

SCADA en el Monitoreo y Control de Temperatura y Humedad de un Silo

Katia Ayala^{1,a}, Amada Contrera^{1,b}, Eustaquio Martínez^{1,c}

¹Facultad Politécnica - Universidad Nacional del Este,

Campus Universitario - Km 8 Ciudad del Este, Paraguay

ktiaayala@gmail.com^b, adacontre@gmail.com^c, amartinez@fpune.edu.py^c

RESUMEN

Alto Paraná constituye sin duda el mayor polo de desarrollo del país, conformado por municipios que juntos construyen la mayor zona de producción agrícola del Paraguay. Según CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas), el 40% del producto interno bruto del Paraguay corresponde a la producción agrícola que ocupa 4.200.000 hectáreas, de las cuales el 60% corresponde al cultivo de soja y el 30% de éste se encuentra en el Alto Paraná. Un gran porcentaje de esta producción se almacena en los silos durante cierto tiempo para su posterior exportación e industrialización.

Una buena cosecha requiere mucho esfuerzo y dinero. Tenerlo almacenado adentro de un silo es lo mismo que tener dinero en efectivo en el banco. Aunque parece un contrasentido dejar al grano deteriorarse durante el almacenaje, esta práctica es la norma y en ese contexto, todo depende del manejo del proceso. Normalmente por el desconocimiento de los fenómenos dinámicos que se generan dentro del medio ambiente en el que está inserto el grano almacenado, suelen originarse algunos problemas importantes, en que la temperatura y la humedad son parámetros físicos que debe controlarse, dada su influencia en el proceso de deterioro de los granos, por lo que suelen ser controlados mediante la aireación proveniente del ambiente exterior. El monitoreo de los parámetros mencionados puede ayudar disminuir el deterioro de los granos y así mantenerlos en buenas condiciones por más tiempo.

En función a lo expuesto, este trabajo propone el control automatizado de temperatura y humedad en el almacenamiento de granos y semillas, por medio de un sistema SCADA, donde los datos son adquiridos mediante sensores administrados por un circuito, conectado un sistema de control implementado en una PC, lo que permite controlar los parámetros de temperatura y humedad en línea, a través de un sitio web, que incluye alarmas, almacenamiento de datos históricos y envío de informaciones por medio de correo electrónico. La implementación del SCADA en función de las alternativas de control automático, a través de un prototipo que lee los datos de los sensores y los envía al sistema, permite que sean accesibles para el usuario, lo que posibilita la adquisición, monitoreo y supervisión de los datos, en esencia relevantes, en tiempo real.

PALABRAS CLAVES

SCADA, automatización, almacenamiento de granos.

1. INTRODUCCION

Alto Paraná constituye sin duda el mayor polo de desarrollo del país, conformado por municipios que juntos construyen la mayor zona de producción agrícola del Paraguay. Según CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas), el 40% del producto interno bruto del Paraguay corresponde a la producción agrícola que ocupa 4.200.000 hectáreas, de las cuales el 60% corresponde al cultivo de soja y el 30% de esta se encuentra en el Alto Paraná [15]. Un gran porcentaje de esta producción se almacena en los silos durante cierto tiempo para su posterior exportación e industrialización.

Una buena cosecha requiere mucho esfuerzo y dinero. Tener almacenado grano adentro de un silo es lo mismo que tener dinero en efectivo en el banco. Aunque parece un sin sentido dejar al grano deteriorarse durante el almacenaje, esto es algo que ocurre con mucha frecuencia. Todo depende del manejo que se realiza durante el almacenaje. El problema se origina normalmente por el desconocimiento de los procesos dinámicos que se generan dentro del medio ambiente en el que está inserto el grano almacenado, el cual está constantemente metabolizando durante el almacenaje, y es susceptible al ataque de insectos, o de microorganismos. Hoy en día, hablar de pérdidas de un 10-30% no es exagerado, aun en instalaciones donde se puede encontrar cierta infraestructura montada de aireadores, secadoras, etc. [4].

