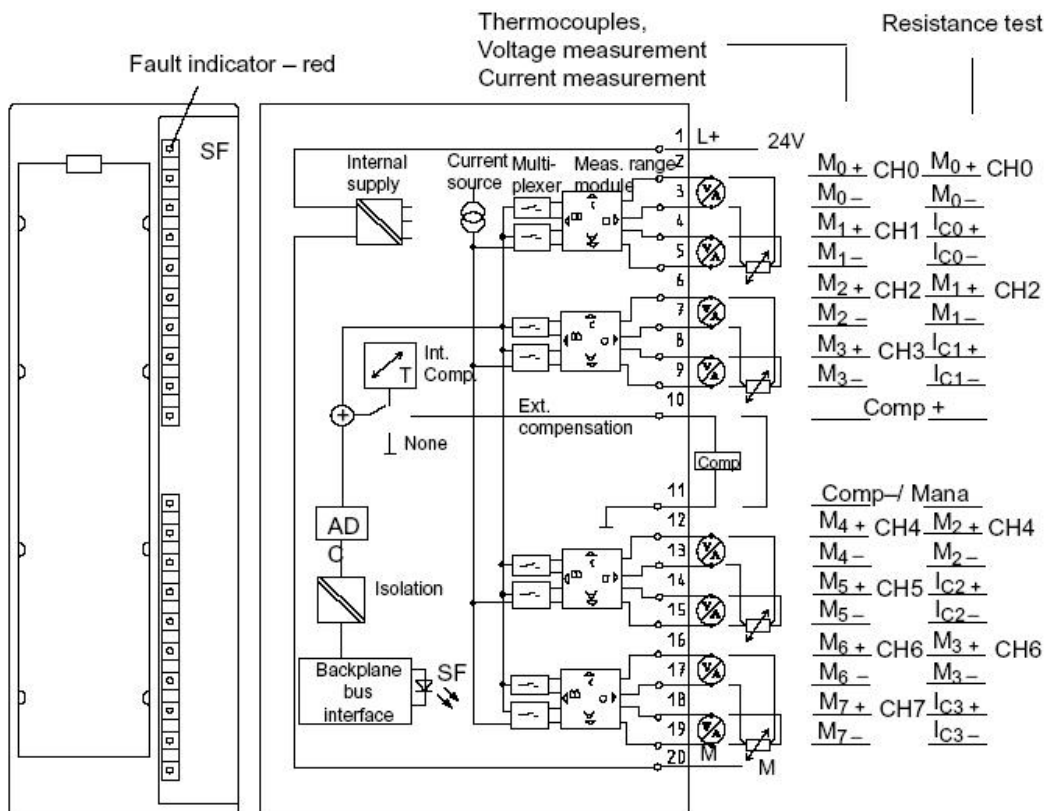


Figura 6. Modulo AI SM331

- Codificación: para realizar la codificación únicamente es necesario seguir los pasos descritos en los diagramas de flujo y traducirlos al lenguaje propio del hardware y software utilizado.

## ***Desarrollo del sistema.***

### **Recursos del sistema**

Las variables físicas descritas en el apartado anterior son las que el sistema de medición de eficiencia se encargará de monitorear, como se mencionó, el hardware y software ha sido proporcionado por la empresa Kimberly Clark, el equipo<sup>12</sup> a utilizar se describe a continuación:

- PLC 316-2DP
- WINCC V6.0
- SIMATIC STEP 7 V5.4

La publicación Web será hecha utilizando Wincc las lecturas que el PLC realizara son de corriente, voltaje y booleanas, se omite la descripción de todos los sensores por políticas de la empresa, solo se procederá a realizar la descripción de la configuración de entradas y salidas del hardware.

La CPU 316-2DP, posee algunas características que la hacen ideal para el trabajo posee dos interfaces integradas una MPI<sup>13</sup> (Multipoint Interface) una DP

### **Configuración y programación.**

Las tablas de variables a que se han utilizado son las siguientes:

---

<sup>12</sup> Entiéndase por software y hardware como un solo conjunto

<sup>13</sup> MPI es un puerto para comunicación que permite conexiones de red simples entre diferentes varios PG/PC, sistemas HMI (Human Machine Interface)

**DB1 - <offline> - Declaration view**

"DATOS SISTEMA"  
 Global data block DB 1  
**Name:** **Family:**  
**Author:** **Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 04/13/2008 02:32:20 PM  
**Interface:** 01/27/2008 02:23:33 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00188 00062 00000

**Block: DB1**

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	ACCU_PRES_DIFER	REAL	0.000000e+000	ACUMULADO DE PRESION DIFERENCIAL
+4.0	PRESS_DIF_ACTUAL	REAL	0.000000e+000	PRESION DIFERENCIAL ACTUAL
+8.0	ACCU_TMP_QUEMADOR	REAL	0.000000e+000	Acumulado quemador
+12.0	TEMP_QUE_ACTUAL	REAL	0.000000e+000	TEMPERATURA ACTUAL
+16.0	ACCU_PRES_VAP	REAL	0.000000e+000	Acumulado presion de vapor
+20.0	PRESS_V_ACTUAL	REAL	0.000000e+000	PRESION DE VAPOR ACTUAL
+24.0	VELOC_YANKEE	REAL	0.000000e+000	VELOCIDAD DE YANKEE
+28.0	ACCU_VEL_YANK	REAL	0.000000e+000	Acumulado de velocidad
+32.0	VELOCIDAD_PRENSA	REAL	0.000000e+000	VELOCIDAD_PRENSA
+36.0	ACCU_TEMP_SEC	REAL	0.000000e+000	Acumulado de TEMPERATURA yankee
+40.0	TEMP_SECADOR_ACTUAL	REAL	0.000000e+000	TEMPERATURA ACTUAL YANKEE
+44.0	TAB_COUNT	INT	10	CONTADOR PARA LA TABLA
+46.0	MAX_CON	REAL	2.880000e+002	CONTEO MAXIMO DE MUESTRAS DENTRO DE LAS 24 HORAS
+50.0	D_TAB_COUNT	REAL	0.000000e+000	CONTEO
+54.0	BASIS_WEIGHTH	REAL	0.000000e+000	PESO BASE
+58.0	AVER_BASI_WEIGHTH	REAL	0.000000e+000	PESO BASE PROMEDIO
=62.0		END_STRUCT		

**Figura 7. DB1, Datos del sistema.**

En los datos del sistema se encuentran los parámetros de velocidad, presión y temperatura, que son las variables que se monitorearan durante el proceso.

**DB2 - <offline> - Declaration view**

"VARIABLES TIEMPO"  
 Global data block DB 2  
**Name:** **Family:**  
**Author:** **Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 09/18/2007 12:51:38 PM  
**Interface:** 09/18/2007 12:51:38 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00122 00014 00000

**Block: DB2**

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	HORA_MIN	INT	0	HORAS Y MINUTOS DEL RTC
+2.0	SEG_MILIS	INT	0	SEGUNDOS Y MILISEGUNDOS DEL RTC
+4.0	HM_MASC	INT	255	MASARA PARA ELIMINAR DATO DE HORA
+6.0	DIV_CONSTANT	INT	5	DIVIDENDO PARA CALCULAR SI HAN TRANSCURRIDO LOS 5 MINUTOS
+8.0	DIV_RES	INT	0	
+10.0	COMP_HORA	TIME_OF_DAY	TOD#0:5:0.0	HORA DE COMPARACION
=14.0		END_STRUCT		

**Figura 8. DB2, Variables de tiempo.**

Las variables de tiempo son las que permiten realizar la manipulación del reloj de tiempo real así como controlar el tiempo de muestreo del sistema.

**DB3 - <offline> - Declaration view**

"ALARM\_VALUE"  
 Global data block DB 3  
**Name:** **Family:**  
**Author:** **Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 01/27/2008 01:38:36 PM  
**Interface:** 01/27/2008 01:38:36 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00258 00068 00000

---

**Block: DB3**

---

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	PRES VAPOR MAX	REAL	1.300000e+002	MAXIMO VALOR DE PRESION
+4.0	VEL MAX	REAL	1.005000e+003	MAXIMO VALOR DE VELOCIDAD
+8.0	TEMP QUE MAX	REAL	9.000000e+002	MAXIMO VALOR DE TEMPERATURA
+12.0	TEMP SEC MAX	REAL	1.800000e+002	MAXIMO VALOR DE TEMPERATURA EN SECADOR
+16.0	PRES DIF MAX	REAL	1.500000e+001	MAXIMO VALOR DE PRESION DIFERENCIAL
+20.0	PRES VAPOR_MIN	REAL	9.300000e+001	MINIMO VALOR DE PRESION
+24.0	VEL_MIN	REAL	8.000000e+002	MINIMO VALOR DE VELOCIDAD
+28.0	TEMP QUE_MIN	REAL	5.000000e+002	MINIMO VALOR DE TEMPERATURA
+32.0	TEMP SEC_MIN	REAL	1.000000e+002	MINIMO VALOR DE TEMPERATURA SECADOR
+36.0	PRES DIF_MIN	REAL	9.000000e+000	MINIMO VALOR DE PRESION DIFERENCIAL
+40.0	PRES VAPOR_LIMIT	REAL	1.250000e+002	MAXIMO VALOR DE PRESION
+44.0	VEL_LIMIT	REAL	1.000000e+003	MAXIMO VALOR DE VELOCIDAD
+48.0	TEMP QUE_LIMIT	REAL	8.500000e+002	MAXIMO VALOR DE TEMPERATURA
+52.0	TEMP SEC_LIMIT	REAL	1.750000e+002	MAXIMO VALOR DE TEMPERATURA EN SECADOR
+56.0	PRES DIF_LIMIT	REAL	1.200000e+001	MAXIMO VALOR DE PRESION DIFERENCIAL
+60.0	PESO_BASE_LOW	REAL	1.300000e+001	PESO BASE MAS BAJO PRODUCIDO EN LA PLANTA
+64.0	PESO_BASE_HIGH	REAL	2.300000e+001	PESO BASE MAS ALTO PRODUCIDO EN LA PLANTA
=68.0		END_STRUCT		

**Figura 9. DB3, Valores de alarma.**

Los valores de alarma permiten definir los límites dentro de los cuales el sistema se encuentra en operación normal, pudiendo de esta manera tener una orientación de cuál equipo en determinado momento puede causar un paro.

