

# EFFECTO QUE SE OBTIENE EN LA INDUSTRIA CON LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

## THE INDUSTRY EFFECT OBTAINED WITH THE COMPRESSED AIR SYSTEM AUTOMATION

Jorge Torres Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magister en Administración de Empresas. Ingeniero en Electricidad Especialización Automatización Industrial. Jefe de Planta. BLOQCIM S.A. Fabricación de Bloques y Adoquines de Hormigón. [Jorgito\\_kike@hotmail.com](mailto:Jorgito_kike@hotmail.com)

### Resumen

Hoy en día todas las empresas tienen dentro de sus compromisos el cuidado del medio ambiente, por lo cual se tiene como objetivo reducir al mínimo el consumo de energía dentro de sus operaciones. En una empresa de manufacturación los principales equipos que consumen energía son los motores; principalmente los tipos cuadráticos (banda transportadoras, compresores, ventiladores y bombas)<sup>3</sup>. El control eficiente de los motores cuadráticos puede llegar a reducir el consumo eléctrico hasta un 20% a 30% en cada uno de estos equipos, lo cual convierte en una inversión rentable a futuro<sup>5</sup>. En el anterior control de los compresores hacían arranques continuos cada cierto tiempo, (dependiendo de la señal del presostato) lo cual originaba picos de corriente elevando los Kw/h, esto se debe a que los equipos de puesta en marcha son mediante dispositivos eléctricos y electromecánicos que no pueden controlar la velocidad de cada compresor. La presente investigación tiene como fin el diseño, instalación y puesta en marcha de un sistema de control descentralizado para la generación de aire comprimido. El nuevo sistema propuesto interconectará 4 compresores (2 VDF con arranque variador de frecuencia, 2 AD arranque directo)<sup>4</sup>. Este regulará la velocidad de 2 de los compresores, con el objetivo principal de ahorrar energía para la planta y a su vez mejorar el sistema de funcionamiento de los mismos<sup>1</sup>. Todo el Sistema será controlado por PLC y su proceso será monitoreado en el Intouch (Software de monitoreo del Scada de la planta)<sup>1</sup>. Lo cual me generará ahorro en costos de mantenimiento de cada uno de los compresores a utilizar, ahorro de consumo de energía eléctrica y por ende se contribuye a cuidar el medio ambiente realizando un uso eficiente de cada uno de los equipos.

**Palabras claves:** SCADA, PLC, Aire Comprimido, Motores Cuadráticos.

### Abstract

Today all companies have their commitments within the care of the environment, so the objective is to minimize energy consumption within their operations. In a major manufacturing company energy consuming equipment are the engines, mainly quadratic types (belt conveyors, compressors, fans and pumps)<sup>3</sup>. Efficient control of the quadratic engines can reduce power consumption up to 20% to 30% in each of this equipment, which makes it a profitable investment futuro<sup>5</sup>. In the above compressor control-go made from time to time (depending on the pressure signal) which originated surge raising Kw / h, this is because the equipment commissioning are by electric devices and electromechanical who cannot control the speed of each compressor. This research aims to design, installation and commissioning of a decentralized control system for the generation of compressed air. The proposed new system interconnect 4 compressors (2 VDF with VFD starter, 2 AD DOL)<sup>4</sup>. This will regulate the speed of 2 of the compressor with the main objective of saving energy for the plant and at the same time to improve their operation system<sup>1</sup>. The whole system will be controlled by PLC and the process will be monitored in Intouch (Software monitoring the plant Scada)<sup>1</sup>. Which will generate saving in maintenance costs of each

of the compressors to be used, saving of power consumption and thus helps to protect the environment using efficiently each of the equipment.

**Keywords:** SCADA, PLC, Compressed Air, Quadratic Engine

## Introducción

El Nuevo Sistema será controlado por un PLC, en donde llegarán los permisos de cada señal de arranque y las salidas correspondientes para accionar el encendido de los compresores. El control de velocidad tendrá como variable de proceso la presión del Tanque pulmón<sup>2</sup>, de esta variable dependerá la regulación de velocidad de los compresores, el rango de operación de la presión está entre 95 psi y 118 psi, esto quiere decir que cuando la presión llegue a 118 psi los compresores disminuirán su velocidad automáticamente (de 60Hz a 40 Hz), y cuando la presión llegue 95 psi los compresores aumentarán su velocidad (de 40 Hz a 50 Hz).

Para mejor rendimiento del Sistema se consideró que los compresores #1 y # 2 son los que tendrán la capacidad de aumentar y disminuir su velocidad, y los compresores #3 y # 4 se mantendrán con arranque directo.

