



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



“ESTUDIO DE PROCESO DE SECADO DE RESINA PET PARA
INYECCIÓN DE PREFORMAS Y REINGENIERÍA CON AHORRO DE
ENERGÍA”.

Examen Complexivo, Componente Práctico

Informe Profesional

Previa la obtención del título de:

MAGÍSTER EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL

Autor: Ing. Richard Verdezoto Ganchozo.

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

A Dios como eje principal de mi vida, por todas las bendiciones derramadas sobre mí el honor, el poder y la gloria por siempre para ti Señor.

A mi familia por todo su amor y apoyo incondicional.

A la E.S.P.O.L en su programa M.A.C.I, que permite la formación profesional de alto nivel.

DEDICATORIA

A Dios y A mi familia.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe Profesional, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

Art.12 del Reglamento de Graduación

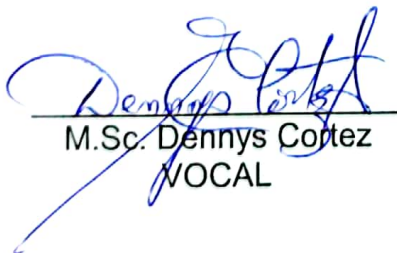


Rodolfo F. Hernandez

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



M.Sc. Sara Ríos
PRESIDENTE



M.Sc. Denny Cortez
VOCAL



Ph.D. Douglas Plaza
VOCAL

Resumen

La presente propuesta realiza el estudio un proceso de secado de resina PET mediante la obtención de datos experimentales y estos a su vez analizados para el desarrollo de reingeniería para establecer mejoras en el funcionamiento del equipo así como el ahorro de energía.

La Empresa AMCOR RIGID PLASTICS una industria multinacional en la elaboración de botellas busca constantemente las mejoras que le permitan tener mayor rentabilidad de su negocio, dentro de esto se ha visto la posibilidad de ahorrar energía en los equipos mencionados anteriormente sin poner en riesgo la calidad de sus productos.

El proceso consiste en retirar la humedad de la materia prima (pellets), almacenándola en un silo y proporcionándole aire caliente (160 - 180) ° C, con un determinado tiempo de residencia lo que permitirá obtener una masa apropiada para el procesamiento de inyección de preformas.

El objetivo es asegurar la calidad del producto con la residencia y temperaturas adecuadas para el secado de resina, optimizando energía tanto en la potencia de caldeo en el banco de resistencias como en el consumo de agua del intercambiador de calor.

Para lograr esto se instala registradores para la evaluación de los diferentes valores de proceso y así poder obtener las variaciones del sistema ante la modificación de algún parámetro.

Como resultado se plantea la oportunidad de ahorro en el equipo analizado, así como la replicación para los demás equipos dentro de la plataforma de inyección de preformas.

INDICE

CAPITULO I.....	5
1 SOLUCION TECNOLOGICA IMPLEMENTADA.....	5
1.1 Análisis del Proceso	5
1.1.1 Análisis matemático del proceso.....	5
1.1.2 Recopilación de datos experimentales.....	15
1.2 Requerimientos de Calidad	23
1.2.1 Química del Pet.....	23
1.2.2 Problemas Causados por la Humedad.....	24
1.2.3 Garantizar la temperatura adecuada de la resina a la entrada de la inyectora.....	26
1.2.4 Garantizar el valor correcto de punto de rocío de aire de secado.	29
1.2.5 Garantizar el adecuado flujo de aire en el circuito de secado.	34
1.3 Requerimientos de Producción.....	34
1.3.1 Asegurar la residencia del producto.	39
1.3.2 Garantizar el adecuado valor de la presión de inyección.	40
1.3.3 Asegurar la estabilidad del proceso en ciclos estándar.....	41