**DB4 - <offline> - Declaration view**

"OEE DATA" VARIABLES UTILIZADAS EN CALCULO DE OEE  
 Global data block DB 4  
**Name:** **Family:**  
**Author:** **Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 01/27/2008 02:34:20 PM  
**Interface:** 01/27/2008 02:34:20 PM  
**Lengths (block/logic/data):**00178 00060 00000

**Block: DB4**

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	TIEMPO_CARGA	REAL	0.000000e+000	TIEMPO QUE LAS MAQUINAS PASAN ACTIVAS LUEGO DE LOS MATENIMIENTOS
+4.0	TIEMPO_IMPRODUCTIVO	REAL	0.000000e+000	TIEMPO QUE SE PIERDE POR FALLAS EN LA MAQUINARIA O CAMBIOS DE FORMATO
+8.0	TIEMPO_CICLO_ESTANDAR	REAL	0.000000e+000	TIEMPO EN EL QUE SE PRODUCE UNA UNIDAD DE PRODUCTO
+12.0	UNIDAD_PRODUCIDA	REAL	0.000000e+000	UNIDAD DE PRODUCTO GENERADO
+16.0	TIEMPO_OPERACION	REAL	0.000000e+000	TIEMPO EN EL QUE SE ESTA PRODUCIENDO
+20.0	TIEMPO_NETO_OPERACION	REAL	0.000000e+000	TIEMPO EFECTICVO DE PRODUCCION
+24.0	TIEMPO_CON_VALOR	REAL	0.000000e+000	TIEMPO EN EL QUE SE PRODUCE PRODUCTO QUE CUMPLE CO LOS REQUISITOS
+28.0	UNIDAD_PRODUCTO_BUENO	REAL	0.000000e+000	UNIDAD PRODUCIDA EN BUEN ESTADO
+32.0	UNIDAD_PRODUCTO_DEFECTO	REAL	0.000000e+000	UNIDA PRODUCIDA PERO CON DEFECTO
+36.0	COEFICIENTE_OEE	REAL	0.000000e+000	COEFICIENTE DE DESEMPEÑO DE LA MAQUINARIA
+40.0	TIEMPO_TOTAL	REAL	0.000000e+000	TIEMPO TOTAL DE TRABAJO IDEAL
+44.0	INDIC_DISPONIBILIDAD	REAL	0.000000e+000	INDICE DE DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA
+48.0	VELOCIDAD_PRODUCION	REAL	0.000000e+000	VELOCIDAD A LA QUE SE PRODUCE
+52.0	CALIDAD	REAL	0.000000e+000	CALIDAD DEL PRODUCTO
+56.0	ORIGINAL_BASIS_WEIGTH	REAL	0.000000e+000	PESO BASE ORIGINAL
=60.0		END_STRUCT		

**Figura 10. DB4 OEE DATA**

Las variables que contienen todos los valores necesarios para calcular el OEE son almacenados en este bloque de datos.

**DB5 - <offline> - Declaration view**

"BINARY ALARM"  
 Global data block DB 5  
**Name:** **Family:**  
**Author:** **Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 04/09/2008 09:25:19 PM  
**Interface:** 04/09/2008 09:25:19 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00102 00002 00000

**Block: DB5**

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	PRESION_MAX	BOOL	TRUE	PRESION MAXIMA ALCANZADA
+0.1	TEMP_QUEM_MAX	BOOL	TRUE	TEMPERATURA MAXIMA DEL QUEMADOR ALCANZADA
+0.2	SINCRONIA	BOOL	FALSE	PRENSA Y YANKEE SINCRONIZADOS
+0.3	PRENSA_LT	BOOL	FALSE	SENSOR DE PRENSA LT
+0.4	PRENSA_LS	BOOL	FALSE	SENSOR DE PRENSA LS
=2.0		END_STRUCT		

**Figura 11. Binary Alarm**

Las variables binarias de alarma para determinar los posibles fallos de la maquina se almacenan en este bloque de datos.

**DB6 - <offline> - Declaration view**

"DB Hora"  
 Global data block DB 6  
**Name:** Family:  
**Author:** Version: 0.1  
 Block version: 2  
**Time stamp Code:** 09/18/2007 09:58:42 AM  
**Interface:** 09/18/2007 09:58:42 AM  
**Lengths (block/logic/data):** 00124 00018 00000

Block: DB6

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Tiempo_fecha	DATE_AND_TIME	DT#07-9-18-9:58:0.000	
+8.0	Dia_actual	INT	0	
+10.0	Fecha_actual	DATE	D#1990-1-1	
+12.0	Hora_actual	TIME_OF_DAY	TOD#0:0:0.0	
+16.0	Cod_error	INT	0	
=18.0		END_STRUCT		

**Figura 12. DB6, Valores fecha y tiempo.**

Los valores de fecha y hora necesitan ser almacenados para poder manipularlos con las funciones del sistema, en este bloque se almacenan los valores en forma individual luego de haber sido descompuestos.

Las variables que se utilizan en el sistema han sido declaradas en l tabla de símbolos de la siguiente forma:

DATOS SISTEMA	DB	1	DB	1	
VARIABLES TIEMPO	DB	2	DB	2	
ALARM_VALUE	DB	3	DB	3	
DB Hora	DB	6	DB	6	
DB Hora Simatic	DB	10	FB	10	DB instancia para FB10
PRUEBA	FB	1	FB	1	
FB Hora Simatic	FB	10	FB	10	
INICIALIZACION	FC	1	FC	1	
LECTURA	FC	2	FC	2	
TABLA	FC	3	FC	3	Función de cálculo de datos
ALARMAS	FC	4	FC	4	
CONVERSION	FC	5	FC	5	
Hora Simatic	FC	6	FC	6	
DT_DAY	FC	7	FC	7	DT to DAY
DT_TOD	FC	8	FC	8	DT to TOD
DT_DATE	FC	10	FC	10	DT to DATE
HOJA	I	0.0	BOOL		
PRENSA_ARRIBA	I	0.1	BOOL		
REACTIVAR	I	1.5	BOOL		
Stop	I	1.6	BOOL		
Reset	I	1.7	BOOL		
INICIO	M	0.0	BOOL		

VELOCIDAD	M	0.1	BOOL	
TEMPERATURA_SEC	M	0.2	BOOL	
MSTOP	M	0.3	BOOL	
SEG_MS_EQ	M	0.4	BOOL	
TEST2	M	0.5	BOOL	
COUNT_SIGNAL	M	17.0	BOOL	
RESET_24H	M	17.1	BOOL	
ALAR_PRES	M	17.2	BOOL	
ALAR_TEMP	M	17.3	BOOL	
ALAR_VIBRAC	M	17.4	BOOL	
ALAR_VELOC	M	17.5	BOOL	
SENSOR1	MW	11	WORD	
CONTEO	MW	18	WORD	
MEDIA	MW	40	WORD	
Cycle Execution	OB	1	OB	1
VEL_YANK	PIW	272	WORD	
PRES_VAP	PIW	274	WORD	
VIBRAC	PIW	276	WORD	
TEMP_Q	PIW	278	WORD	
SET_CLK	SFC	0	SFC	0 Set System Clock
READ_CLK	SFC	1	SFC	1 Read System Clock

## Programa.

A continuación se presenta el programa en los diferentes bloques en los que fue desarrollado.

### OB1

#### OB1 - <offline>

```
"Cycle Execution"
Name:                               Family:
Author:                              Version: 0.1
                                      Block version: 2
Time stamp Code:                     01/18/2008 06:06:44 AM
Interface:                            02/15/1996 04:51:12 PM
Lengths (block/logic/data): 00292 00154 00022
```

Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

```
Block: OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"
```

```
Network: 1 LLAMADA A BLOQUE DE INICIALIZACION
SEGMENTO DE LIMPIEZA DE VARIABLES Y ASIGNACION DE PARAMETROS
```

```
AN "INICIO"
JCN _001
CALL "INICIALIZACION"
_001: NOP 0
```

```
Network: 2 LECTURA DE VALORES
SEGMENTO DE ADQUISICION DE DATOS Y CONVERSION DE LOS DATOS TOMADOS DESDE LOS
PUERTOS
```

```
A "INICIO"
A "MSTOP"
JCN _002
CALL "CONVERSION" // LLAMADA INCONDICIONAL DE LA FUNCION DE LECTURA
_002: NOP 0
```

Network: 3

```
A      "INICIO"  
A      "MSTOP"  
JCN    _003  
CALL   "PRODUCCION" // LLAMADA INCONDICIONAL DE LA FUNCION DE LECTURA  
_003: NOP 0
```

Network: 4

```
A      "INICIO"  
A      "MSTOP"  
JCN    _004  
CALL   "DISPONIBILIDAD"  
_004: NOP 0
```

Network: 5

```
A      "INICIO"  
A      "MSTOP"  
JCN    _005  
CALL   "ALARMAS"  
_005: NOP 0
```

Network: 6 Paro

DETIENE LA EJECUCION NORMAL DEL PROGRAMA HASTA EL MOMENTO QUE SE DESEE REACTIVAR, UNA VEZ DENTRO DE ESTA CONDIION SE PERMITE EJECUTAR UN RESET DEL SISTEMA

```
A      "Stop" // SI SE PRESIONO PARO  
R      "MSTOP" // DESACTIVA LA MARCA PARA IMPEDIR QUE SE EJCUTE LA LECTURA
```

Network: 7 REACTIVACION

PERMITE REACTIVAR EL SISTEMA UNICAMENTE CUANDO ESTE HA SIDO DESHABILITADO MEDIANTE LA OPCION DE PARO

```
A      "INICIO" // SI YA SE HA EJECUTADO LA OPERACION DE INICALIZACION  
AN     "MSTOP" // Y SE HA DETENIDO LA EJECUCION DEL SISTEMA  
A      "REACTIVAR" // Y ESTA ACTIVA LA ENTRADA DE REACTIVACION  
S      "MSTOP"
```

Network: 8 RESET DEL SISTEMA

ESTE SEGMENTO PERMITE LA REINICIALIZACION GENERAL DEL SISTEMA

```
AN     "MSTOP" // SI SE HA PRODUCIDO UN PARO DE EJECUCION DEL SITEMA  
A      "Reset" // Y SE HA ACTIVADO EL RESET DEL SISTEMA  
R      "INICIO" // PONE A 1 LA MARCA DE INICIO Y SE REINICIALIZA TODO EL SISTEMA
```

Network: 9

```
CALL   "Hora Simatic"  
NOP    0
```

# FC1

## FC1 - <offline>

"INICIALIZACION"

Name: Family:  
Author: Version: 0.1  
Block version: 2  
Time stamp Code: 09/18/2007 04:53:19 PM  
Interface: 06/15/2007 01:31:44 PM  
Lengths (block/logic/data):00116 00022 00000

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC1 RUTINA DE INICIALIZACION DE PARAMETROS

Network: 1 BORRADO DE VARIABLES

```
L      0
T      "SENSOR1" // LIMPIA LA VARIABLE EN LA QUE SE ALMACENA EL VALOR DE VELOCIDAD
T      MW      0 // LIMPIA LAS PALABRAS DE MARCA
T      "SENSOR1"
T      "CONTEO"
T      "MEDIA"
S      "MSTOP" // HABILITA EL PARO DE TRABAJO
S      "INICIO" // DESHABILITA LA EJECUCION DE LA RUTINA DE LIMPIEZA
// DESPUES DEL PRIMER CICLO DE EJECUCION
```

Network: 2

BE

## FC2

### FC2 - <offline>

"PRODUCCION"

**Name:** **Family:**  
**Author:** **Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 04/13/2008 02:38:06 PM  
**Interface:** 06/15/2007 01:51:03 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00222 00116 00002

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

#### Block: FC2

Network: 1 VELOCIDAD YANKEE

Si el valor de velocidad del yankee es mayor que el minimo permitido, es probable que la produccion se este efectuando a baja velocidad. es por esta razon que solo se realiza la verificacion de la magnitud minima de velcidd.

```
L "DATOS SISTEMA".VELOCIDAD_PRENSA // CARGA EL VALOR DE VELOCIDAD ACTUAL DEL YANKEE EN ACCU1
L 800 // CARGA EL VALOR DE VELOCIDAD MINIMO DEL YANKEE
>=R // VERIFICA SI EL VALOR DE VELOCIDAD ES MAYOR QUE EL MINIMO PERM
= "VELOCIDAD" ITIDO
```

Network: 2 PRESION DE VAPOR DE ENTRADA

Igual que para la velocidad, la presion debe tener un valor minimo el cual es requerido para que el papel obtenga el valor de humedad requerido.

```
L "DATOS SISTEMA".PRESS_V_ACTUAL
L 90
>=R
= "PRESION_VAPOR"
```

