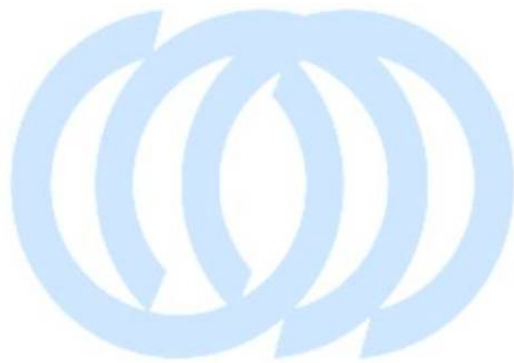


**1ras. JORNADAS DE CALIDAD EN
MANTENIMIENTO E INSPECCION
IAPG ABRIL 2006**



MEGA
COMPAÑÍA MEGA S.A.

**INCORPORACIÓN DE VARIADORES DE VELOCIDAD EN UNIDAD
DE REGENERACIÓN**

Índice

Breve descripción de la Empresa.	1
Esquema Instalaciones de Compañía MEGA.	2
Certificados de Aprobación Normas	3
Compañía MEGA como agente GUMA	6
Certificado de Aprobación PT-15	7
Alimentación Planta MEGA LLL	8
Introducción	9
Desarrollo	10
Resumen Funciones de Transferencia	13
Conclusiones	14
Curriculum	21

TITULO: INCORPORACIÓN DE VARIADORES DE VELOCIDAD EN UNIDAD DE REGENERACIÓN

**Pablo Perondi
Compañía MEGA S.A.**

Instalaciones de Compañía MEGA S.A.

Compañía MEGA S.A. tiene por finalidad la Separación, Transporte, Fraccionamiento, Almacenaje, Despacho y Venta de los gases ricos (Etano, Propano, Butano y Gasolina) a partir del Gas Natural. Para este fin posee como Instalaciones:

- **Planta Separadora en Loma La Lata (Neuquén)** : Destinada a la Separación de los componentes ricos presentes en la corriente de gas natural. Esto es, la obtención de una mezcla en fase líquida de los componentes Etano, Propano, Butano y Gasolina (NGL). Esto es llevado a cabo mediante el proceso de turboexpansión. La producción es luego bombeada en la estación primaria con destino a la Planta de Bombeo intermedio distante unos 300 km aproximadamente. El Metano residual es comprimido e inyectado a diferentes gasoductos.
- **Planta de Bombeo Intermedio**: Necesaria para producir el incremento de presión y lograr el transporte de NGL entre las plantas Separadora y la Fraccionadora.
- **Poliducto**: El mismo posee aproximadamente una longitud de 600 Km uniendo Neuquén y Bahía Blanca
- **Planta Fraccionadora (Bahía Blanca)** : Destinada a la Separación de Etano, Propano, Butano y Gasolina a partir del NGL. Los diferentes componentes en especificación son almacenados y luego despachados a los clientes .

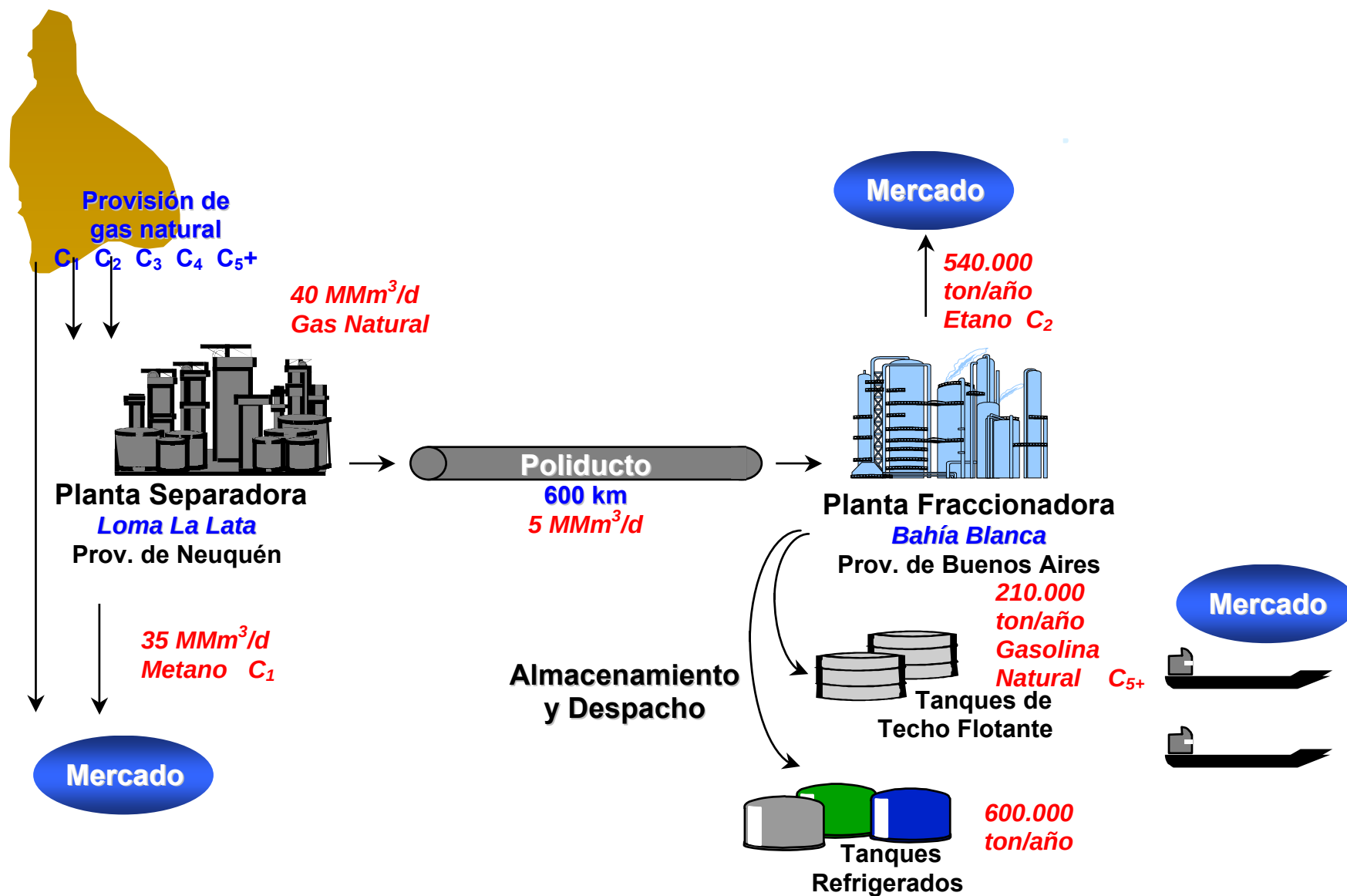
Para llevar adelante sus operaciones Compañía MEGA ha implementado un sistema de Gestión Integrado y ha Certificado, en Noviembre de 2002, las siguientes Normas:

ISO 9001 : 2000

ISO 14001 : 1996

IRAM 3800 : 1998

Se muestran los Certificados extendidos por BVQi





Certificate of Approval

Awarded to

COMPANÍA MEGA S.A.

SEDE CENTRAL: ESMERALDA 255, 7º PISO, OF. 701, BUENOS AIRES.
DISTRITO OESTE: RUTA PROVINCIAL 51, KM.85, LOMA LA LATA, PCIA. DE NEUQUEN.
DISTRITO ESTE: AV. REVOLUCION DE MAYO S/N, PUERTO GALVAN, PCIA. DE BUENOS AIRES.
ARGENTINA

*Bureau Veritas Quality International certify that the
Quality Management System of the above supplier
has been assessed and found to be in accordance
with the requirements of the quality
standards detailed below*

QUALITY STANDARDS

ISO 9001:2000

SCOPE OF SUPPLY

**SEPARACION, TRANSPORTE, FRACCIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE
LOS COMPONENTES LIQUIDOS DEL GAS NATURAL Y DESPACHO Y VENTA DE
ETANO, PROPANO, BUTANO Y GASOLINA NATURAL.**

**SEPARATION, TRANSPORTATION, FRACTIONATION AND STORAGE OF
NATURAL GAS LIQUID AND LOADING AND SALE OF ETHANE, PROPANE AND
NATURAL GASOLINE.**

Original approval date: 1 de Noviembre de 2002

*Subject to the continued satisfactory operation of the supplier's
Quality Management System, this Certificate is valid for a period of three years from:*

1 de Noviembre de 2002

Date: 23 de Diciembre de 2002

Managing Office:
Bureau Veritas Quality International
Av. Alem 1134, Piso 8º
Capital Federal, Argentina



Ing. Eduardo Mastiani
Por BVQI do Brasil Sociedade Certificadora Ltda
Rua da Assembleia, 66, 3º andar, Centro
20011-400 - Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Certificate N°: **119063**

The use of Accreditation Mark indicates accreditation in respect of those activities covered by the accreditation certificate number 008



Certificate of Approval

Awarded to

COMPANIA MEGA S.A.

SEDE CENTRAL: ESMERALDA 255, 7º PISO, OF. 701, BUENOS AIRES.
DISTRITO OESTE: RUTA PROVINCIAL 51, KM 85, LOMA LA LATA, PCIA. DE NEUQUEN.
DISTRITO ESTE: AV. REVOLUCION DE MAYO S/Nº, PUERTO GALVAN, PCIA. DE BUENOS AIRES.
ARGENTINA

*Bureau Veritas Quality International certify that the
Management System of the above operator
has been assessed and found to be in accordance
with the requirements of the environmental standards
and operational scope detailed below*

ENVIRONMENTAL STANDARDS

ISO 14001:1996

OPERATIONAL SCOPE

**SEPARACION, TRANSPORTE, FRACCIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LOS
COMPONENTES LIQUIDOS DEL GAS NATURAL Y DESPACHO Y VENTA DE ETANO,
PROPANO, BUTANO Y GASOLINA NATURAL.**

**SEPARATION, TRANSPORTATION, FRACTIONATION AND STORAGE OF NATURAL
GAS LIQUIDS AND LOADING AND SALE OF ETHANE, PROPANE, BUTANE AND
NATURAL GASOLINE.**

*Subject to the continued satisfactory implementation of the operator's
Management System, this Certificate is valid for a period of three years from:*

1 de Noviembre de 2002

Date: 18 de Marzo de 2003

Managing Office:
Bureau Veritas Quality International
Av. Alem 1134, Piso 8º
Capital Federal, Argentina



Ing. Eduardo Musitani
For BVQI do Brasil
Sociedade Certificadora Ltda
Praça Pio X, 17, 8º andar, Centro
20040-020 - Rio de Janeiro/RJ Brazil

Certificate Nº: **119060**

The use of Accreditation Mark indicates accreditation in respect of those activities covered by the accreditation certificate number 001



Certificate of Approval

Awarded to

COMPAÑIA MEGA S.A.