Para la variación de velocidad se lo realizará con variadores de frecuencia, estos variadores actuarán automáticamente dependiendo de la presión del Tanque Pulmón<sup>2</sup>.

## Materiales y métodos

Para proceso de puesta en marcha se lo realizará en el Software de monitoreo de la planta (Intouch), además los estados de cada compresor serán monitoreados<sup>1</sup>.

## Equipos Requeridos:

- Controlador Lógico Programable (PLC) de la gama media
- 2 Variadores de Velocidad para motores de 30 Hp.

- Plataforma de comunicación Ethernet (Switch Industriales y Cable Ethernet categoría 6<sup>a</sup>).
- Tablero de Control y Fuerza (Arranque de 2 compresores con variador de velocidad y Arranque de 2 compresores tipo directo).
- Medidor de Energía para el área de los compresores.
- Sensor de presión continuo para el tanque pulmón.

## Arquitectura de Automatización

El Sistema consta de dos modos de Operación: Manual y Automático.

**Modo Manual:** Se podrá realizar los arranques respectivos de cada compresor independientemente.

**Modo Automático:** En este modo de operación los compresores arrancan automáticamente mediante una secuencia previamente escogida antes de dar marcha al sistema.

Las secuencias de operación en automático son las siguientes:

- Secuencia A
- Secuencia B
- Secuencia C
- Secuencia D

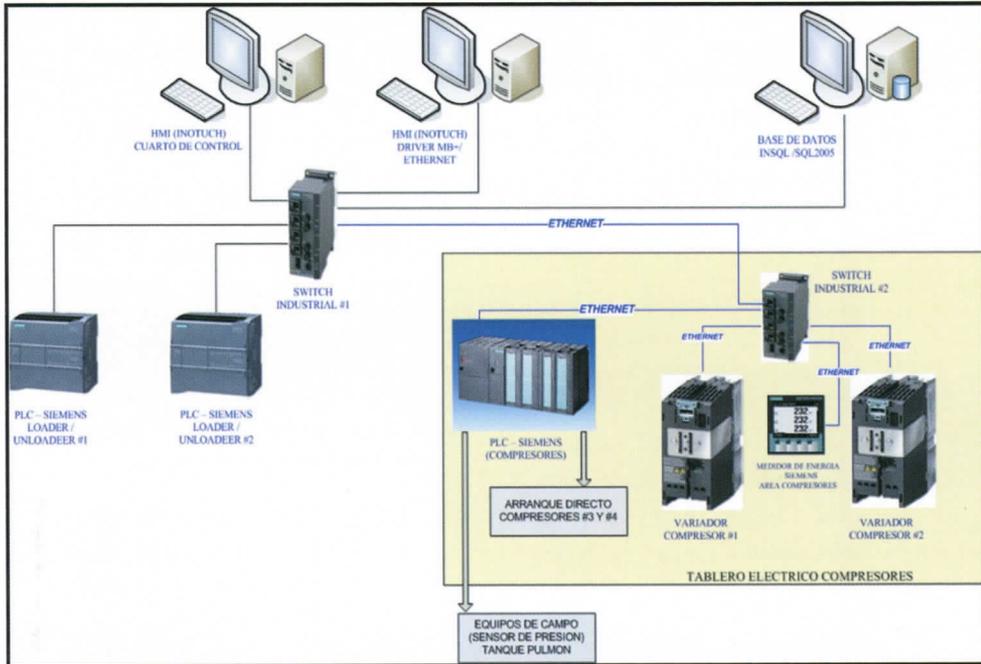


Gráfico 1. Arquitectura de La Automatización del sistema en análisis

Orden de Encendido				
Item	Secuencia	Primero	Segundo	Tercero
1	A	Compresor 2	Compresor 1	Compresor 3
2	B	Compresor 1	Compresor 2	Compresor 3
3	C	Compresor 2	Compresor 1	Compresor 4
4	D	Compresor 1	Compresor 2	Compresor 4

Tabla 1. Secuencia de Automatización

Cabe mencionar que solo en modo de operación automático tendremos variación de velocidad, en el arranque manual los compresores tendrán una velocidad constante.

Además en caso de que uno de los variadores tenga problemas o sufra algún daño que los dejes indisponibles, existe un selector de bypass en el Scada que permitirá arrancar a este compresor como un arranque directo, y así no interrumpir la producción por falta de aire<sup>1</sup>.