Network: 3 PRESION DIFERENCIAL

```
L "DATOS SISTEMA".PRESS_DIF_ACTUAL
L 0
>=R
= "PRESION_DIFF"
```

Network: 4 TEMPERATURA DEL QUEMADOR

```
L "DATOS SISTEMA".TEMP_QUE_ACTUAL
L 400
>=R
= "TEMPERATURA_QUEM"
```

Network: 5 SINCRONIA

VERIFICA LA SINCRONIA ENTRE EL YANKEE Y LA PRENSA

```
L "DATOS SISTEMA".VELOC_YANKEE
L "DATOS SISTEMA".VELOCIDAD_PRENSA
==R
= "BINARY ALARM".SINCRONIA
```

Network: 6

```
A    "VELOCIDAD"           // SI LA VELOCIDAD DEL YANKEE ES ADECUADA
A    "PRESION_VAPOR"       //LA TEMPERATURA DEL SECADOR ES LA ADECUADA
A    "TEMPERATURA_QUEM"    //LA TEMPERATURA DEL QUEMADOR
A    "PRESION_DIFF"        // Y LA PRESION DIFERENCIAL
A    "BINARY_ALARM".SINCRONIA // ESTAN SINCRONIZADOS

A    "HOJA"                //Y SE ESTA ENROLLANDO UNA BOBINA
JCN  _001
CALL "TABLA"               // REALIZA EL CALCULO DE LOS VALORES PROMEDIO
_001: NOP 0
```

Network: 7

BE

## FC3

### FC3 - <offline>

"TABLA" Funcion para calculo de datos  
**Name:** **Family:**  
**Author:** **Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 01/27/2008 02:24:07 PM  
**Interface:** 08/14/2007 01:22:30 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00582 00428 00010

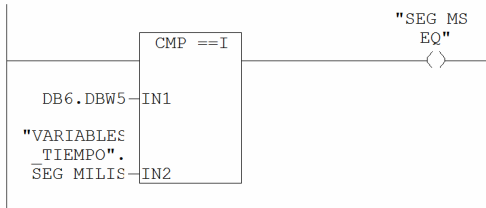
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
CONTADOR	Real	0.0	
CONTEO1	Int	4.0	
CONTEO2	DInt	6.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

#### Block: FC3 AVERAGE VALUE CALC

Esta funcion permite realizar el muestreo de las señales cada 5 minutos

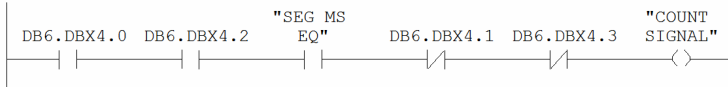
#### Network: 1

En esta red se verifica el momento en el que los segundos han llegado a cero



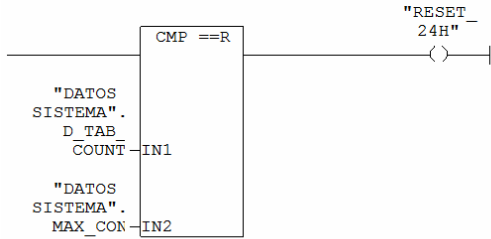
#### Network: 2

En esta red se verifica el momento en que se cumplen los 5 minutos para el muestreo.



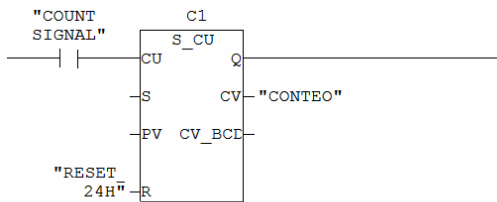
Network: 3      COMPARACION

Se verifica si se han cumplido las 24 horas de muestreo, cuando esto se cumpla se activa el bit de reinicio de calculo de tabla



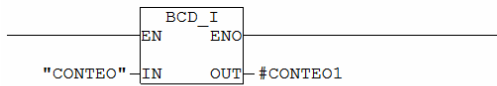
Network: 4      CONTEO

Conteo de muestras registradas mientras dura el periodo de 24H

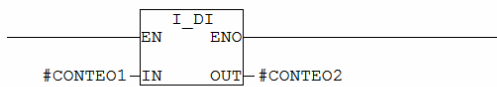


Network: 5      ALMACENAMIENTO Y CONVERSION

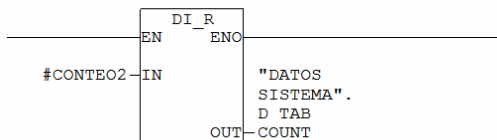
Almacenamiento de valor de conteo



Network: 6

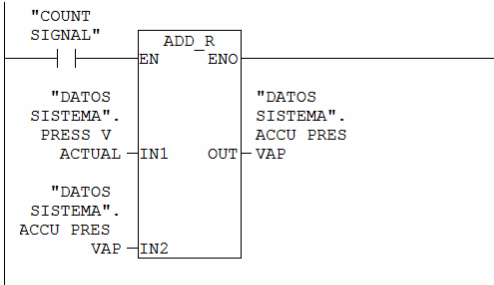


Network: 7

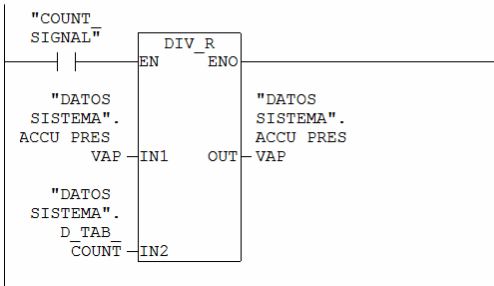


Network: 8 PRESION DE VAPOR DE ENTRADA

ACUMULADO DE PRESION DE VAPOR

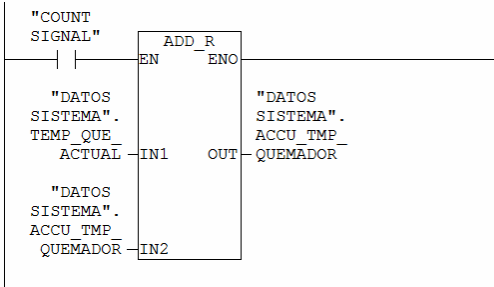


Network: 9 PROMEDIO DE PRESION DE VAPOR

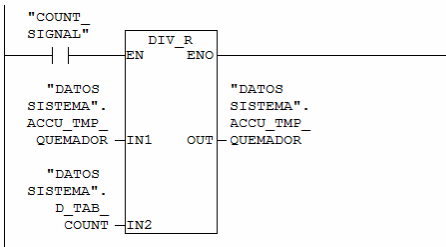


Network: 10 TEMPERATURA QUEMADOR

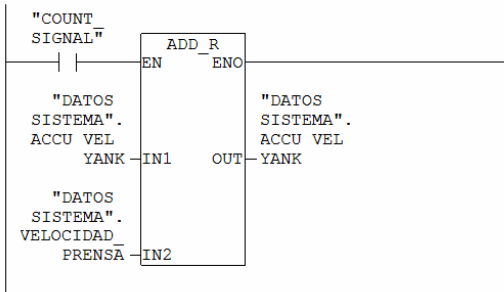
Acumulado de temperatura de quemador



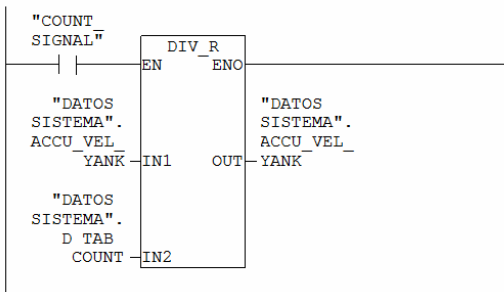
Network: 11 PROMEDIO DE TEMPERATURA QUEMADOR



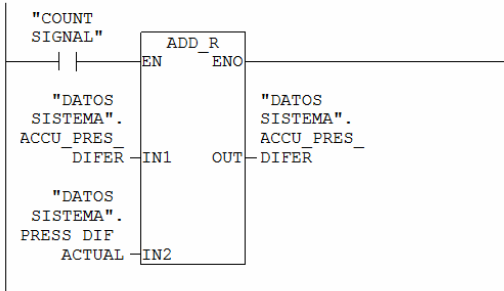
Network: 12 VELOCIDAD  
 ACUMULADO DE VELOCIDAD DE YANKEE



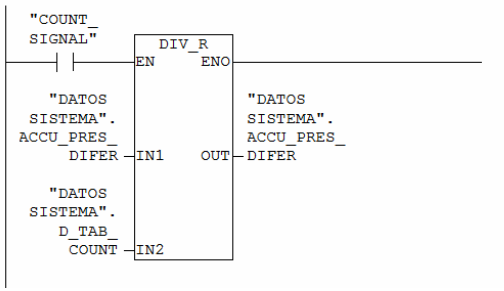
Network: 13 PROMEDIO VELOCIDAD YANKEE



Network: 14 PRESION DIFERENCIAL

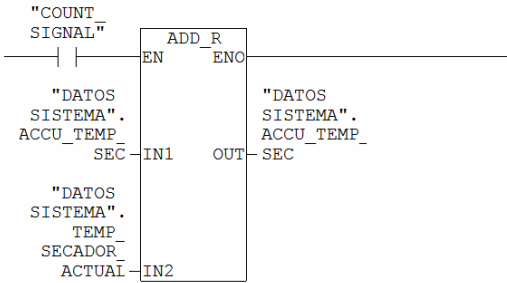


Network: 15 PROMEDIO PRESION DIFERENCIAL

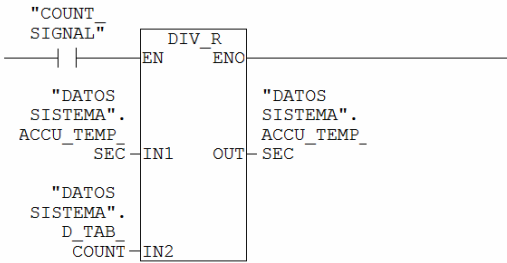


Network: 16      TEMPERATURA SECADOR

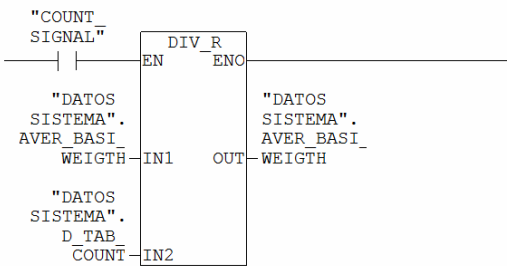
Acumulado de temperatura de quemador



Network: 17      PROMEDIO DE TEMPERATURA SECADOR



Network: 18



# FC4

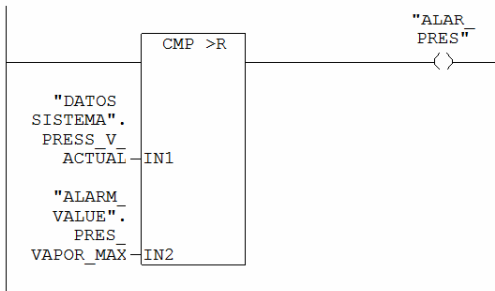
## FC4 - <offline>

"ALARMAS"  
**Name:** **Family:**  
**Author:** **Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 04/13/2008 03:07:07 PM  
**Interface:** 09/18/2007 04:39:35 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00182 00078 00000