SEDE CENTRAL: ESMERALDA 255, 7° PISO, OF. 701, BUENOS AIRES.
DISTRITO OESTE: RUTA PROVINCIAL 51, KM.85, LOMA LA LATA, PCIA. DE NEUQUEN.
DISTRITO ESTE: AV. REVOLUCION DE MAYO S/N, PUERTO GALVAN, PCIA. DE BUENOS AIRES.
ARGENTINA

*Bureau Veritas Quality International certify that the
Occupational Health and Safety Management System of the
above supplier has been assessed and found to be in
accordance with the requirements of the Occupational Health
and Safety standards detailed below*

QUALITY STANDARDS

IRAM 3800:1998

SCOPE OF SUPPLY

SEPARACION, TRANSPORTE, FRACCIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE
LOS COMPONENTES LIQUIDOS DEL GAS NATURAL Y DESPACHO Y VENTA DE
ETANO, PROPANO, BUTANO Y GASOLINA NATURAL.

SEPARATION, TRANSPORTATION, FRACTIONATION AND STORAGE OF
NATURAL GAS LIQUID AND LOADING AND SALE OF ETHANE, PROPANE AND
NATURAL GASOLINE.

Original approval date: 1 de Noviembre de 2002

*Subject to the continued satisfactory operation of the supplier's Occupational Health and
Safety Management System, this Certificate is valid for a period of three years from:*

1 de Noviembre de 2002

Date: 10 de Abril de 2003

Eduardo Musitani
B.V.Q.I. Argentina S.A.

Certificate No: 010

SPM/AR

Compañía MEGA como Agente GUMA

Desde el punto de vista del MEM (Mercado Eléctrico Mayorista) Compañía MEGA S.A. es un agente GUMA (Gran Usuario Mayor) con un consumo medio de 7,5 MW en su Planta de Loma La Lata y de 10,5 MW en su Planta de Bahía Blanca.

Planta Bahía Blanca tiene dos entradas en 33 kV que se vinculan a TRANSBA S.A. (Transportista por Distribución Troncal) con dos transformadores de Potencia de 25 MVA 33 kV / 6,6 kV.

Planta Loma La Lata tiene dos entradas , una desde Central Puerto (CPSA) en 33 kV y la otra acomete a una línea de 132 kV sobre la que EPEN (Empresa Provincial de Energía del Neuquen) hace las veces de PAFTT (Prestador Adicional de la Función Técnica de Transporte) y dos transformadores de Potencia 25 MVA 33 kV / 6,6 kV y 132 kV / 6,6 kV.

Dada la característica de la entrada en 132 kV, Compañía MEGA certificó un Procedimiento de Habilitación de Operadores de acuerdo al Procedimiento Técnico General N° PT-15 de CAMMESA para la operación del SADI (Sistema Argentino de Interconexión) y habilitó a sus Operadores en conformidad al mismo.

Se muestra el Certificado de Aprobación extendido por BVQi el 30 de Septiembre de 2005.



Certificado de Aprobación

Concedido a

COMPAÑIA MEGA S.A.

*Bureau Veritas Quality International certifica que la
mencionada empresa ha sido auditada y
encontrada conforme con las
exigencias de habilitación
de operadores*

REFERENCIA

PROCEDIMIENTO TECNICO GENERAL N° PT-15 DE CAMMESA

ALCANCE

- PROCEDIMIENTO ESPECIFICO VERIFICADO Y CONFORME:
EL PROCEDIMIENTO ESPECIFICO: "PROCEDIMIENTO DE HABILITACIÓN DE
OPERADORES MEGA S.A." PO-DO-MEL-005, FECHA DE VIGENCIA: 30/09/2005.
SATISFACE LOS REQUERIMIENTOS DEL PT-15.

*Siempre que se mantengan las condiciones de aplicación, este certificado tiene
un periodo de validez de tres años a partir de:*

30 DE SEPTIEMBRE DE 2005

Fecha: **30 DE SEPTIEMBRE DE 2005**

Certificado N°: **119**

Por Bureau Veritas Quality International
Ing. Eduardo Musiani

Disposición de la alimentación de Potencia a Planta MEGA LLL



En la fotografía se aprecian las entradas de 132 kV (lado EPEN) , a la izquierda , de 33 kV (lado CPSA) , a la derecha y cuatro de los transformadores de Distribución de 6,6 kV / 380 V de 1,6 MVA de Potencia.

Foto 1

INTRODUCCIÓN

En su proceso de tratamiento del gas , Compañía Mega cuenta en su Planta Separadora de LLL con una Unidad de acondicionamiento del gas de entrada a Planta, que realiza los procesos de Deshidratación , Separación , Regeneración y Compresión.

En la etapa de Regeneración dicha Unidad incorpora en su diseño original 4 aerofriadores, dos a palas fijas y dos a palas móviles de ángulo variable, accionados por motores de 37 kW, con velocidad de rotación fija.

La misma recibe en su entrada una parte del gas de Deshidratación ,1 MMm3 , para ser re-utilizado en la Regeneración de los lechos , en ciclos con temperaturas que oscilan entre 30 °C y 270 °C , la que debe ser llevada a un valor de 30 °C en la salida.

El sistema de control original presentaba problemas para mantener la temperatura de salida en el valor deseado, tanto en invierno como en verano, requiriendo la intervención manual del operador para dar marcha y parada a los aerofriadores .

Por las razones antes expuestas se decidió realizar una serie de pruebas con un variador de velocidad sobre uno de los motores a palas fijas y de obtener una respuesta satisfactoria, implementar la solución sobre los dos motores a palas fijas, de manera tal de mejorar la respuesta del sistema con una solución semicontrolada en velocidad.

Dada la mejora observada, se decidió implementar los variadores sobre dos de los motores, manteniendo el control de los dos restantes con el sistema original de variación de ángulo de palas.