La temperatura y la humedad son parámetros físicos que suelen ser controlados mediante la aireación proveniente del ambiente exterior hacia dentro del silo. Existe una oportunidad de enfriar siempre que el aire exterior esté más frío que el grano almacenado. La temperatura varía mucho a lo largo del día; el objetivo es llevar el grano a su rango de almacenaje seguro. Hacer funcionar los ventiladores sólo en el momento más frío de día es una forma rápida y económica de refrigeración. El monitoreo de estos parámetros físicos puede ayudar a encontrar los frentes de secado dentro del silo, donde la evaporación genera una disminución de los mismos. Si bien es importante el muestreo de temperatura y humedad en el eje central del silo, donde con frecuencia se originan los problemas, es igualmente importante controlar todo el perfil térmico cuando se trata de silos de diámetros grandes. Esto aumenta la necesidad de automatizar las lecturas. Muchos productores agropecuarios invierten más tiempo recolectando y reportando estos datos, antes que en actividades de alto valor agregado como el análisis y el planeamiento. Dentro de estas circunstancias, no se encuentran preparados para tomar decisiones a tiempo, y mucho menos a largo plazo [11].

Planteada esta situación, se ha decidido buscar una vía para informatizar y automatizar los procesos, realizando un Sistema SCADA; acrónimo de “Supervisory Control And Data Acquisition” (Control Supervisor y Adquisición de Datos) que se refiere a un sistema que recoge datos de varios sensores en una fábrica, planta o en otros lugares remotos y los envía a una computadora central para su gestión y control. Estos son almacenados y procesados para detectar alarmas o condiciones particulares. En caso de existir una condición de alarma, se visualiza y, eventualmente, el sistema puede generar una respuesta automática. La interfaz principal con el operador es una pantalla gráfica (mímica) que muestra una representación de la planta o el equipo controlado en forma esquemática. Los datos “vivos” se visualizan como imágenes sobre un fondo estático. A medida que los datos cambian, estas imágenes se actualizan. Por ejemplo una válvula se puede ver abierta o cerrada. Los datos analógicos pueden verse como números o gráficamente. Un sistema puede contener muchas pantallas, pudiendo el operador seleccionar cualquiera de ellas en cualquier momento [10]. Cada vez más, las empresas se plantean la automatización de una serie de procesos en su entorno industrial. Con ello se pretende mejorar la productividad, aumentar la calidad del producto final, además de aumentar la seguridad en el trabajo. Para conseguir estos

objetivos, las empresas deben utilizar computadoras y software especializado en monitoreo, control y adquisición de datos.

2. SISTEMA SCADA

En procesos industriales, el termino “Automatización”, hace suponer el uso de mecanismos de control y de monitoreo de funciones físicas en tiempo real, con el objetivo de aumentar la eficiencia de operación y procesos industriales, e incrementar la productividad. [12]

Definición de un sistema SCADA

SCADA es un acrónimo “Supervisory Control And Data Acquisition”, (Supervisión, Control y Adquisición de Datos, en español). Son aplicaciones informáticas, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos (industriales) a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos. Especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campos (controladores autónomos, adaptadores o convertidores, autómatas programables, etc.), controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador que se le presenta a un operador en forma amigable. Además provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. Los sistemas SCADA mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control proporcionando la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas. Está formado por hardware de señal de entrada y salida, controladores, interfaz hombre – máquina, redes, comunicaciones, base de datos y software [1, 2].

Esquema Básico de un Sistema SCADA

El sistema SCADA básicamente funciona con la toma de datos que se lleva a cabo mediante adquirentes (en nuestro caso un interfaz o placa de adquisición), que recorren secuencialmente un conjunto de sensores y actuadores. Una computadora ejecuta el software del sistema, barriendo el interfaz, los datos son almacenados y procesados para detectar alarmas o condiciones particulares. En caso de existir una condición de alarma, se visualiza y, eventualmente, el sistema puede generar una respuesta automática [3]. Los datos recibidos pueden ser de 3 tipos: analógicos (números reales), que se muestran en gráficos de tendencias; digitales (on/off) que pueden tener asociadas alarmas; y pulsos (por ejemplo revoluciones de un motor), que normalmente se cuentan o acumulan. La interfaz principal con el operador es un display gráfico (mímico) que muestra una representación de la planta o el equipo controlado en forma esquemática. Los datos “vivos” se visualizan como imágenes sobre un fondo estático [5].

En la Figura 1 podemos observar la **etapa de supervisión** desde la operación local (mediante paneles o displays), como en la aplicación mediante PC's. El sistema le dará el control (**etapa de control**) de las variables de funcionamiento del equipo o planta. Tanto para su operación normal (automatizada) como ante la aparición de alarmas, permite que las decisiones las tome remotamente y con efecto instantáneo. El sistema se alimenta con datos obtenidos de las variables de campo (**etapa operativa**). Los datos pueden ser visualizados en forma gráfica o numérica. Podremos consultar el estado actual de cualquier parámetro y compararlo con mediciones anteriores [6].