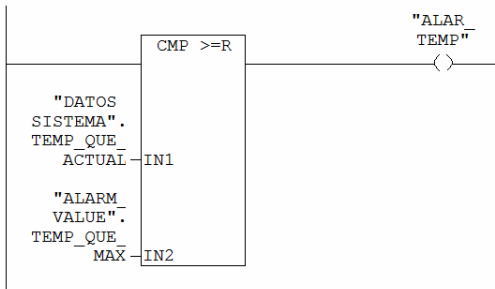
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC4

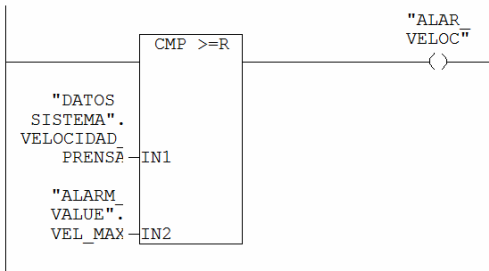
Network: 1 PRESION



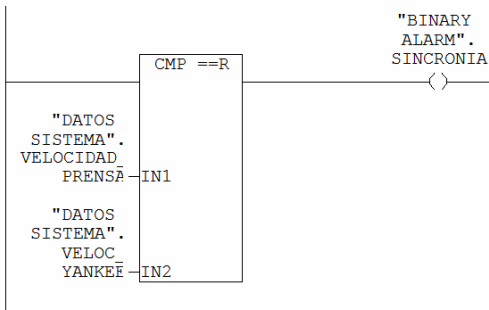
Network: 2 TEMPERATURA



Network: 3 VELOCIDAD



Network: 4 PRENSA Y YANKEE SINCRONIZADOS



Network: 5



Network: 6



## FC5

### FC5 - <offline>

"CONVERSION"

Name: Family:  
 Author: Version: 0.1  
 Block version: 2  
 Time stamp Code: 04/13/2008 02:34:51 PM  
 Interface: 09/18/2007 04:54:02 PM  
 Lengths (block/logic/data): 00612 00502 00012

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
REAL_TEMP	Real	0.0	REPRESENTA EL VALRO ANALOGICO LEIDO
REAL_TEMP2	Real	4.0	REPRESENTA LA PENDIENTE
REAL_TEMP3	Real	8.0	REPRESENTA LA CONSTANTE EN LA ECUACION LINEAL
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

#### Block: FC5 CONVERSION DE VARIABLES DE ENTRADA

ESTA FUNCION REALIZA LA LECTURA DE LOS VALORES DESDE LAS ENTRADAS ANALOGICAS Y LAS CONVIERTE A REALES; LUEGO SE REALIZA EL REESCALAMIENTO DE LAS MISMAS PARA PODER SER PROCESADAS  
 LA ECUACION DE LA CURVA DE REESCALAMIENTO ES:  
 VARIABLE\_SALIDA = PENDIENTE\*ENTRADA\_ANALOG - PENDIENTE\*4mA

#### Network: 1 VELOCIDAD YANKEE

El valor maximo de velocidad, esta seteado a 1005m/m, por lo tanto la ecuacion para el calculo de la velocidad es:  
 Vyankee=62812.5\*Iin-251.25

```

L "ALARM_VALUE".VEL_MAX // CARGA EL VALOR DE VELOCIDAD MAXIMA DADO POR EL DB3 EN ACCU1
L 1.600000e-002 // CARGA EL VALOR DE LA VARIABLE DE ENTRADA EN ACCU1 Y VEL MAX PASA
/R //DIVIDE ACCU2/ACCU1, EL CUAL ES EL VALOR DE LA PENDIENTE DE NORMALI
ZACION
T #REAL_TEMP2 //ALMACENA EL RESULTADO DE LA DIVISION EN UNA VARIABLE TEMPORAL

L 4.000000e-003 // CARGA EL VALOR DE LA VARIABLE DE ENTRADA
L #REAL_TEMP2 // CARGA EL VALOR DE VELOCIDAD MAXIMA DADO POR EL DB3
*R
T #REAL_TEMP3 //ALMACENA EL RESULTADO DEL PRODUCTO EN UNA VARIABLE TEMPORAL

L "VEL_YANK" //LEE EL PUERTO
ITD //TRANSFORMA EL VALOR LEIDO A NUMERO ENTERO
DTR //TRANSFORMA EL ENTERO DE 32BIT A UN NUMERO REAL
T #REAL_TEMP //LO ALMACENA EN UNA VARIABLE TEMPORAL
L #REAL_TEMP2 //CARGA EL VALOR DE LA PENDIENTE DE REESCALAMIENTO

*R //REALIZA EL PRODUCTO DE AMBAS VARIABLES
T #REAL_TEMP
L #REAL_TEMP3 //CARGA EL VALOR DE LA CONSTANTE 4mA
-R //REALIZA LA SUMA
T "DATOS SISTEMA".VELOC_YANKEE
  
```

#### Network: 2 VELOCIDAD PRENSA

El valor maximo de velocidad, esta seteado a 1005m/m, por lo tanto la ecuacion para el calculo de la velocidad es:  
 Vyankee=62812.5\*Iin-251.25

```

L "ALARM_VALUE".VEL_MAX // CARGA EL VALOR DE VELOCIDAD MAXIMA DADO POR EL DB3 EN ACCU1
L 1.600000e-002 // CARGA EL VALOR DE LA VARIABLE DE ENTRADA EN ACCU1 Y VEL MAX P
ASA A ACCU2
/R //DIVIDE ACCU2/ACCU1, EL CUAL ES EL VALOR DE LA PENDIENTE DE NOR
MALIZACION
T #REAL_TEMP2 //ALMACENA EL RESULTADO DE LA DIVISION EN UNA VARIABLE TEMPORAL
  
```

```

L      4.000000e-003          // CARGA EL VALOR DE LA VARIABLE DE ENTRADA
L      #REAL_TEMP2           // CARGA EL VALOR DE VELOCIDAD MAXIMA DADO POR EL DB3
*R
T      #REAL_TEMP3           //ALMACENA EL RESULTADO DEL PRODUCTO EN UNA VARIABLE TEMPORAL

L      "VELOCIDAD_PRENS"     //LEE EL PUERTO
ITD
DTR
T      #REAL_TEMP            //TRANSFORMA EL VALOR LEIDO A NUMERO ENTERO
L      #REAL_TEMP2           //TRANSFORMA EL ENTERO DE 32BIT A UN NUMERO REAL
L      #REAL_TEMP2           //LO ALMACENA EN UNA VARIABLE TEMPORAL
L      #REAL_TEMP2           //CARGA EL VALOR DE LA PENDIENTE DE REESCALAMIENTO

*R
T      #REAL_TEMP            //REALIZA EL PRODUCTO DE AMBAS VARIABLES
L      #REAL_TEMP3           //CARGA EL VALOR DE LA CONSTANTE 4mA
-R
T      "DATOS SISTEMA".VELOCIDAD_PRENSA //REALIZA LA SUMA

```

---

Network: 3      PRESION DE VAPOR DE ENTRADA

---

El valor maximo de presion, esta seteado a 130, por lo tanto la ecuacion para el calculo de la presion es:  
 $Vyankee=8125 \cdot I_{in} - 32.5$

---

```

L      "ALARM_VALUE".PRES_VAPOR_MAX
L      1.600000e-002
/R
T      #REAL_TEMP2

L      4.000000e-003
L      #REAL_TEMP2
*R
T      #REAL_TEMP3

L      "PRES_VAP"
ITD
DTR
T      #REAL_TEMP
L      #REAL_TEMP2
*R
T      #REAL_TEMP
L      #REAL_TEMP3
-R
T      "DATOS SISTEMA".PRESS_V_ACTUAL

```

---

Network: 4      PRESION DIFERENCIAL

---

```

L      "ALARM_VALUE".PRES_DIF_MAX
L      1.600000e-002
/R
T      #REAL_TEMP2

L      4.000000e-003
L      #REAL_TEMP2
*R
T      #REAL_TEMP3

L      "PRES_DIFERENCIAL"
ITD
DTR
T      #REAL_TEMP
L      #REAL_TEMP2
*R
T      #REAL_TEMP
L      #REAL_TEMP3
-R
T      "DATOS SISTEMA".PRESS_DIF_ACTUAL

```

---

Network: 5      TEMPERATURA CAPOTA

---

```

L      "ALARM_VALUE".TEMP_QUE_MAX
L      1.600000e-002
/R
T      #REAL_TEMP2

L      4.000000e-003
L      #REAL_TEMP2

```

```

*R
T #REAL_TEMP3

L "TEMP_Q"
ITD
DTR
T #REAL_TEMP
L #REAL_TEMP2
*R
T #REAL_TEMP
L #REAL_TEMP3
-R
T "DATOS SISTEMA".TEMP_QUE_ACTUAL

// L "TEMP_Q"
// ITD
// DTR
// T "DATOS SISTEMA".TEMP_QUE_ACTUAL

```

---

Network: 6 TEMPERATURA DEL SECADOR

---

```

L "ALARM_VALUE".TEMP_SEC_MAX
L 1.600000e-002
/R
T #REAL_TEMP2

L 4.000000e-003
L #REAL_TEMP2
*R
T #REAL_TEMP3

L "TEMP_SEC"
ITD
DTR
T #REAL_TEMP
L #REAL_TEMP2
*R
T #REAL_TEMP
L #REAL_TEMP3
-R
T "DATOS SISTEMA".TEMP_SECADOR_ACTUAL

// L "TEMP_SEC"
// ITD
// DTR
// T "DATOS SISTEMA".TEMP_SECADOR_ACTUAL

```

---

Network: 7 PESO BASE

---

EN ESTA RED SE NORMALIZA EL VALOR DE ENTRADA DE PESO BASE, EN LAS HOJAS DE PAPEL QUE SE PRODUCEN EN KCC, EL PESO BASE VARIA ENTRE 13 Y 23, POR LO QUE LA ECUACION DE PESO BASE ES LA SIGUIENTE

$$PB = \frac{PB_{max} - PB_{min}}{0.016} * I_{in} - \frac{PB_{max} - PB_{min}}{0.016} * 0.004 - PB_{min}$$

```

L "ALARM_VALUE".PESO_BASE_HIGH //CARGA EL VALOR DE MAXIMO PESO BASE
L "ALARM_VALUE".PESO_BASE_LOW //CARGA EL VALOR DE MINIMO PESO BASE
-R //CALCULA LA DIFERENCIA
L 1.600000e-002 //CARGA EL VALOR DEL DIVIDENDO
/R //CALCULA EL COCIENTE
T #REAL_TEMP2

L 4.000000e-003
L #REAL_TEMP2
*R
T #REAL_TEMP3
L "ALARM_VALUE".PESO_BASE_LOW //CARGA EL VALOR DE PESO BASE MINIMO
L #REAL_TEMP3 //CARGA EL VALOR DE LA CONSTANTE OBTENIDA
-R
T #REAL_TEMP3 //OBTIENE EL VALOR DE LA CONSTANTE EN LA ECUACION LINEAL

L "VELOCIDAD_PRENS"
ITD
DTR
T #REAL_TEMP
L #REAL_TEMP2
*R
T #REAL_TEMP
L #REAL_TEMP3
-R

```

```

T      "DATOS SISTEMA".BASIS_WEIGTH
//    L      "TEM_SEC"
//    ITD
//    DTR
//    T      "DATOS SISTEMA".TEMP_SECADOR_ACTUAL