La solución adoptada permitió mejorar el control de la temperatura a la salida de la Unidad de aerofriadores tanto en los meses fríos como en verano.

Esto ha permitido mejorar la operación desde Sala de Control, dando mayor eficiencia al proceso.

DESARROLLO

En la Fig. 1 se muestra un diagrama en bloques del Sistema Original.

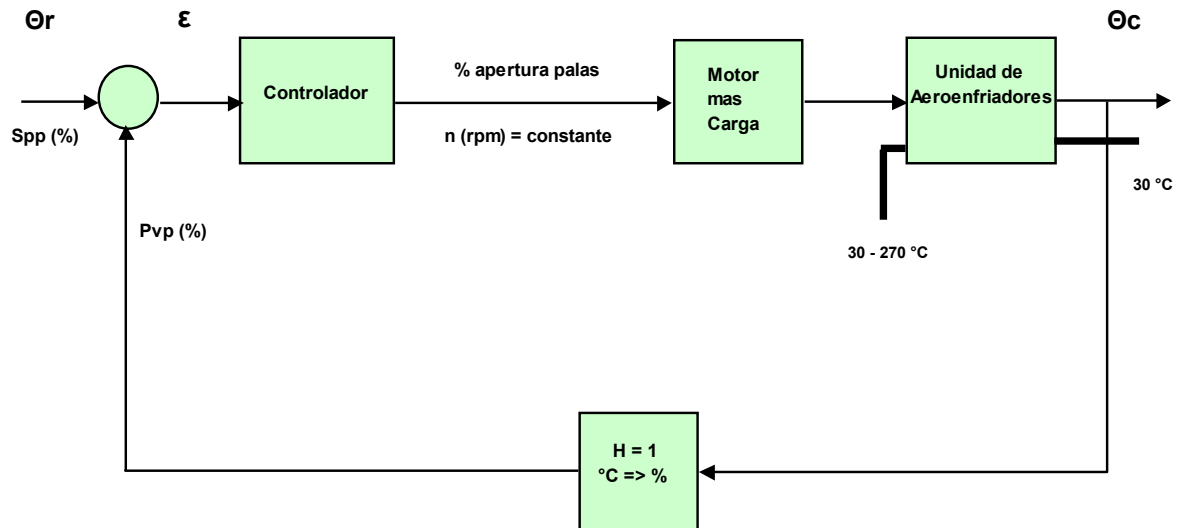


Fig. 1

A salida de la Unidad de Aeroenfriadores un transmisor de temperatura (TC) lleva la señal de temperatura Pvp , la cual se compara con el valor de referencia (Set Point) Spp . El error (ϵ)

se aplica al Controlador y su salida controla el ángulo de apertura de palas entre 0° y 13° de dos de los aeros (sistema Pitch Fan).

Los dos aeros restantes son de palas fijas, 13° de apertura y velocidad de salida constante $n = 198 \text{ rpm}$ (Velocidad del motor 1475 rpm , reducción 7,32.)

Con este tipo de control la temperatura de salida en la Unidad tiene un comportamiento como el que se visualiza en las gráficas siguientes para meses de Invierno (Fig.2) y Verano (Fig.3), siendo el resultado un pobre control de la temperatura de salida, requiriendo de la intervención permanente del operador.

Temperatura de operación (Invierno)



Fig.2

Temperatura de operación (Verano)

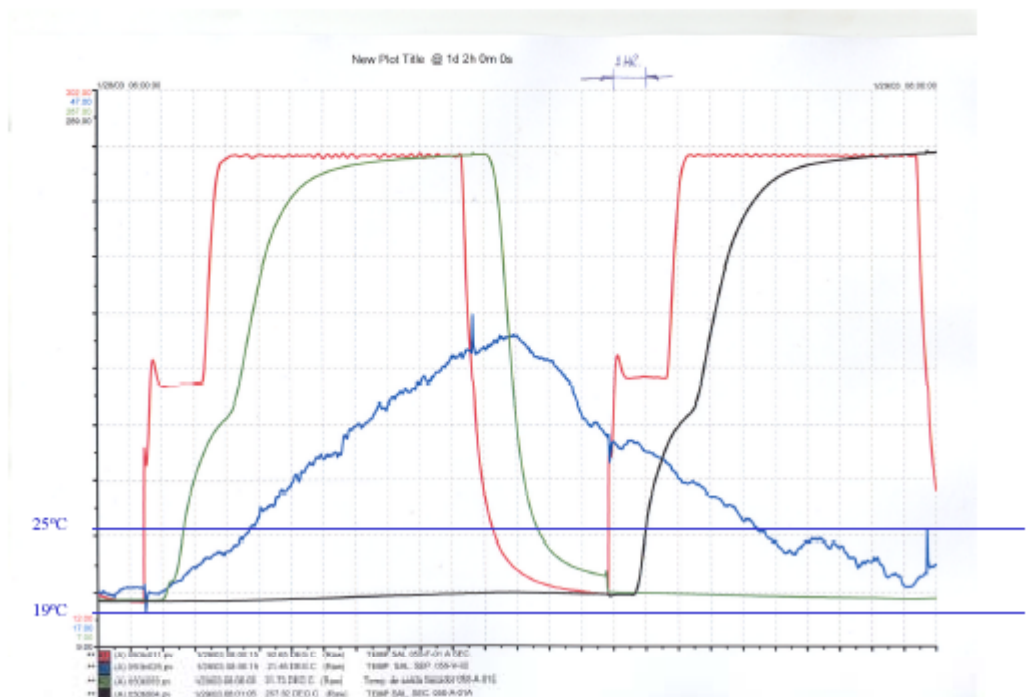


Fig.3

Para dar una solución al problema, se decidió la incorporación de variadores de velocidad en el lazo de control de temperatura, sumando un control de tipo PI , quedando el siguiente diagrama en bloques.