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

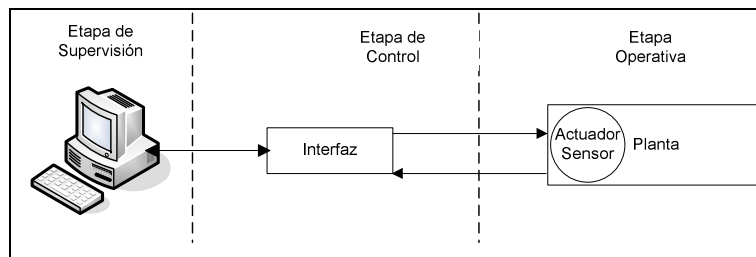


Figura 1. Esquema Básico de un Sistema SCADA

En la figura 2, El circuito interfaz realiza la adquisición de datos y consiste en un programa de control en código Assembler, que configura el Microcontrolador PIC 16f877 y a la vez permite recibir las señales, que son enviadas por el Adaptador/ Convertidor que recibe señales analógicas desde los sensores. Luego convierte éstas a señales digitales, para después enviarlas a la computadora a través del interfaz.

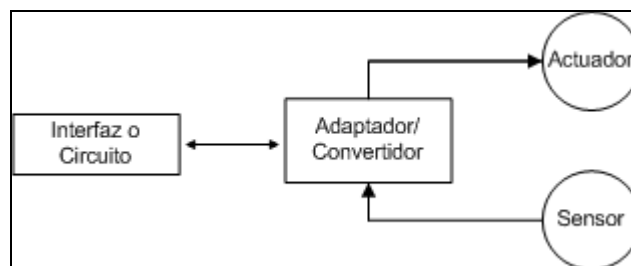


Figura 2. Dispositivos de campos, A/C, Interfaz

3. SCADA Y ALMACENAMIENTO DE GRANOS

Antecedentes: Se mencionan algunas investigaciones con relación al Sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

- Isaac Acosta [13] realizó una investigación en la que diseñó, desarrolló e implementó un sistema SCADA en la planta de producción de Molino Electro Moderno S.A. Para la implementación del sistema se crearon dos aplicaciones en Visual Basic, una para la etapa de limpieza y la otra para la etapa de molienda. Cada una de las aplicaciones corre en un computador independiente. La comunicación entre las aplicaciones y los PLCs se realiza utilizando el protocolo OPC mediante el servidor KEPDirect. Para guardar los registros de alarmas y eventos se creó una base de datos utilizando el software gratuito PostgreSQL.
- Calegari D, Luna C, Canabé M, Sierra F [14] En este trabajo se presentó una infraestructura para la construcción automática de sistemas de monitoreo de las condiciones internas de los granos almacenados en silos bolsa. Los sistemas permiten registrar mediciones de las condiciones internas de los silos bolsa utilizando sensores y monitorear la evolución de estas condiciones. La infraestructura fue concebida

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

siguiendo los lineamientos del paradigma de Ingeniería Dirigida por Modelos. Para ello, se definió un lenguaje de dominio específico que permite configurar distintos sistemas de monitoreo, los cuales se construyen automáticamente a partir de dichas configuraciones. La preservación de granos en bolsas plásticas herméticas, conocidas como silos bolsa, es una estrategia de almacenamiento de gran expansión en Argentina, Uruguay y Chile. Este tipo de almacenamiento brinda una solución de bajo costo que permite aumentar la vida útil de los granos almacenados, disminuyendo los efectos dañinos del clima, insectos y microorganismos. Las condiciones de almacenamiento pueden mejorarse monitoreando y manteniendo niveles adecuados de temperatura y humedad, entre otros factores internos de los silos bolsa.