```

## FC6

### FC6 - <offline>

```

"Hora Simatic"
Name:                               Family:
Author:                              Version: 0.1
                                      Block version: 2
Time stamp Code:                     09/18/2007 02:25:18 PM
Interface:                            11/06/2002 01:50:26 PM
Lengths (block/logic/data): 00340 00240 00012

```

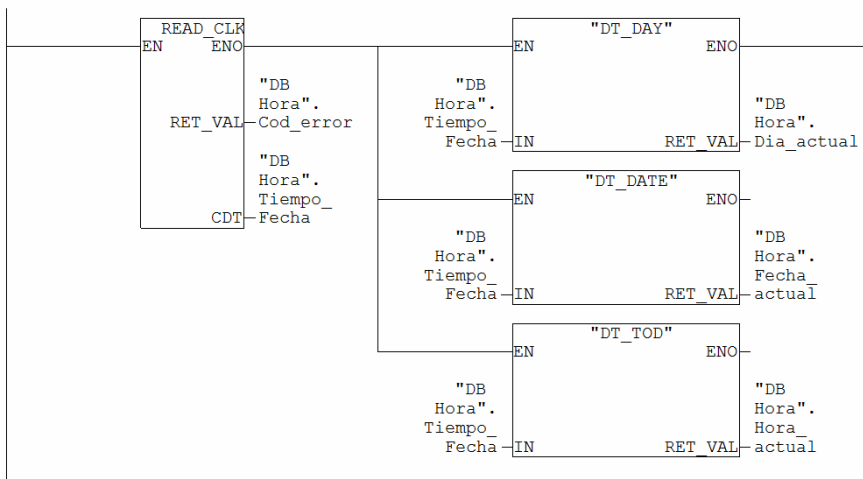
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

**Block: FC6 REAL TIME READ**

En esta funcion se realiza la lectura del reloj de tiempo real

**Network: 1**

EL siguiente bloque permite ramificar los datos de dia actual, fecha y hora



## FC9

### FC9 - <offline>

"DISPONIBILIDAD"

Name: Family:  
 Author: Version: 0.1  
 Block version: 2  
 Time stamp Code: 01/27/2008 02:36:53 PM  
 Interface: 01/14/2008 07:11:50 AM  
 Lengths (block/logic/data): 00392 00250 00026

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
DISP_T1	Bool	0.0	
seg_mili_equal	Bool	0.1	
TEMP_WORD	Word	2.0	
INT_TEMP	DInt	4.0	
TEMP_INT	Int	8.0	
HORA_T1	DWord	10.0	
HORA_CERO	Bool	14.0	
HORA_CERO2	Bool	14.1	
HORA_T2	Word	16.0	
HORA_T2_1	Int	18.0	
HORA_T1_1	DInt	20.0	
HORA_CERO1	Bool	24.0	
NOT_USED	Bool	24.1	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

#### Block: FC9 DISPONIBILIDAD

Para el calculo de la disponibilidad, se debe tomar en cuenta lo tiempos perdidos.  
 \*Durante el tiempo de operacion, tenemos "perdidas de tiempo improductivo por falla en el equipo"  
 -Quiebre (rotura de la hoja)  
 -Cambio de formato (cambio de cuchillas)  
 -Arranque y paro (energia no renovable perdida en el proceso de arranque y paro de la maquina)  
 -Perdidas por gestion  
 -Movimientos operacionales

#### Network: 1 Quiebre

Si se cumplen todas las coindiciones, dadas en el FC2: OPERACION, pero no se esta produciendo papel, es probable que sea por quiebre, este tiempo debe ser contabilizado durante el lapso de las 24h que dura el turno

```
A "VELOCIDAD"
A "PRESION_VAPOR"
A "TEMPERATURA_SEC"
A "TEMPERATURA_QUEM"
A "PRESION_DIFF"
AN "HOJA"
= #DISP_T1
```

---

Network: 2           CONTABILIZACION DE TIEMPO

---

Si se ha dado un quiebre, se contabiliza el tiempo que dura dicho quiebre en minutos, para ello verifica en el momento que los milisegundos y segundos han llegado a cero que es el momento en el que ha transcurrido un minuto

---

```
A       #DISP_T1
A(
L       DB6.DBW    5
L       "VARIABLES_TIEMPO".SEG_MILIS
==I
)
=       #seg_mili_equal
```

---

---

Network: 3

---

CONVIERTE LOS BYTE CORRESPONDIENTES A LA HORA DEL SISTEMA

---

```
A(
L       DB6.DBW    12
BTI
T       #HORA_T2_1
SET
SAVE
CLR
A       BR
)
JNB     _007
L       DB6.DBD    13
BTD
T       #HORA_T1_1
_007: NOP    0
```

---

---

Network: 4

---

LUEGO COMPARA AMBOS VALORES CON CERO, QUE ES CUANDO SE CUMPLEN LAS 24H, ES DECIR LAS 0 HORAS

---

```
L       #HORA_T2_1
L       0
==I
=       #HORA_CERO2
```

---

---

Network: 5

---

```
L       #HORA_T1_1
L       0
==I
=       #HORA_CERO1
```

---

---

Network: 6

---

EJECUTA EL CONTEO EN UN PERIODO DE 24 HORAS, Y RESETEA EL MISMO CADA 24 HORAS

---

```
A       #seg_mili_equal
CU     C       2
BLD    101
NOP    0
NOP    0
A       #HORA_CERO1
A       #HORA_CERO2
R       C       2
NOP    0
LC     C       2
T       #TEMP_WORD
NOP    0
```

---

---

Network: 7

---

```
A       #HORA_CERO1
A       #HORA_CERO2
JNB     _025
L       #TEMP_WORD
L       W#16#0
AW
T       #TEMP_WORD
SET
```

---

```

SAVE
CLR
_025: A      BR
      =      #NOT_USED

```

```

Network: 8
CONVIERTE EL NUMERO BCD EN UN ENTERO

```

```

L      #TEMP_WORD
BTI
T      #TEMP_INT
NOP    0

```

```

Network: 9
CONVIERTE EL ENTERO EN UN ENTERO DOBLE

```

```

L      #TEMP_INT
ITD
T      #INT_TEMP
NOP    0

```

```

Network: 10
CONVIERTE EL ENTERO DOBLE A UN NUMERO REAL

```

```

L      #INT_TEMP
DTR
T      "OEE_DATA".TIEMPO_IMPRODUCTIVO
NOP    0

```

```

Network: 11
EN UN DIA EL TOTAL DE MINUTO SON 1440 MINUTOS Y DADO QUE EL TIEMPO TOTAL DE
CARGA ES 24Hrs., EL INDICE DE DISPONIBILIDAD SERA:
T.CARGA - T.IMPRODUCTIVO
IDD-----
      T.CARGA

```

```

L      1.440000e+003      //CARGA EL TIEMPO TOTAL EN MINUTOS DIARIOS
L      "OEE_DATA".TIEMPO_IMPRODUCTIVO //CARGA LA CANTIDAD DE MINUTOS QUE LA MAQUINA HA PERDIDO EN EL DIA
-R                                           //HACE LA RESTA DE ACCU2-ACCU1, DONDE ACCU2=1440 Y ACCU1 ES EL TIEMPO IMPRODUCTIVO
L      1.440000e+003      //EL RESULTADO DE LA OPERACION QUEDA ALMACENADO EN ACCU1, POR LO QUE SE CARGA 1440 DE NUEVO
/R                                           //Y SE REALIZA EL COCIENTE DE ACCU2/ACCU1, CON LO QUE SE OBTIENE EL COEFICIENTE O INDICE DE DISPONIBILIDAD
T      "OEE_DATA".INDIC_DISPONIBILIDAD // ESTE VALOR ES ALMACENADO EN EL OB4, EN DONDE SE ALMACENAN LOS PARAMETROS DEL OEE

```

# FC11

## FC11 - <offline>

"CALCULO OEE"  
**Name:**  
**Author:**  
**Family:**  
**Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 04/12/2008 03:11:46 PM  
**Interface:** 01/27/2008 12:27:37 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00218 00116 00012

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
TIEMPO_OPERACION	Real	0.0	
PESO_TOTAL	Real	4.0	
PESO_IDEAL	Real	8.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

### Block: FC11

PARA PODER REALIZAR EL CALCULO DE OEE, NECESITAMOS TRES COEFICIENTES, LA VELOCIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA CALIDAD DEL PRODUCTO, LA VELOCIDAD ES UN PARAMETRO QUE SE PUEDE CALCULAR DIRECTAMENTE PARTIENDO DE LSO PARAMETROS DE ENTRADA, LA CALIDAD COMO SE DESCRIBE EN EL DOCUMENTO ES UN VALRO SUBJETIVO, SOMETIDO A MULTIPLES PRUEBAS DE LABORATORIO POR LO QUE NO PUEDE DETERMINARSE DIRECTAMENTE EN LA MAQUINA RAZON POR LA CUAL SE INGRESA EL PARAMETRO DE UNA FORMA MANUAL

### Network: 1 COEFICIENTE DE VELOCIDAD

EN ESTAS PRIMERAS REDES SE PROCEDERA A REALIZAR EL CALCULO DE EL COEFICIENTE DE VELOCIDAD.

PARA REALIZAR EL CALCULO DEL PESO DE UNA BOBINA A FIN DE DETERMINAR LA VELOCIDAD

A LA QUE SE PRODUCE, SON NECESARIAS LAS SIGUIENTES VARIABLES:

Vy: velocidad del yankee

Ah: ancho de la hoja (valor constante)

Lh: longitud total de la hoja

Pb: peso base

PB: peso de la bobina

COMO SE SABE, LA VELOCIDAD LINEAL DEPENDE DE TIEMPO Y ESPACIO, DE TAL FORMA QUE

LA LONGITUD DEL PAPEL PUEDE CALCULARSE POR MEDIO DE LA RELACION

$Vy=dL/dT$ , DE DONDE SE OBTIENE QUE  $Lh=Vy*T$ , DONDE T CORRESPONDE AL TIEMPO DE

OPERACION.