### Seguridades de Sistema

El sistema posee las siguientes seguridades:

- **Presostato:** Cada compresor tiene un presostato, cuya función es controlar la presión y cuya señal discreta

(abierta ó cerrada) está conectada al PLC para apagar o encender el respectivo compresor una vez que esté haya sido puesto en marcha.

Cuando la presión del compresor llegue a 120 psi, el compresor se apagará sea en modo manual o automático, y cuando la presión disminuya a 90 psi el compresor se encenderá sea en manual o en automático. Cada compresor posee su propio presostato de seguridad<sup>2</sup>.

- **Transmisor de Presión:** En el Tanque Pulmón se encuentra instalado un transmisor que envía al PLC una señal analógica la cual es interpretada en psi; mediante la lectura de este transmisor se podrá monitorear la presión del tanque para la cual el PLC tiene el siguiente rango de seguridad<sup>2</sup>:
  - Cuando la presión del Tanque Pulmón llegue a

135 psi apagará los compresores en modo manual o en automático y el sistema quedará bloqueado para arrancar los compresores hasta que la presión disminuye a 100 psi.

- La presión del Tanque Pulmón podrá ser monitoreada en el Scada.
- **Variador de Velocidad:** El variador de velocidad está configurado para que indique el estado de alarmas como sobrecarga, límite de corriente, bloque y falla de variador.

Si sucede algunas de las fallas mencionadas el compresor se apagará; para lo cual se deberá reconocer la falla en el Scada para habilitar nuevamente el variador de velocidad.

#### **Pantalla de Arranque de Compresores**

Este Sistema de Arranque tiene dos modos de operación: Manual y Automático que se puede cambiar a través del Selector que se muestra en la gráfica 2<sup>1</sup>.

En el caso de que uno de los dos variadores presente problemas que impidan arrancar el compresor existe la opción de un arranque directo que se lo realiza por medio de un selector que hace un bypass para deshabilitar el variador y habilitar el arranque directo.

#### **Pantalla de secuencia de Arranque**

Además existe una pantalla donde se visualiza como es el arranque cuando está en modo automático, permitiendo también el arranque del mismo previamente escogido la secuencia con la que se va a arrancar los compresores. (Ver Gráfica 3)

#### **Pantalla de Tendencias**

En esta pantalla se puede monitorear las tendencias de Corriente, Velocidad de los compresores 1 y 2; Switch de presión de los cuatro compresores. (Ver Gráfica 4)

#### **Arranque Automático**

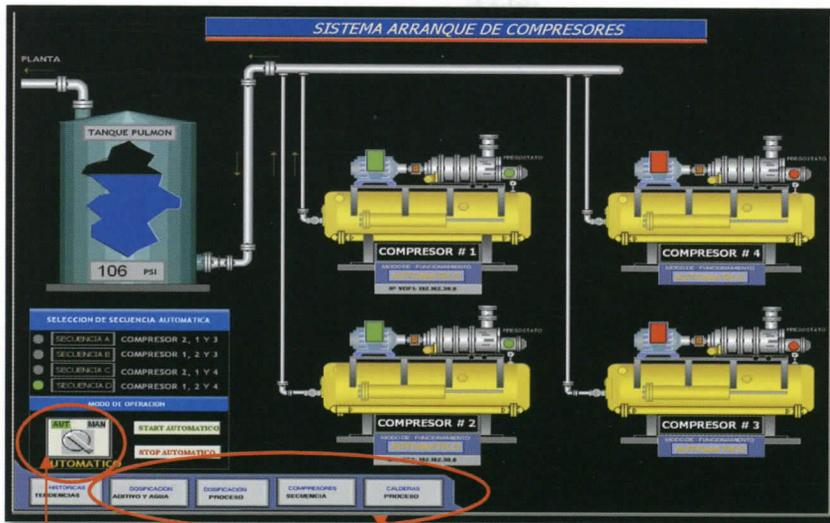
Para trabajar en Modo Automático el Selector debe estar en la posición de AUT, una vez seleccionada los visores de Manual pasarán a Automático; ahora si el sistema previamente estuvo en manual y es pasado a automático en recuadro amarillo saldrá el siguiente mensaje: **Sistema Normalizando. Espere...** Luego de esto el sistema está listo para proceder a arrancar, para esto existen dos botones:

- **START AUTOMATICO:** Con este botón se puede dar inicio al sistema de encendido de los compresores en forma secuencial.

Para escoger la secuencia con la que deseo iniciar el arranque existen los botones: **SECUENCIA A, SECUENCIA B, SECUENCIA C Y SECUENCIA D**, con los cuales que están en la pantalla de Arranque del Proceso, además existen un estado en cada botón que me indica con que secuencia voy a trabajar.