Condiciones de almacenamiento de granos

Tener almacenado grano adentro de un silo es lo mismo que tener dinero en efectivo en el banco. Todo depende del manejo que se realiza durante el almacenaje. Aunque parece un sin sentido dejar al grano deteriorarse durante el almacenaje, esto es algo que ocurre con mucha frecuencia. El problema se origina normalmente por el desconocimiento de los procesos dinámicos que se generan dentro del medio ambiente en el que está inserto un grano almacenado [7]. Hoy en día, hablar de pérdidas de un 10-30% no es exagerado, incluso en muchas instalaciones donde podemos encontrar cierta infraestructura montada de aireadores, secadoras, etc. El grano está constantemente metabolizando durante el almacenaje, y es susceptible al ataque de insectos, o de microorganismos. Tanto los granos como las semillas son seres vivos, en consecuencia respiran y utilizan el oxígeno del aire, producen bióxido de carbono, agua y energía que se traduce en calor, pero a un nivel metabólico tan mínimo que diera la impresión de estar sin vida. Esto les permite que se puedan almacenar en grandes volúmenes y durante largos períodos sin mayores consecuencias de deterioro, siempre que las condiciones ambientales sean favorables a su conservación [4].

Almacenamiento adecuado: Un almacenamiento adecuado se puede lograr de dos maneras:

- Ubicándolo en un área geográfica donde las condiciones climáticas sean favorables, con lo cual solo bastaría secar los granos y llevar su contenido de humedad a un nivel de equilibrio con el ambiente que la rodea y luego empacarlas para evitar cualquier tipo de contaminación o absorción de humedad.
- Controlando los factores ambientales que las rodean (factores físicos, factores químicos, factores bióticos).

En nuestro caso tendremos en cuenta solo los factores físicos más importantes durante el almacenamiento que son la humedad y la temperatura que la rodean, ya que éstos dos son los que inciden principalmente sobre su contenido de humedad. [11]

Estrategias de Control

La aireación usa el aire exterior para controlar la temperatura del grano dentro del silo. Existe una oportunidad de enfriar siempre que el aire exterior esté más frío que el grano almacenado. La temperatura varía mucho a lo largo del día; el objetivo es llevar al grano a su rango de almacenaje seguro. Hacer funcionar los ventiladores sólo en el momento más frío de día es una forma rápida y económica de enfriar el grano. El monitoreo de la temperatura puede ayudar a encontrar los frentes

de secado dentro del silo, donde la evaporación genera una disminución en la temperatura. Si bien es importante el muestreo de temperatura en el eje central del silo, donde con frecuencia se originan los problemas, es igualmente importante controlar todo el perfil térmico de silos con diámetros grandes [11].

Planteamiento de la aplicación (Implementación de SCADA para almacenamiento de granos)

Este sistema se desarrolló para el control de almacenamiento de granos de sojas para el cual se tomó las principales condiciones físicas como temperatura y humedad, el mismo es un sistema centralizado multicapa y de lazo cerrado. Es completamente funcional, capaz de ofrecer alta disponibilidad del banco de datos, proporcionando confiabilidad a los usuarios, en el momento de acceso, es decir, el servicio requerido será proporcionado con un tiempo de respuesta aceptable y el acceso a datos. Controla la temperatura y la humedad, los cuales son adquiridos en tiempo real mediante una interfaz (etapa control), los datos adquiridos son visualizados por el usuario final (etapa supervisión), cuando la temperatura o humedad es mayor a las especificaciones establecidas por el usuario, suena el alarma y envía correo electrónico, puede tomar las decisiones como prender o apagar ventilador, esto si el sistema se encuentra en modo manual, por el contrario si se encuentra en automático no es necesario que el usuario realice ningún evento (etapa operativa). Todos los eventos son almacenados, para sus posteriores reportes, también se puede ver gráficos de medición de la temperatura y la humedad, todo esto se tiene acceso por Internet.

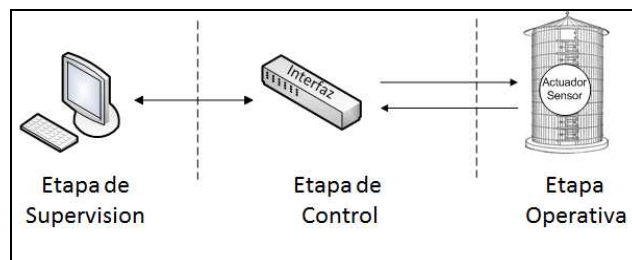


Figura 3. Implementación de SCADA para almacenamiento de granos.

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Se han realizado seis pruebas simulando situaciones reales para lo cual fue necesario forzar las condiciones de temperatura y humedad con artificios tales como enfriamiento mediante hielo, calentamiento mediante lámpara incandescente y para las humedades interna y externa al silo, arena en vasos plásticos.