PUESTO QUE EL TIEMPO DE OPERACION ES AQUEL DURANTE EL CUAL SE ESTA PRODUCIENDO,

EN ESTE CASO EN EL QUE SE ESTA ENROLLANDO UNA BOBINA, ES POSIBLE CALCULAR EL

PESO DE LA BOBINA POR MEDIO DE LA IGUALDAD

$PB=Pb*Ah*T*Vy$

```

L      1.440000e+003      //CARGA EL TIEMPO TOTAL EN MINUTOS DIARIOS
L      "OEE_DATA".TIEMPO_IMPRODUCTIVO      //CARGA LA CANTIDAD DE MINUTOS QUE LA MAQUINA HA PERDIDO EN EL
IA
-R      //HACE LA RESTA DE ACCU2-ACCU1, DONDE ACCU2=1440 Y ACCU1 ES EL
TIEMPO IMPRODUCTIVO
T      #TIEMPO_OPERACION      // ALMACENA EL RESULTADO EN UNA VARIABLE TEMPORAL
L      "DATOS SISTEMA".AVER_BASI_WEIGTH      //CARGA EL VALOR DE PESO BASE PROMEDIO
*R
L      2.500000e+000      //CARGA EL ANCHO DE LA HOJA EN METROS
*R      //OBTIENE EL PRODUCTO Ah*Pb*T
L      "DATOS SISTEMA".ACCU_VEL_YANK      //CARGA EL VALOR DE VELOCIDAD PROMEDIO DEL YANKEE
*R      // CALCULA EL VALOR DE PESO TOTAL EN gm.
T      #PESO_TOTAL
    
```

---

Network: 2

---

PESO IDEAL DE LA BOBINA EL CUAL DEBERIA DE COINCIDIR CON EL VALOR ANTERIOR

---

```
L 1.440000e+003 //CARGA EL TIEMPO TOTAL EN MINUTOS DIARIOS
L "OEE_DATA".TIEMPO_IMPRODUCTIVO //CARGA LA CANTIDAD DE MINUTOS QUE LA MAQUINA HA PERDIDO EN EL
IA
-R //HACE LA RESTA DE ACCU2-ACCU1, DONDE ACCU2=1440 Y ACCU1 ES EL
TIEMPO IMPRODUCTIVO
T #TIEMPO_OPERACION // ALMACENA EL RESULTADO EN UNA VARIABLE TEMPORAL
L "OEE_DATA".ORIGINAL_BASIS_WEIGHT //CARGA EL VALOR DE PESO BASE ORIGINAL
*R
L 2.500000e+000 //CARGA EL ANCHO DE LA HOJA EN METROS
*R //OBTIENE EL PRODUCTO Ah*Pb*T
L "DATOS SISTEMA".ACCU_VEL_YANK //CARGA EL VALOR DE VELOCIDAD PROMEDIO DEL YANKEE
*R // CALCULA EL VALOR DE PESO TOTAL EN gm.
T #PESO_IDEAL
```

---

Network: 3

---

AHORA SE CALCULA LA VELOCIDAD A LA QUE SE ESTA PRODUCIENDO

---

```
L #PESO_TOTAL // CARGA EL PESO REAL OBTENIDO
L 1000
/R //CONVIERTE LOS GRAMOS A Kg
L #TIEMPO_OPERACION // CARGA EL TIEMPO DE OPERACION DE LA MAQUINA
/R // OBTIENE EL COCIENTE LO CUAL REPRESENTA PESO/TIEMPO,
//QUE ES LA VELOCIDAD DE PRODUCCION
T "OEE_DATA".VELOCIDAD_PRODUCCION
```

## Visualización

Toda la visualización ha sido desarrollada utilizando WinCC que es la herramienta desarrollada por SIEMENS para sus productos. Este está basado en un ambiente gráfico con gran diversidad de herramientas, tanto para desarrollo de proyectos básicos, como para sistemas de alta complejidad; el entorno posee muchas bondades como lo son la importación y exportación de datos, almacenamiento de los mismos a través de MySQL, una librería de imágenes prediseñadas para aquellos equipos de uso común en la industria, gráficos lineales y de barra, manejo de alarmas, comunicación en red, servidor de imágenes, seguridad de acceso a control y monitoreo, migración de proyectos entre diversos protocolos de red, también permite contenido Active X como la integración de objetos OLE<sup>14</sup>, entre otros, por lo que la capacidad de integración de los sistemas visualizados con WinCC es bastante alta para solucionar y satisfacer las necesidades de automatización de las diversas industrias.

La visualización del proyecto se ha dividido en 19 páginas, las cuales son:

- Parámetros de proceso: en ésta se muestra los parámetros principales que son velocidad, temperatura y presión.
- Velocidad: se esbozan las graficas de velocidad del Yankee, la prensa y el Reel Pope.
- Temperatura: son mostradas las gráficas de temperatura del quemador y temperatura de vapor.
- Presión: Trazado de las curvas de presión de vapor de entrada y presión diferencial del secador.
- Alarmas: se publican todas las alarmas de las fallas que han ocurrido.
- Datos OEE: presentación en forma de gráfico de barra de las variables correspondientes a las medidas en la maquinaria para realizar el cálculo del coeficiente de efectividad.


---

<sup>14</sup> Un objeto OLE (Object Linking and Embedding) significa el estándar de vinculación e incrustación de objetos. OLE es un entorno unificado de servicios basados en objetos con la capacidad de personalizar esos servicios y de ampliar arbitrariamente la arquitectura a través de servicios personalizados, con la finalidad global de permitir una integración rica entre los componentes.

- Gráficas en el tiempo de cada una de las 10 variables que se presentan en la pantalla de datos del OEE.

### ***Configuración de variables de alarma.***

Para las alarmas, en WinCC existe una herramienta llamada, ALARM LOGGING, el sistema de avisos procesa los resultados de las funciones que controlan los acontecimientos durante el proceso, en los niveles de automatización y en el sistema WinCC. El sistema de avisos muestra óptica y audiblemente los eventos de aviso registrados y los archiva electrónicamente. Los accesos opcionales a los avisos y a la información adicional sobre avisos individuales permiten una rápida localización y reparación de las averías. El siguiente reporte es un ejemplo de cómo son estos generados con la herramienta descrita:

<b>WinCC™ AlarmLogging - CS</b> Copyright (c) 1994-2005 by SIEMENS AG <b>\\ZVALETA\WinCC60_Project_tesis_2\tesis.MCP</b>	
--	---

Bloques de sistema	Nombre	Descripción/Longitud/Alineación	Intermitencia
Fecha	Fecha	Día, Mes, Año, Año, dos cifras; Izquierda	inactivo
Hora	Hora	Hora, Minuto, Segundo; Izquierda	inactivo
Duración	Duración	Hora, Minuto, Segundo; Izquierda	inactivo
Estado	Estado	2; Izquierda	inactivo
Número	Número	3 Posición, Sin ceros a la izquierda; Izquierda	inactivo
Clase	Clase	8; Izquierda	inactivo
Tipo	Tipo	2; Izquierda	inactivo

Bloques de textos de usuario	Longitud/Alineación	Intermitencia
Texto de aviso	32; Izquierda	inactivo
Lugar de avería	25; Izquierda	inactivo

Bloques de valores de proceso	Longitud/Alineación	Intermitencia
-------------------------------	---------------------	---------------

Clases de avisos			
Error	<b>Tipos de aviso:</b>		
	Alarma	Aparecido	Rojo / Gris claro
		Desaparecido	Rojo / Gris claro
		Con acuse	Rojo / Gris claro
	Advertencia	Aparecido	Azul / Gris claro
		Desaparecido	Azul / Gris claro
		Con acuse	Azul / Gris claro
	Error	Aparecido	Amarillo / Gris claro
		Desaparecido	Amarillo / Gris claro
		Con acuse	Amarillo / Gris claro
	<b>Acuse:</b>	Señalizadores centrales	Tecla de acuse separada
	<b>Filosofía:</b>		Aparecido
	<b>Texto de estado:</b>		
		Aparecido	+
		Desaparecido	-
		Aparecido / Desaparecido	+/-
		Con acuse	*

Clases de avisos			
Sistema, acuse obligatorio	<b>Tipos de aviso:</b>		
	Sistema de control de procesos	Aparecido	Negro / Gris claro
		Desaparecido	Negro / Gris claro
		Con acuse	Negro / Gris claro
	Avisos de sistema	Aparecido	Negro / Gris claro
		Desaparecido	Negro / Gris claro
		Con acuse	Negro / Gris claro
	<b>Acuse:</b>	Señalizadores centrales	Tecla de acuse separada
	<b>Filosofía:</b>		Aparecido
			Aviso desaparecido sin estado
	<b>Texto de estado:</b>		
		Aparecido	+
		Desaparecido	-
		Aparecido / Desaparecido	+/-
		Con acuse	*

**Figura 13. Reporte de alarma del sistema.**

El Asistente del sistema dirige la pre-configuración del sistema de avisos. Durante este proceso se crean, por ejemplo, bloques y tipos de aviso empleados a menudo. Es posible adaptar posteriormente los objetos creados mediante el asistente (wizard).

Posterior a esto es posible configurar las características de cada aviso, como por ejemplo si este se activara cuando la variable cambie de uno a cero, el texto a presentar al operador, el lugar de la maquina al que pertenece, etc.

Número	Clase	Tipo	Prioridad	VariableAviso	BitAviso	Variable de estado	BitEstado	Texto de aviso	Lugar de avería	Te
1	Error	Alarma	12	PRES_DIF_MAX	0		0	Presion Diferencial Maxima	Entrada vapor Yankee	ac
2	Error	Alarma	16	SINCRO	0		0	PRENSA Y YANKEE NO SINCRONIZADOS	PRENSA DE SUCCION	ac
3	Error	Alarma	0	SUCT_PRESS_LS	0		0	PRENSA DESPEGADA LADO SERVICIO	PRENSA DE SUCCION	nc
4	Error	Alarma	0	SUCT_PRESS_LT	0		0	PRENSA DEPEGADA LADO TRANSMISION	PRENSA DE SUCCION	nc
5	Error	Alarma	0	NIVEL_BOMBA_LL0	0		0	NIVEL BOMBA LUBRICACION	TANQUE ACEITE LUBRICACION	nc
6	Error	Alarma	0	PRESION_ACEITE0	0		0	PRESION LUBRICADOR	BOMBAS DE LUBRICACION	ac

Figura 14. configuración de variables en Alarm Logging.

**Aviso individual**

Parámetros | Textos | Variable/Acción

Número: 1

Clase: Error

Tipo: Alarma

Grupo: Ninguno

Prioridad: 12

Este aviso

- es de acuse obligatorio
- activa el señalizador central
- se archiva
- se crea en flanco descendente
- activa una acción

Conexiones

Var. de aviso: PRES\_DIF\_MAX

Bit de aviso: 0

Variable de acuse:

Bit de acuse: 0

Variable de estado:

Bit de estado: 0

DLL de norma:

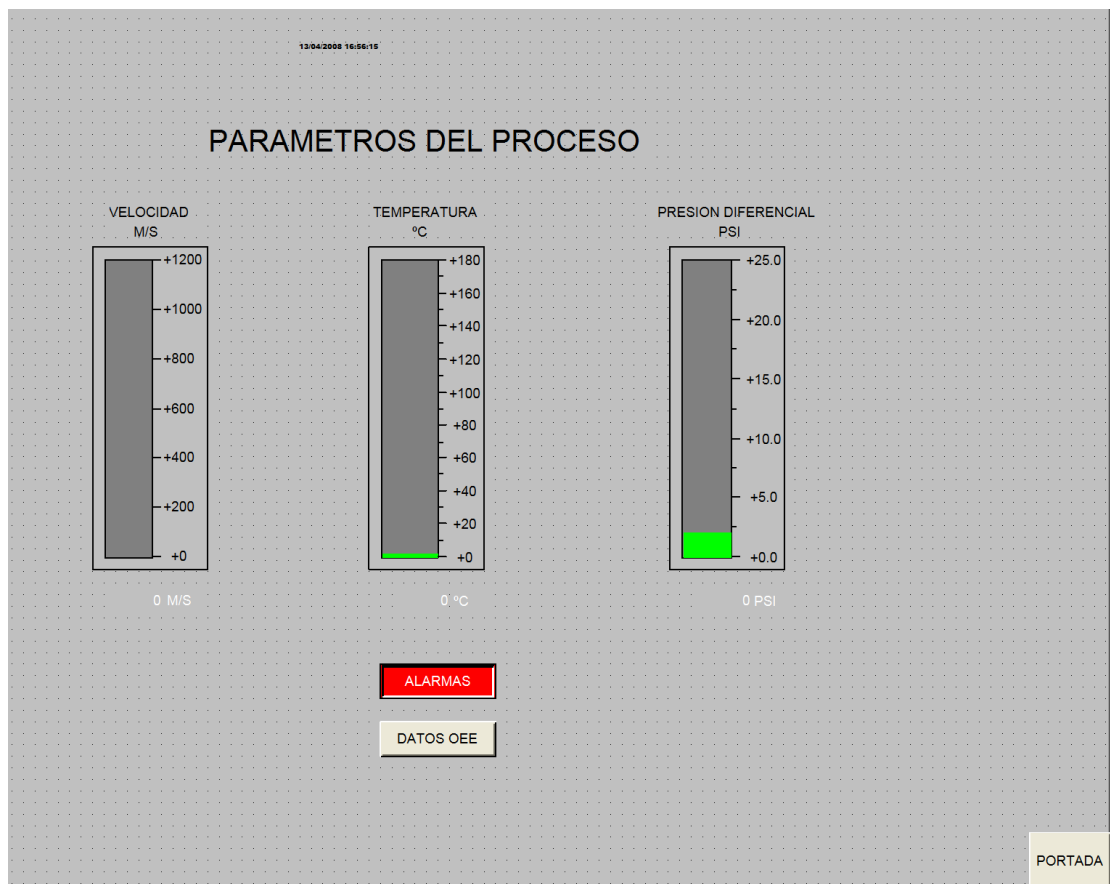
Parámetros DLL...