- **STOP AUTOMÁTICO:** Con este botón puedo detener el proceso iniciado automáticamente cuando el operador de turno lo considere<sup>6</sup>.

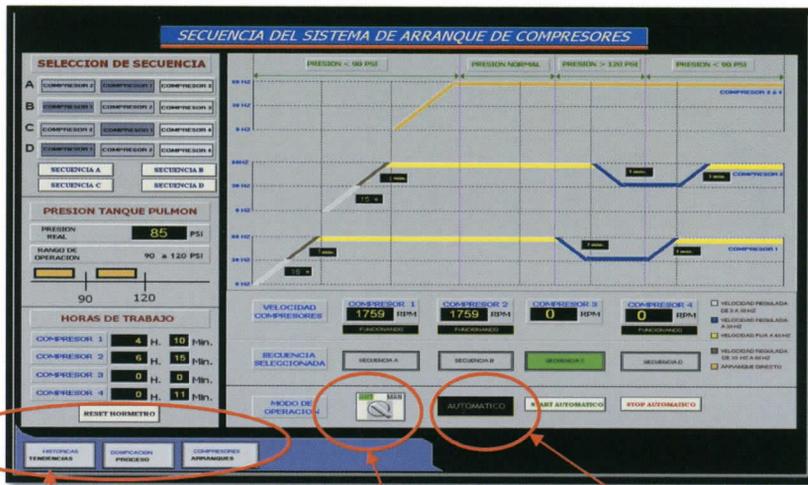
Estos mismos botones de Start y Stop automático se encuentran en la pantalla de secuencia de compresores, las ventanas de los cuatro compresores para arranque manual estarán habilitadas con el fin de observar los estados de variador y compresor, así como las velocidades y corrientes de los motores correspondientes a los compresores 1 y 2.



Selector para escoger modo de Operación Manual ó Automático

Botones para Navegar otras Pantallas del Proceso de Planta: Tendencias, Secuencia Compresores, Dosificación

Gráfico 2. Pantalla de arranque de compresores



Botones para Navegar otras Pantallas del Proceso de Planta: Arranque, Tendencias, Dosificación

Selector para escoger modo de Operación Manual ó Automático

Visor que indica modo de operación de los Compresores

Gráfico 3. Pantalla de secuencia de arranque

Efecto que se obtiene en la industria con la automatización del sistema de aire comprimido