Humedad y temperatura en condiciones normales. Modo Manual.

En dicha prueba las condiciones fueron adecuadas con relación a la humedad y la temperatura interna. Las especificaciones requeridas por el sistema son seis: humedad y temperaturas ideales, medias y críticas. Las especificaciones técnicas configuradas en el sistema por el supervisor técnico (tipo de usuario, Ingeniero Agrónomo) fueron las siguientes (Tabla I).

Tabla I. Especificaciones Técnicas.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

VARIABLES	MÍNIMA	MEDIA	CRÍTICA
Temperatura	18 °C	22 °C	27 °C
Humedad	12%	14%	22%

Las mismas fueron utilizadas para las demás pruebas. En la figura 4, se observa la variación de la humedad en función del tiempo en donde el sistema se encuentra en modo manual, es decir el usuario toma las decisiones acerca del sistema de ventilación, el mismo se encuentra inicialmente apagado. La humedad como se puede identificar en la figura se encuentra en un rango aceptable, en otras palabras no llega a la condición crítica que el supervisor técnico había asignado.

Inicialmente se encuentra en condiciones mínima hasta pasar la humedad media en donde el usuario en modo manual decide activar el sistema de ventilación. En la figura 5 se observa la variación de temperatura en función del tiempo en donde la temperatura se encuentra en un rango aceptable, en otras palabras, no llega a la condición crítica que el supervisor técnico había asignado. Se puede apreciar que en el momento en que se activó el sistema de ventilación, la temperatura fue disminuyendo.

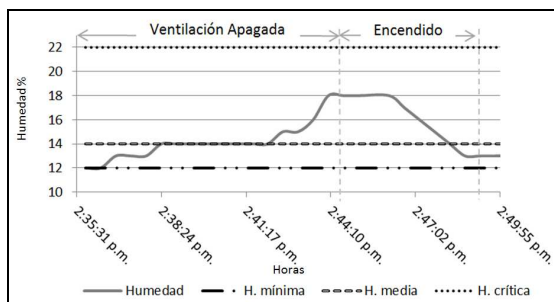


Figura 4. Gráfico de la humedad cuando el sistema se encuentra en modo manual.

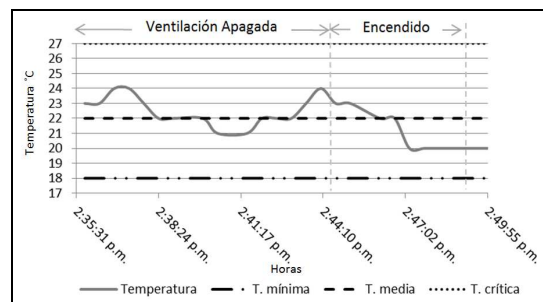


Figura 5. Gráfico de la temperatura cuando el sistema se encuentra en modo manual.

Pero si el usuario no se encuentra capacitado o por algún motivo de error humano, no activa el sistema de ventilación, la humedad podría alcanzar valores críticos en donde el sistema, a pesar de estar en modo manual emite un alarma visual y sonora figura 6, además de enviar una notificación por correo electrónico al usuario figura 7. Al ser accionados los ventiladores, la humedad gradualmente va disminuyendo hasta alcanzar un rango deseable nuevamente, en donde el usuario puede decidir apagar el sistema de ventilación.

También podemos tener acceso a la pantalla de visualización del historial del sistema con esta herramienta se puede tener un reporte detallado de todos los eventos, tales como quien entro al sistema, quien apago o encendido el Sistema de Ventilación, etc. en el intervalo de tiempo requerido así como se presenta en la figura 8.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012