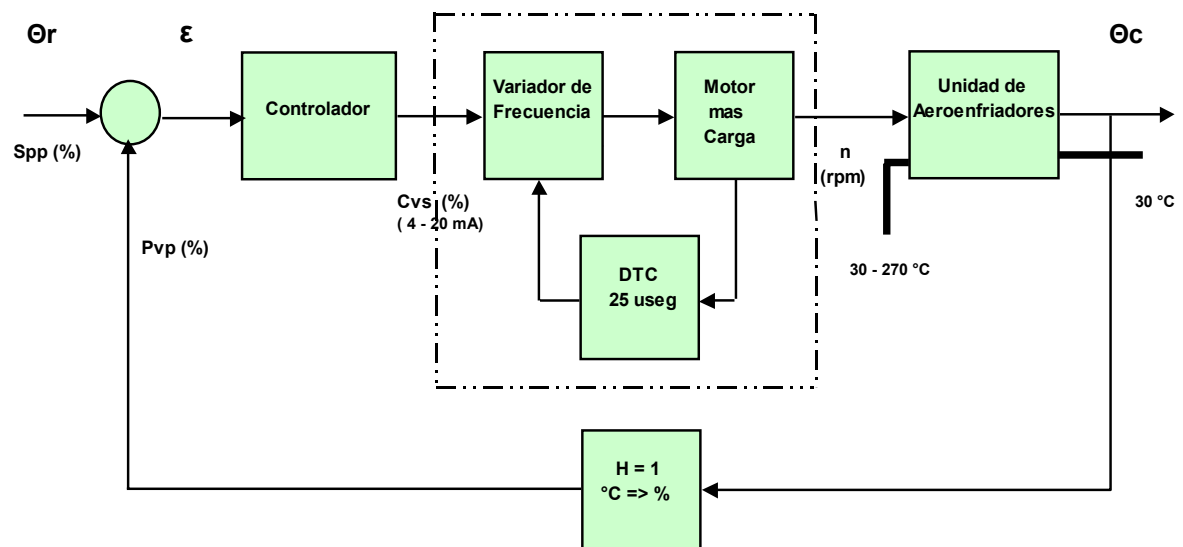


Fig. 4

A salida de la Unidad de Aeroenfriadores desde el transmisor de temperatura (TC) se lleva la señal de temperatura , (P_{vp}) la cual se compara con el valor de referencia (Set Point S_{pp}). El error (ϵ) se aplica al Controlador y su salida ataca al Variador de Frecuencia que actúa finalmente sobre dos de los motores, controlando su velocidad de salida.

Los dos motores restantes siguen recibiendo la señal para controlar la apertura del ángulo de las palas, quedando de esta manera un sistema de tipo “semicontrolado” en lo referente a control de velocidad.

Desde el punto de vista de la instalación los variadores se montaron con sus correspondientes gabinetes en la Subestación Eléctrica , dejando los cables originales de alimentación a los motores en campo, sin que se hayan verificado perturbaciones sobre otros equipos.

Resumen de las Funciones de Transferencia del Sistema.

1. Controlador

La FT del Controlador se describe, en general, por una ecuación PID.
En este caso particular, la expresión se reduce a un Control PI, quedando una expresión del tipo:

$$C(s) = 2,5 (1+s) / s$$

Siendo $K = 2,5$; $T_i = 1$ seg ; $T_d = 0$ seg.

2. Variador + Motor mas carga

La FT del Variador se describe, en general, por una ecuación PID.
En este caso particular, la expresión se reduce a un Control PI, quedando una expresión del tipo:

$$V(s) = 10,5 ((1+ 0.39 s) / 0.39 s)$$

Siendo $K = 10,5$; $T_i = 0,39$ seg. ; $T_d = 0$ seg.

Estos parámetros se ajustan en una función denominada CTRL. VELOCIDAD desde el panel frontal del equipo.

3. Aeroenfriador

La FT aproximada de la Unidad de Aeroenfriadores se describe, en general, por una ecuación del tipo:

$$A(s) = 1 / (1 + s T_1) (1+ s T_2) = \omega_n^2 / (s^2 + 2 \zeta \omega_n s + \omega_n^2)$$

que resulta una ecuación de segundo grado.

donde :

$$2 \zeta \omega_n = (T_1+T_2)/T_1 T_2$$

$$\omega_n^2 = 1/T_1 T_2$$

4. Realimentación

$$H(s) = 1 \text{ (} ^\circ\text{C} \Rightarrow \% \text{)}$$

5. Función de Transferencia de Lazo Cerrado

Operando las anteriores Funciones de Transferencia según el diagrama en bloques, se obtiene la siguiente $F(s)$ de lazo cerrado:

$$\begin{aligned} F(s) &= \Theta_c / \Theta_r(s) = \\ &= K_1 (0,39 s^2 + 1,39 s + 1) / (0,39 (T_1 T_2 s^4 + (T_1 T_2) s^3 + s^2) + K_1 (0,39 s^2 + 1,39 s + 1)) \\ &= K_1 (0,39 s^2 + 1,39 s + 1) / (0,39 T_1 T_2 s^4 + 0,39 (T_1 + T_2) s^3 + 0,39 (1 + K_1) s^2 + 1,39 K_1 s + K_1) \end{aligned}$$

siendo $K_1 = 26,25 \text{ K}$

Pruebas iniciales con un solo variador en la Unidad.