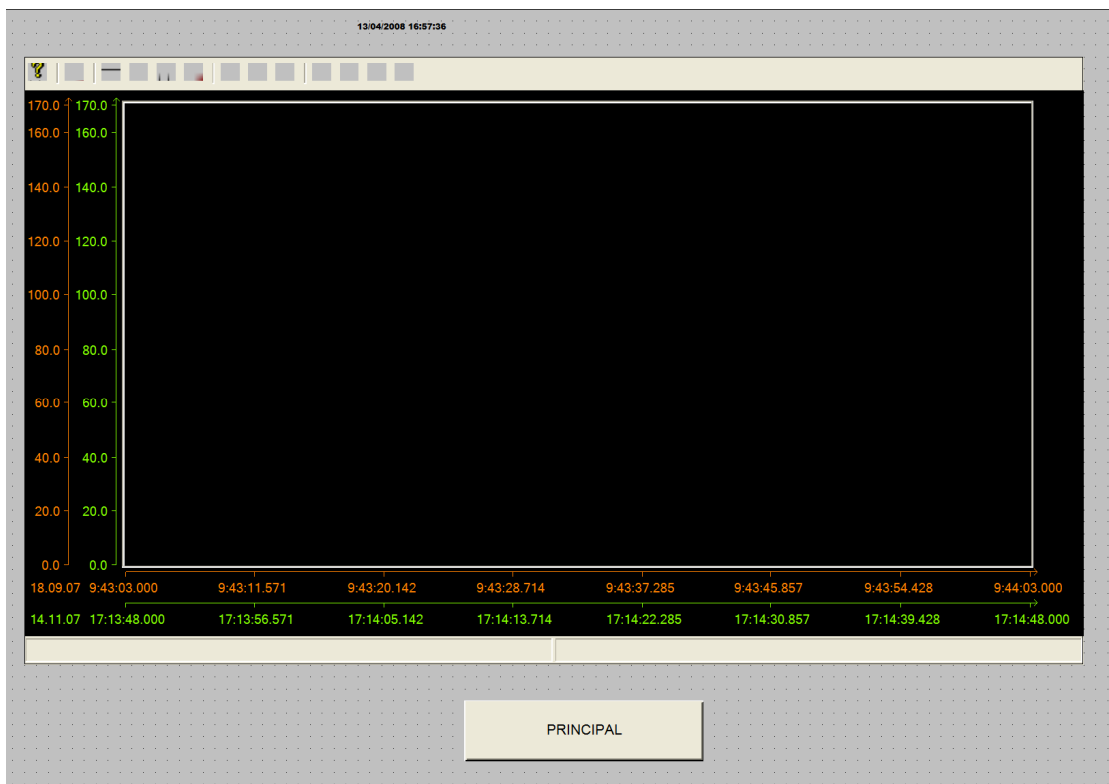
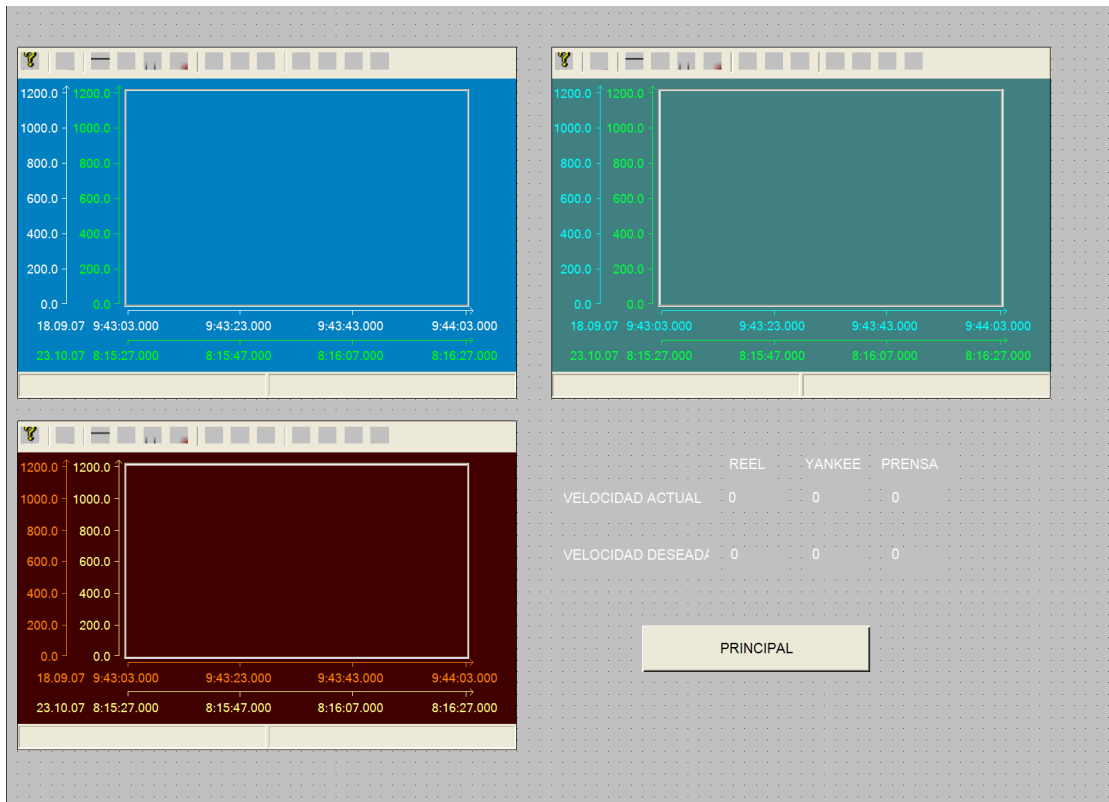
Seleccione los parámetros de aviso y conecte el aviso

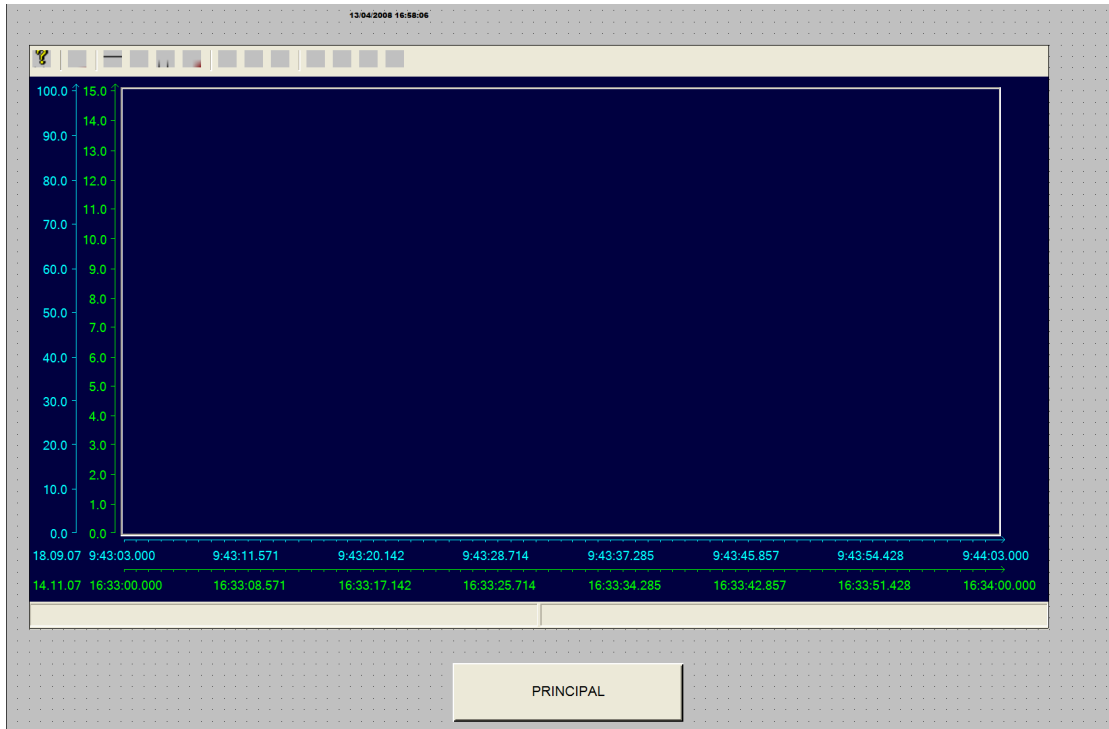
Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 15. Configuración de un aviso individual.