Figura 6. Alarma de forma visual

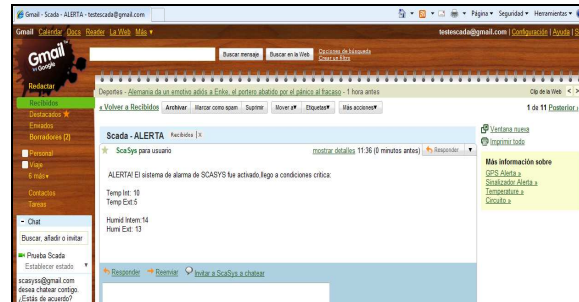


Figura 7. Notificación por correo electrónico

Nombre Evento	Fecha Hora	Activo	Descripcion	Datos
Katia y Amada	12/10/2009 12:44:00 p.m.	ONOF	APAGADO	
Katia y Amada	12/10/2009 12:44:00 p.m.	LECTURA	hum2	24
Katia y Amada	12/10/2009 12:44:00 p.m.	LECTURA	hum1	23
Katia y Amada	12/10/2009 12:44:00 p.m.	LECTURA	temp2	25
Katia y Amada	12/10/2009 12:44:00 p.m.	LECTURA	temp1	28
Katia y Amada	12/10/2009 12:43:00 p.m.	LECTURA	hum2	24
Katia y Amada	12/10/2009 12:43:00 p.m.	LECTURA	hum1	25
Katia y Amada	12/10/2009 12:43:00 p.m.	LECTURA	temp2	28
Katia y Amada	12/10/2009 12:43:00 p.m.	LECTURA	temp1	30
Katia y Amada	12/10/2009 12:33:18 p.m.	VENTILACION	VENTILAR	
Katia y Amada	12/10/2009 12:33:10 p.m.	LECTURA	hum2	24

Figura 8. Historial de eventos

Humedad ideal y temperatura crítica. Modo Automático.

En esta prueba el sistema se encuentra en modo automático y se observa que inicialmente la temperatura supera el punto crítico (Figura 9).

El sistema, de acuerdo a dichas condiciones realiza las siguientes funciones: accionamiento automático del sistema de ventilación a fin de disminuir la temperatura, accionamiento del sistema de alarma y envío de mensajes de correo electrónico.

Transcurrido un cierto tiempo, el sistema apaga los ventiladores al alcanzar la temperatura su punto ideal. En la misma prueba la humedad interna se mantuvo estable, por lo tanto el sistema solo actuó de acuerdo al comportamiento de la temperatura (Figura 10).

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

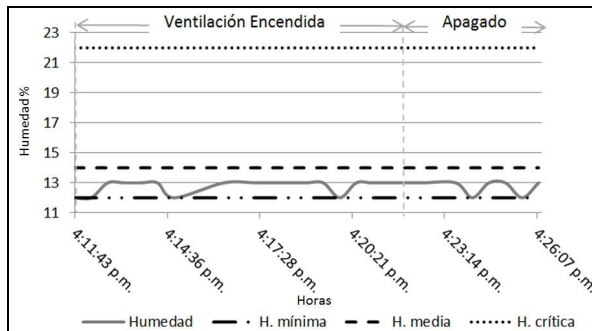


Figura 9. Humedad ideal en modo automático.

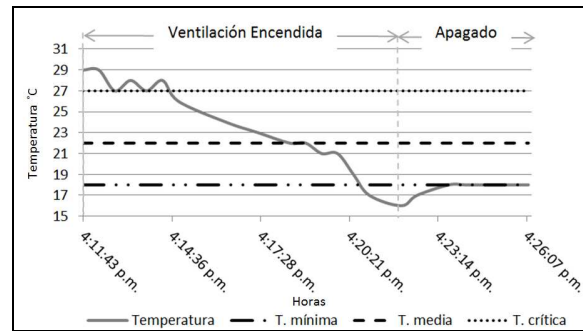


Figura 10. Temperatura crítica en modo automático.

5. CONCLUSIONES

Se ha tenido la necesidad de adquirir conocimientos en el área de la electrónica, así como investigar acerca del almacenamiento de granos. Por un lado se ha explicado el funcionamiento del SCADA en líneas generales, por otro lado se ha podido comprobar que es una herramienta muy útil y eficiente para la industria actual. Al mostrar que se pueden recrear diferentes situaciones reales con el fin de poderlas controlar desde un PC. Se implementó el sistema SCADA en función de las alternativas de control automático a través de un prototipo en que se adquieren datos de temperatura y humedad. Se ha desarrollado el software denominado SCASYS en ambiente web.

Los principales logros durante la elaboración de este trabajo son:

- Se logró tener un sistema SCADA para el almacenamiento de granos de soja.
- Se han determinado las condiciones adecuadas para el almacenamiento de granos y se logró controlar las condiciones físicas de temperatura y humedad.
- El sistema actúa de modo manual y automático.
- Se implementó exitosamente el sistema, tanto de modo automático como manual, cabe destacar la utilización de un interfaz que lee los datos desde los sensores y los envía a la PC para que pueda ser observada por el usuario final.
- El sistema en general, cumple con lo solicitado por el usuario final en cuanto a la adquisición, monitoreo y supervisión de los datos, manejo de alarmas, envíos de correo electrónico, historiales, gráficos de los datos adquiridos e interfaz web .