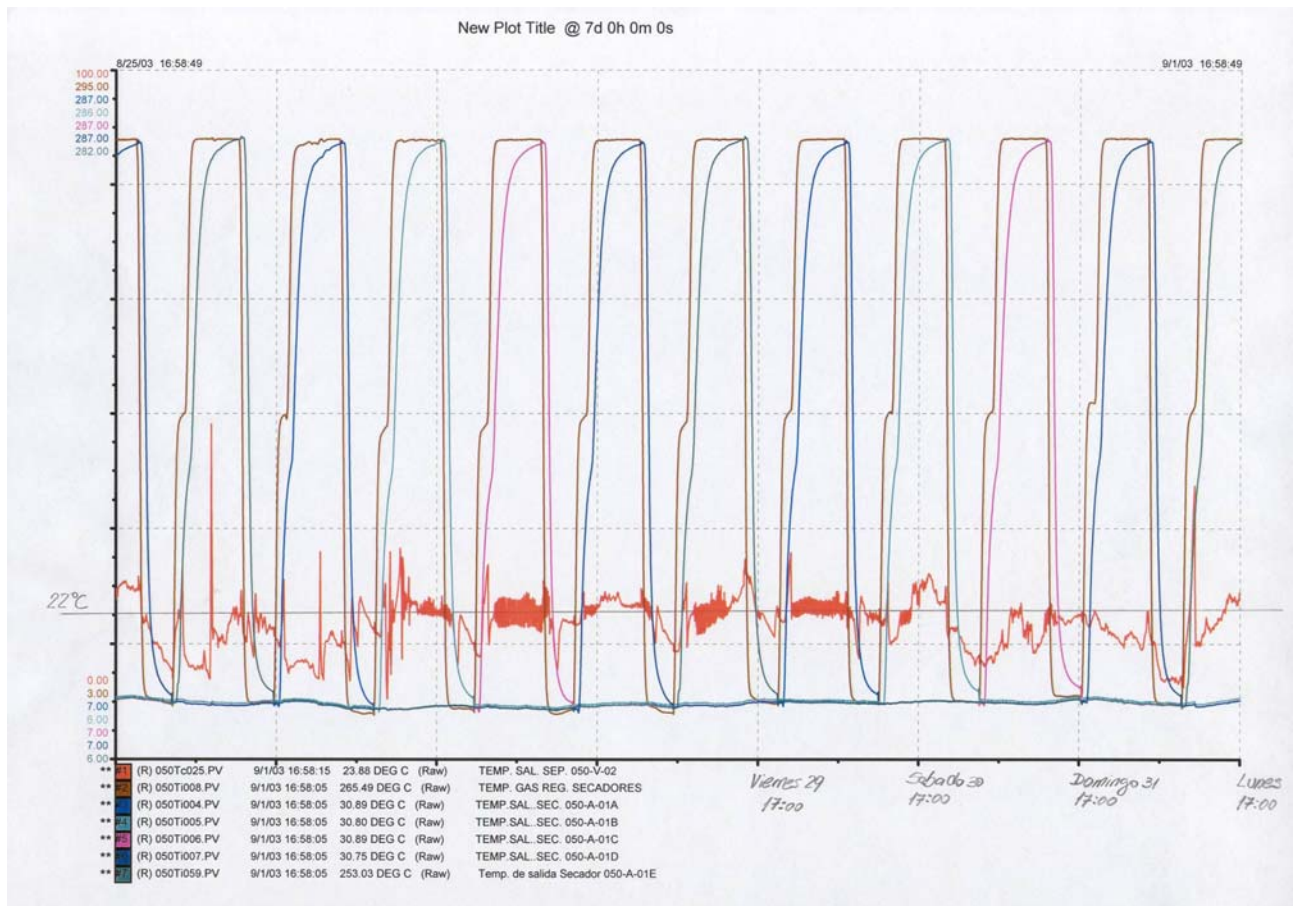


Fig. 5

Las figuras 5 y 6 muestran los primeros resultados obtenidos operando con un solo variador en la Unidad.

Se aprecia claramente en la Fig. 6 como se retorna a las condiciones originales (Fig. 2 y 3) cuando deja de actuar el control de velocidad.