## Imágenes del proceso.



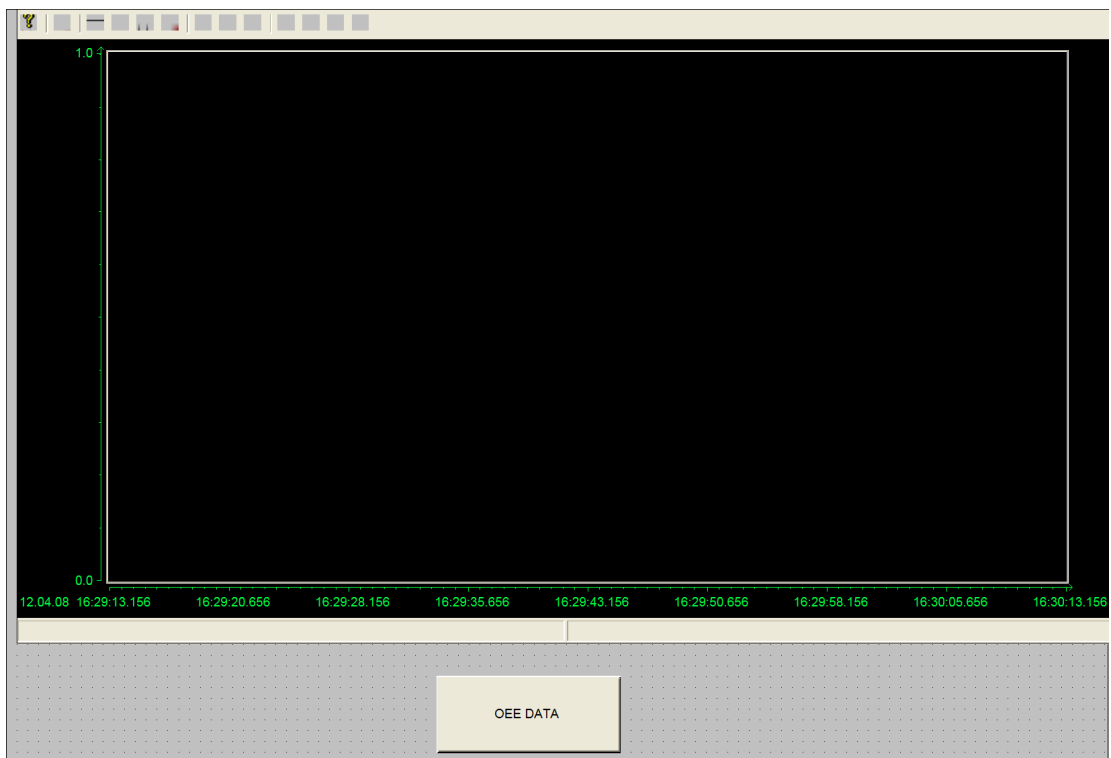
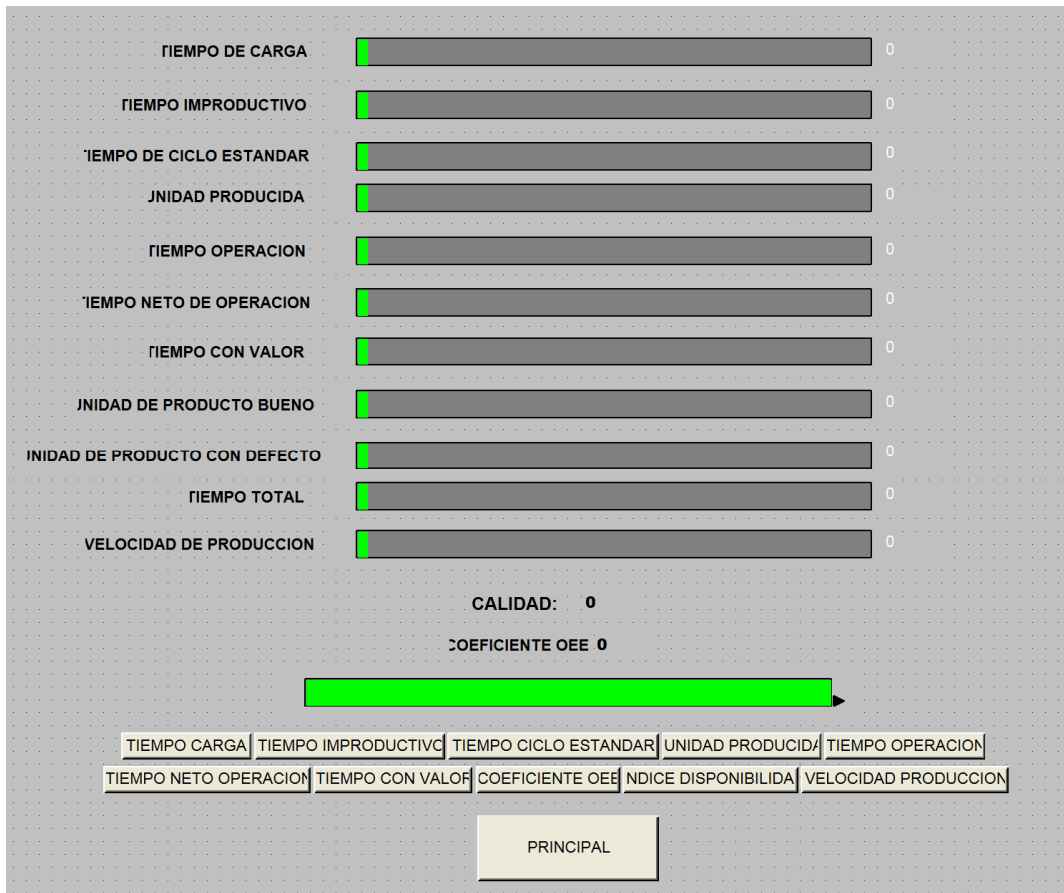


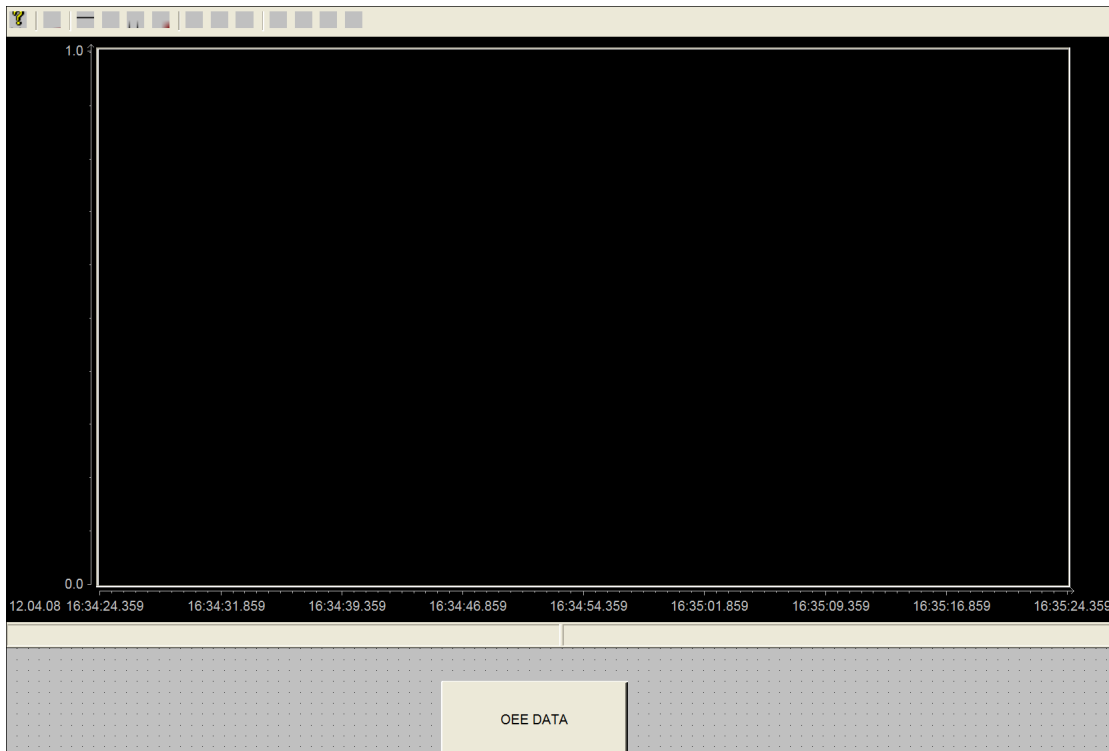
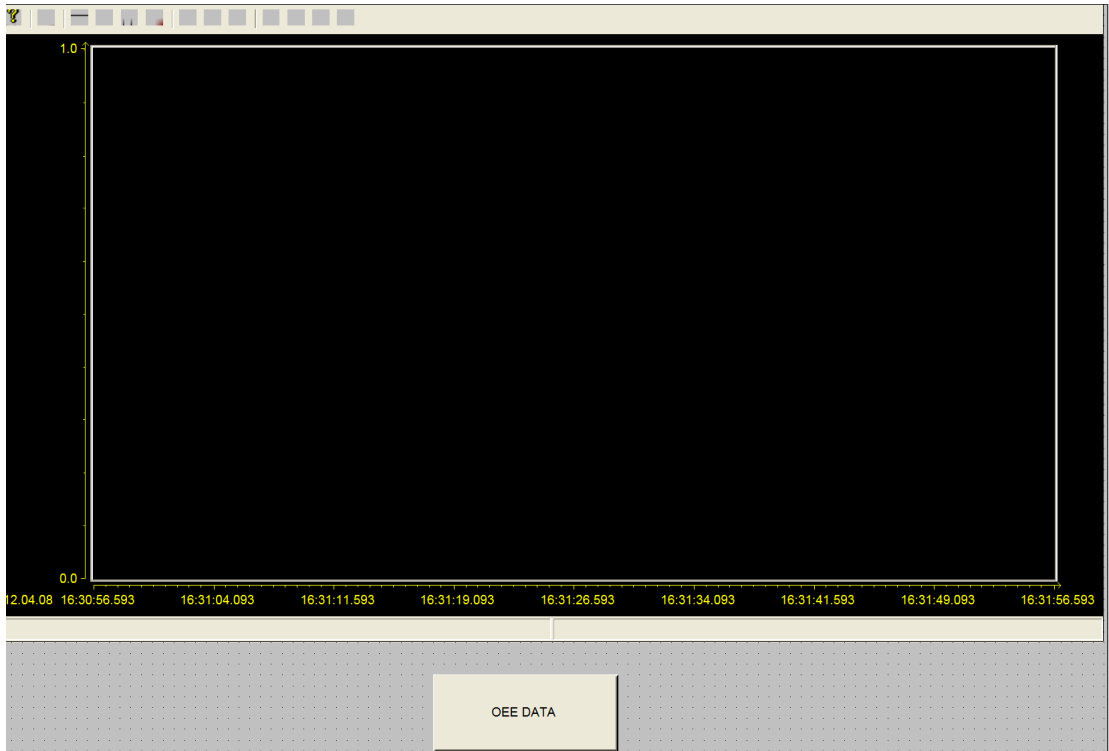


texto de aviso

UCIPAR

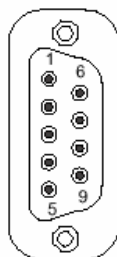
PRINCIPAL





## Anexos

### Interfaz MPI.



Número de pin	Nombre abreviado	Significado	Entrada / Salida
1	NC	El pin 1 no está conectado	-
2	M24 EXT	Conductor de retorno M24 EXT (GND) para la alimentación de 24V.  La intensidad de una carga externa, conectada entre el pin P24 EXT y el M24 EXT no puede superar los 150 mA	Salida
3	LTG_B	Cable de señal B del módulo MPI	Entrada / Salida
4	RTS_AS	RTS_AS, señal de control para el flujo de datos de recepción. La señal está activa a "1", cuando el PLC conectado directamente están enviando datos.	Entrada
5	M5 EXT	M5 EXT, cable de masa (GND) de la fuente de 5V. La carga de intensidad de un consumidor externo que esté conectado entre P5EXT y M5EXT puede ser como máximo de 90 mA.	Salida
6	P5 EXT	P5 EXT, alimentación (+5 V) de la fuente de 5 V. La carga de intensidad de un consumidor externo que esté conectado entre P5EXT y M5EXT puede ser como máximo de 90 mA.	Salida
7	P24 EXT	Conexión de P24 EXT (+24 V) para la alimentación de 24V.  La intensidad de una carga externa, conectada entre el pin P24 EXT y el M24 EXT no puede ser más de 150 mA.	Salida
8	LTG_A	Cable de señal A del módulo MPI	Entrada / Salida
9	RTS_PG	Señal de salida RTS del módulo MPI. La señal está a "1", cuando la PG o el PLC envían datos.	Salida
Pantalla		Carcasa del conector	

Tabla 1: Asignación de pines de la interfase MPI/DP Los PIN 2 y 7 (P24 EXT, M24 EXT) solo están ocupados en las CPUs del 300 y 400. así como para el repetidor RS-485.

## **Fuentes de consulta**

- <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=de&objid=3001321&caller=view>
- SIMATIC Manual collection.
- Ing. Alexander Guzman.