Se han logrado de la mejor manera lo propuesto en el proyecto y en el aplicativo. Inicialmente se tenían algunas dudas sobre las posibilidades del sistema SCADA a desarrollar en general.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Acedo, J. "Control Avanzado de Procesos (teoría y práctica)". Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid. [En línea]
<<http://books.google.com.py/books?id=h6lmErfrFjYC&pg=PA138&dq=teoria+de+SISTEMA+DE+CONTROL&ei=X8PoSpWsNpqwyATalfW9Aw#v=onepage&q=&f=false>> [Febrero 2009].

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

- [2] Bailey, D. “Practical SCADA for Industry”. Editorial Vivek Mehra, Mumbai. India. [En línea]. <http://books.google.com.ar/books?id=rylG0sJYREoC&printsec=frontcover&source=gbs_navlink_s_s#v=onepage&q=&f=false> [Septiembre 2009].
- [3] Bolton, W. “Ingeniería de Control”. Editorial Marcombo S.A. [En línea] <http://usuarios.lycos.es/automatica/temas/tema2/pags/la_lc/lalc.htm> [Septiembre 2009].
- [4] Consulgran Granos, “De la Semilla al Consumo”. Buenos Aires, República Argentina. [En línea] <<http://www.consulgran.com/indexConsulgran.html>> [Marzo 2009].
- [5] Gomariz, S. “Teoría de control: Diseño Electrónico”. Editorial Marcombo S.A. 2009
- [6] Ogata, K. “Ingeniería de Control Moderno” Person Educación S.A. Madrid 2003. [En línea]. <http://www.santamariadelpilar.es/departamentos/tecnologia/los_sistemas_de_control.pdf> [Septiembre 2009].
- [7] Rodríguez, J. C., Bartosik, R. E. Malinarich H.D. 2002. “Almacenaje de Granos en silo-bolsas”, Informe Final de Trigo. En: Almacenamiento de Granos en Silos Bolsa. [En línea] <www.terratecargentina.com> [Marzo 2009].
- [8] Rodríguez, A. “Sistema SCADA”. Segunda Edición, Marcombo S.A. España 2007. Alfaomega Grupo Editor, S.A. México 2007. [En línea] <<http://books.google.com.py/books?id=32kgCNG34TWC&pg=PT465&dq=sistema+scada+aquilino+rodriguez#v=onepage&q=&f=false>> [Abril 2008].
- [9] Rosado, A. “Sistemas Industriales Distribuidos, una filosofía de automatización”. Apuntes teoría. 3 ITT – SE. Universidad de valencia. Dpto. ingeniería electrónica. [En línea] <http://www.uv.es/rosado/sid/Capitulo1_rev1.pdf> [Septiembre 2009].
- [10] Universidad San Martín de Porres, Implementación y uso de Sistemas de Control Operacional para la Distribución Automático. [En línea] <<http://www.slideshare.net/firgau/sistema-automatico>> [Marzo 2008].
- [11] Yanucci, D. 2001. “Conservación de granos y semillas en pos- cosecha”. Libro de Actualización n° 3. Ed. Granos & Post- cosecha Latinoamericana de la semilla al consumo. p. 131.
- [12] ROMERO AVECILLAS, Cristian Joaquín, Diseño de un Sistema SCADA para el Proceso de Producción de los Pozos de Petróleo de Petroecuador, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Mayo 2006. [En línea] <http://repositorio.eppetroecuador.ec/bitstream/20000/43/1/T-EPN-030.pdf> [Marzo 2008].
- [13] Acosta, I. “Desarrollo de un Sistema SCADA para la producción de harina en la empresa Molino Electro Moderno S.A”. [En línea] [Marzo 2008].
- [14] Calegari D, Luna C, Canabé M, Sierra F, “Ingeniería Dirigida por Modelos Aplicada al Control Automático del Almacenamiento en Silos Bolsa”, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. [2009]
- [15] PhD. D (c) Cañete M, Ing. Agr. , Director de la Unidad de Estudios Agroeconómicos de la Dirección General de Planificación, dependiente del MAG. [En línea] <http://www.capeco.org.py/> [Marzo 2009].