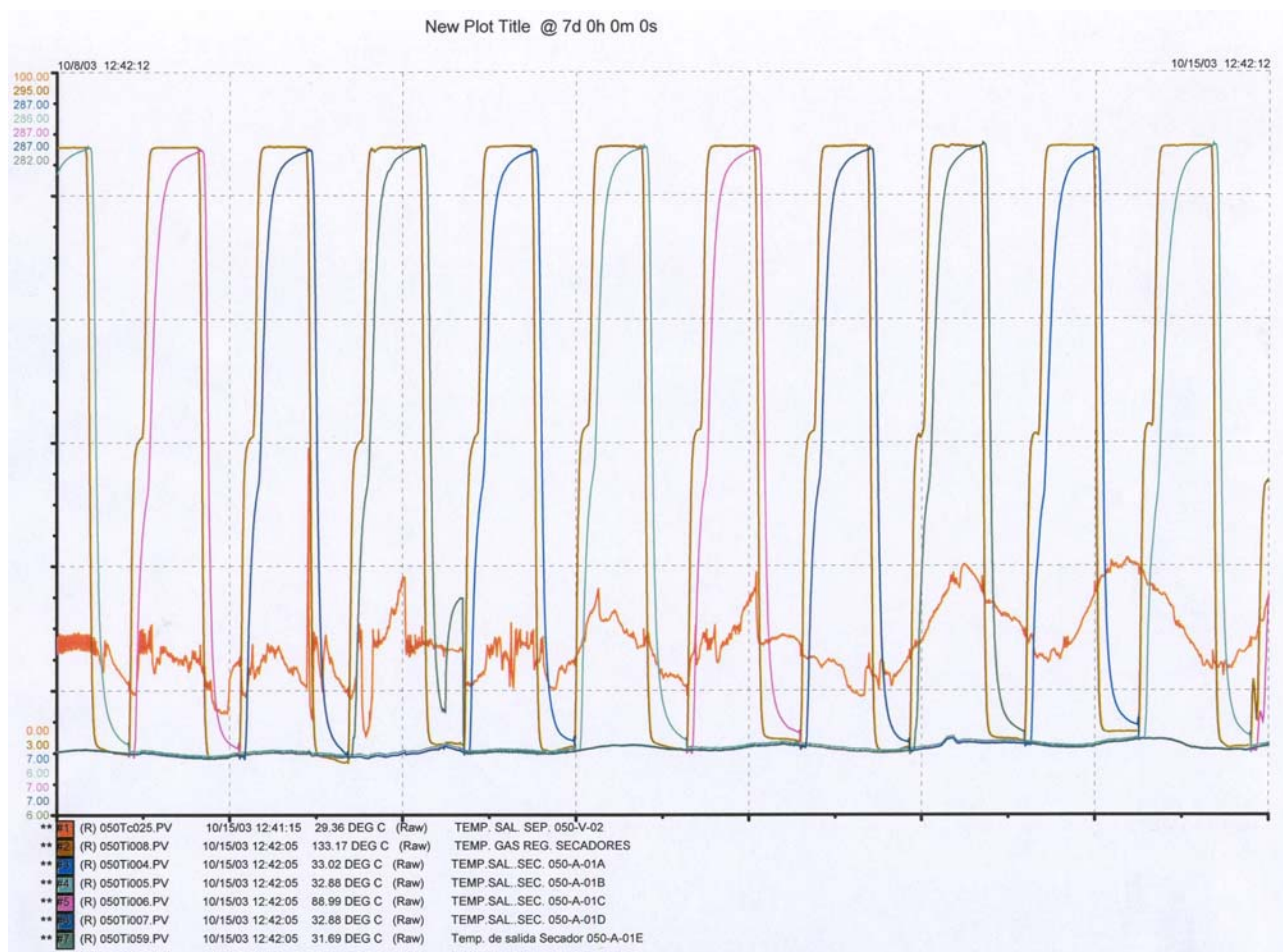


Fig.6

CONCLUSIONES

Una vez instalados los dos variadores se obtuvieron los resultados que se aprecian las siguientes gráficas (Fig. 7 y 8).