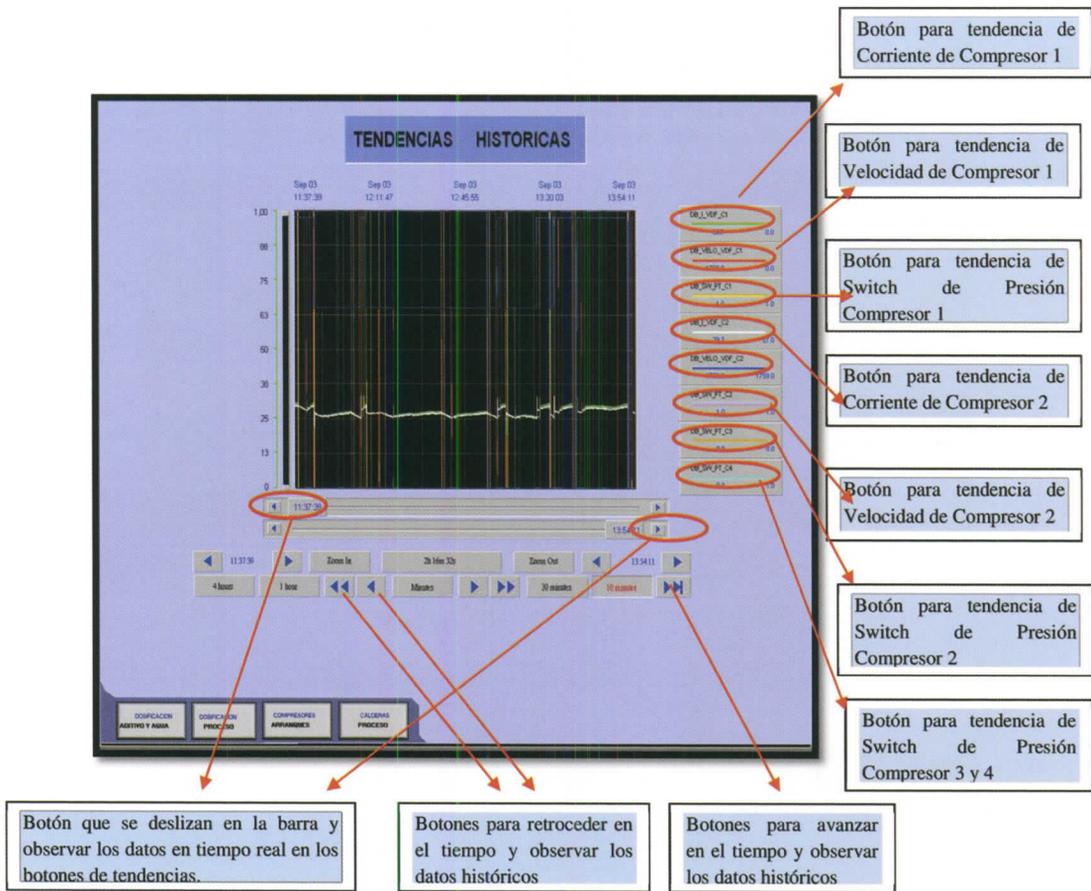


Gráfico 4. Pantalla de Tendencias

Tabla 2. Comparación de Sistemas

Sistema Anterior		Sistema Actual	
Año 2012		Año 2012	
Meses	Consumos KW-h	Meses	Consumos KW-h
Mayo	7300	Agosto	5320
Junio	6930	Septiembre	5140
Julio	7182	Octubre	5600
Promedio	7137	Promedio	5353
% Diferencia	25,00		

## Resultados:

- ⊙ Ahorro de hasta un 25% en el consumo de energía en el área de los compresores, siendo el área de compresores un 10% del total del consumo de toda la planta. Debido a la reducción de velocidad de los motores.
- ⊙ Reducción de los costos de mantenimiento en los motores de los compresores y accesorios mecánicos. Debido a la secuencia automática establecida y al uso proporcional de los mismos.
- ⊙ El sistema es Escalable lo que permitirá a futuro incluir más arranque de compresores con un costo de implementación menor al inicial.
- ⊙ Sistema en Línea para ver el funcionamiento de los compresores (Reducción en el tiempo).
- ⊙ Cabe indicar que el consumo de este tipo de energía en empresas alimenticias es aún mayor, llega alrededor del 35% de toda la energía utilizada en la planta, por lo cual el ahorro se incrementará sustancialmente.

## Discusión

Una de las principales medidas para obtener ahorros de energía es la de reducir el número de ciclos que efectúa un compresor ya que al producirse ciclos muy cortos se incrementa en forma directa el desgaste, y como consecuencia el consumo de energía del compresor.

Al poder tener control directo de la frecuencia de cada motor de compresor, podemos utilizar dicho compresor solo lo necesario y lo que la demanda requiera, es decir, se puede tener unos al 100% y otros

solo al 66% de su capacidad y además secuenciarlos para que todos trabajen por igual, este efecto nos da un ahorro del 25% en el consumo de energía en los compresores.

En el caso de la energía eléctrica, por ejemplo, las tarifas para la industria, además del cargo por consumo de energía(kWh), hacen un cargo por disponibilidad máxima (kW), con una importancia notable en la facturación final. Evitar el arranque y la operación simultánea de motores y otros equipos eléctricos, sobre todo en el período de punta, se traduce en ahorros significativos.

La eficiencia energética es un factor decisivo para el éxito de su negocio. Reducir con éxito y de manera sostenible los costes energéticos constituye un tema de importancia creciente, una parte clave para garantizar el funcionamiento de una planta industrial de un modo rentable. Los precios crecientes de la energía y las leyes más estrictas sobre las emisiones de gases invernadero obligan a revisar el consumo de energía de su empresa.

## Referencias bibliográficas

1. Piedrafita Moreno Ramón. Ingeniería de la Automatización industrial 2da edición ampliada y actualizada. Grupo editor Alfaomega 2004 México DF.
2. Creus Sole Antonio Instrumentación Industrial 7<sup>a</sup> edición. Grupo editor Alfaomega 2006 México DF.
3. J. Chapman Stephen. Máquinas Eléctricas 4<sup>a</sup> edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana 2005 México DF.
4. C. Kuo Benjamín Sistemas de Control Automático 7<sup>a</sup> edición. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. 1996 México.

5. Fitzgerald A. E., Kingsley Jr. Charles, D. Umans Stephen. Máquinas Eléctricas 6ª edición. Editorial McGraw-Hill 2003 México DF.
6. Fink Donald G., Beaty H. Wayne Manual de Ingeniería Eléctrica Décimo tercera edición. Editorial McGraw-Hill 1996 México.