Invierno

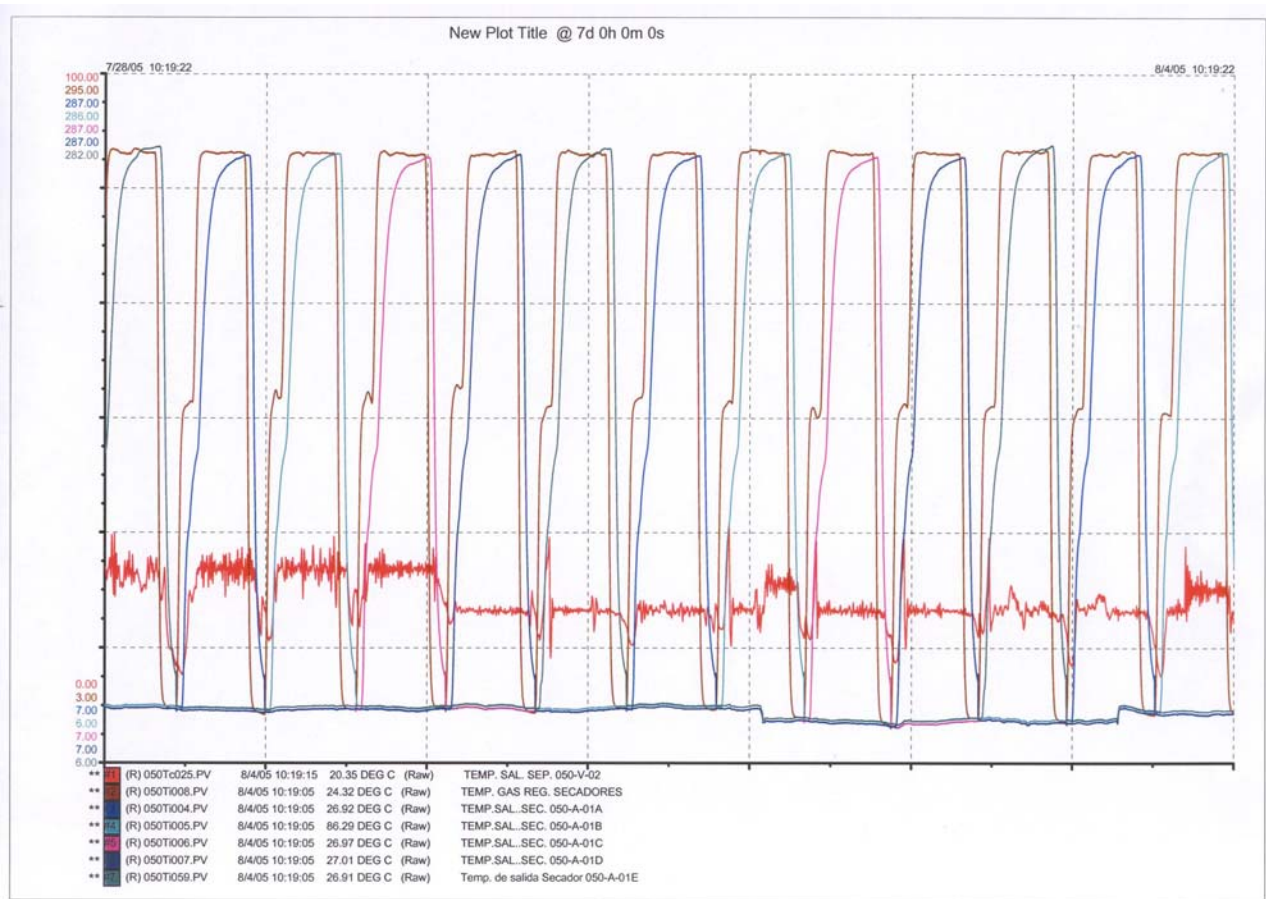


Fig.7

Verano

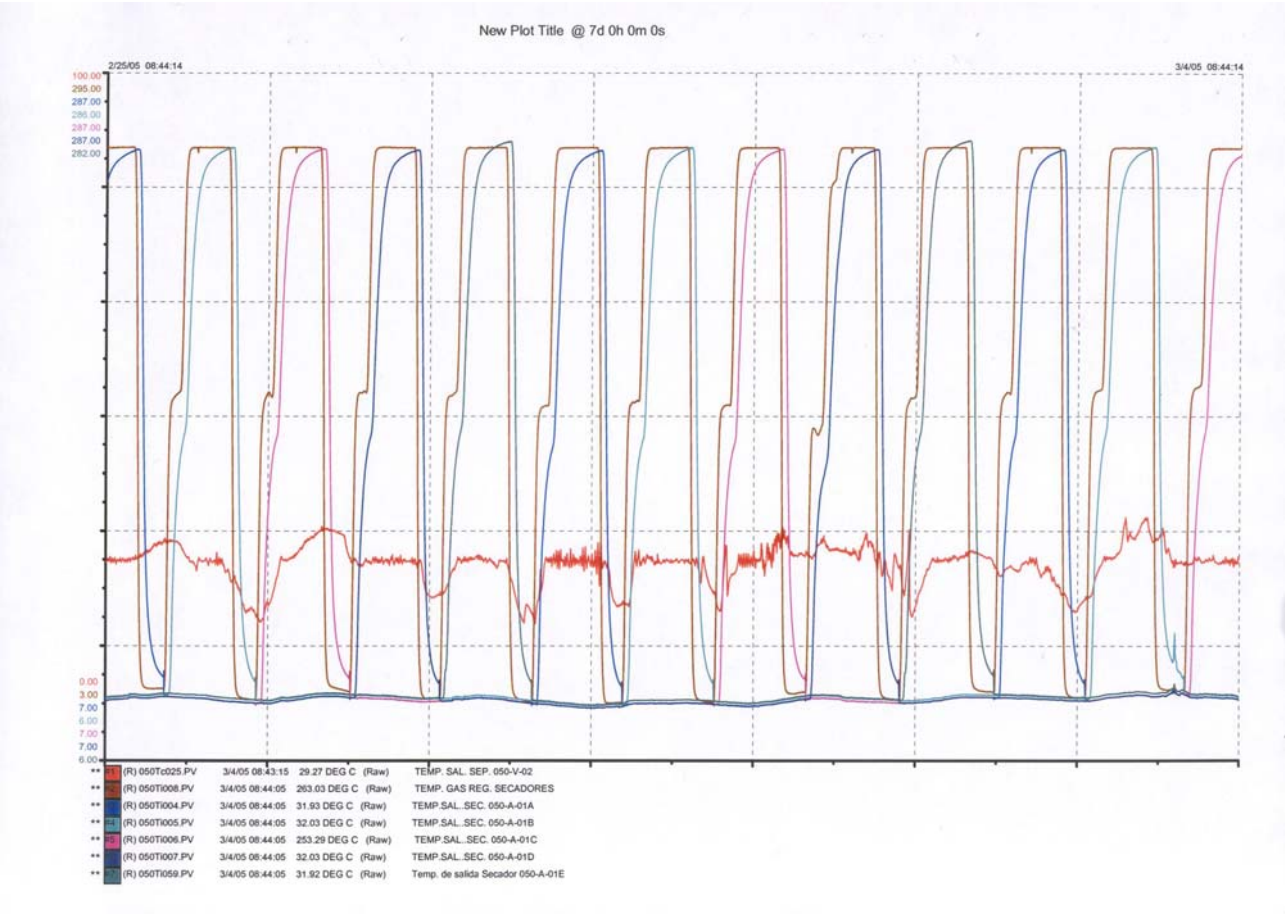


Fig.8

En estas gráficas se puede ver claramente la acción del Control sobre la temperatura de salida.

Instalación de Tableros en Subestación Eléctrica



Foto 2

En la Fotografía 2 se puede apreciar la disposición de los Tableros en la Subestación Eléctrica, los que quedaron totalmente integrados a la instalación existente (son los dos gabinetes ubicados a la derecha)

Unidad de Aeroenfriadores



Foto 3

CURRICULUM

Pablo Carlos Perondi

Ingeniero Electricista Electrónico - IEE (Universidad Nacional de Córdoba)

Experiencia Laboral

Profesional Independiente (1985 – 1990)

Central Hidroeléctrica Futaleufú – Mantenimiento Eléctrico y Control (1990 –1995)

EdERSA (Empresa Distribución de Río Negro SA) – Comunicaciones (1995 – 1999)

Compañía MEGA Planta Separadora LLL – Supervisor Energía y Comunicaciones
(1999 a la fecha)

e-mail: pcperondid@ciamega.com.ar

Tel.: 489-3937/38 int. 1017

Loma La Lata - Neuquen Noviembre de 2005.