CAPITULO II.....	43
2 RESULTADOS OBTENIDOS.....	43
2.1 Disminución del tiempo de residencia de la materia prima en el silo... 43	43
2.2 Estabilidad de temperatura de entrada de resina a la inyectora.....	44
2.3 Estabilidad del valor de punto de rocío dentro de los valores permitidos.	47
2.4 Reducción de tiempo de ciclo.....	49
2.5 Uso óptimo de caudal de aire.....	50
2.6 Ahorro en consumo de agua de torre.....	52
2.7 Ahorro de energía.....	56
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	63
Anexo 1.- Registrador: JUMO LOGOSCREEN 500 cf.....	64
Anexo 2.- Secador Piovan DS 531.....	75
Anexo 3.- Registrador de Potencia FLUKE 1735.....	76
Anxo 4.- Sonda de Nivel Vega EL11.....	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1- Esquemático de un Secador de Resina.....	2
Figura 2. Gráficas de Secador de Resina.	17
Figura 3. Curva de temperatura de aire de retorno.....	17
Figura 4. Gráficas de temperatura de aire de retorno y punto de rocío en producción continúa.....	19
Figura 5. Curva de temperatura de proceso.	20
Figura 6. Curvas de temperatura de aire de regeneración.	21
Figura 7. Presencia de pellets con burbujas en cuerpo de la preforma.	25
Figura 8. Opalescencia y preformas nevadas.....	26
Figura 9. Temperatura de proceso con diferentes picos en diferentes periodos.	28
Figura 10. Temperatura de proceso con picos constantes.	29
Figura 11 -Curvas de regeneración y punto de rocío irregulares.....	30
Figura 12 - Curvas de regeneración y punto de rocío estables.	31
Figura 13 Curvas de punto de rocío irregular con 2 blowers encendidos.	32
Figura 14 -Curvas de punto de rocío. estable con 3 blowers encendidos.....	33
Figura 15. Diagrama esquemático para la conexión de una pantalla remota.	36
Figura 16 -Pantalla tarjeta principal del secador.....	37
Figura 17 -Repetidor GS1.....	37
Figura 18 -Pantalla remota.	38

Figura 19 - Ubicación de pantalla remota junto al mando de la Inyectora. ...	38
Figura 20 - Pantalla de sistema de carga centralizada de resina.....	39
Figura 21 Curvas de punto de rocío irregular con 2 blowers encendidos.	40
Figura 22 -Curvas de punto de rocío estable con 3 blowers encendidos.....	41
Figura 23 - Conexión de sensor de nivel al sistema centralizado.	44
Figura 24 - Variación de temperatura de proceso con diferentes picos en diferentes periodos de tiempo con la válvula de paso de aire húmedo cerrada.....	45
Figura 25 -Variación de temperatura de proceso con diferentes picos con la válvula de paso de aire húmedo abierta la mitad.....	46
Figura 26 - Variación de temperatura de proceso con diferentes picos con la válvula de paso de aire húmedo totalmente abierta.....	46
Figura 27 -Gráfica de punto de rocío con la válvula de paso de aire húmedo cerrada.....	47
Figura 28 -Gráfica de punto de rocío con la válvula de paso de aire húmedo abierta a la mitad.	48
Figura 29 -Gráfica de punto de rocío con la válvula de paso de aire húmedo totalmente abierta.	48
Figura 30 -Gráfica de temperatura de retorno y punto de rocío con tres blowers encendidos.	50
Figura 31 -Gráfica de temperatura de retorno y punto de rocío con dos blowers encendidos.	51

Figura 32 -Diagrama de bloques para el control de la frecuencia del tercer blower.	52
Figura 33 -Temperatura a la salida del intercambiador de calor sin control en la válvula de entrada de agua.	53
Figura 34 -Temperatura a la salida del intercambiador de calor con control en la válvula de entrada de agua.	54
Figura 35 - Diagrama de bloques control integral del secador.	56
Figura 37. Consumo de energía del secador con modificaciones de control.	57
Figura 36. Consumo de energía del secador en condiciones normales	57
Figura 38 -Diagrama de bloques con modificación de control de secado.	59

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1- Densidades y calor específico del aire.....	8
Tabla 2 - Calor específico de la resina.....	10
Tabla 3. Cálculo de valores de proceso en el secado de resina.	20
Tabla 4 - Cálculo de residencia y capacidad del tornillo.	42
Tabla 5 -Cálculo de unidades producidas con reducción de ciclo.....	49
Tabla 6 -Cálculo de potencia del intercambiador de calor.	55
Tabla 7 -Cuadro de ahorro de energía.....	58
Tabla 8 -Cuadro de ahorro de energía.....	60

INTRODUCCIÓN

Dentro de la industria del plástico encontramos la elaboración de botellas para almacenamiento de bebidas como agua, jugos, gaseosas, energizantes, etc. Esto su vez conlleva un proceso que se desglosa en dos partes: Inyección y Soplado.

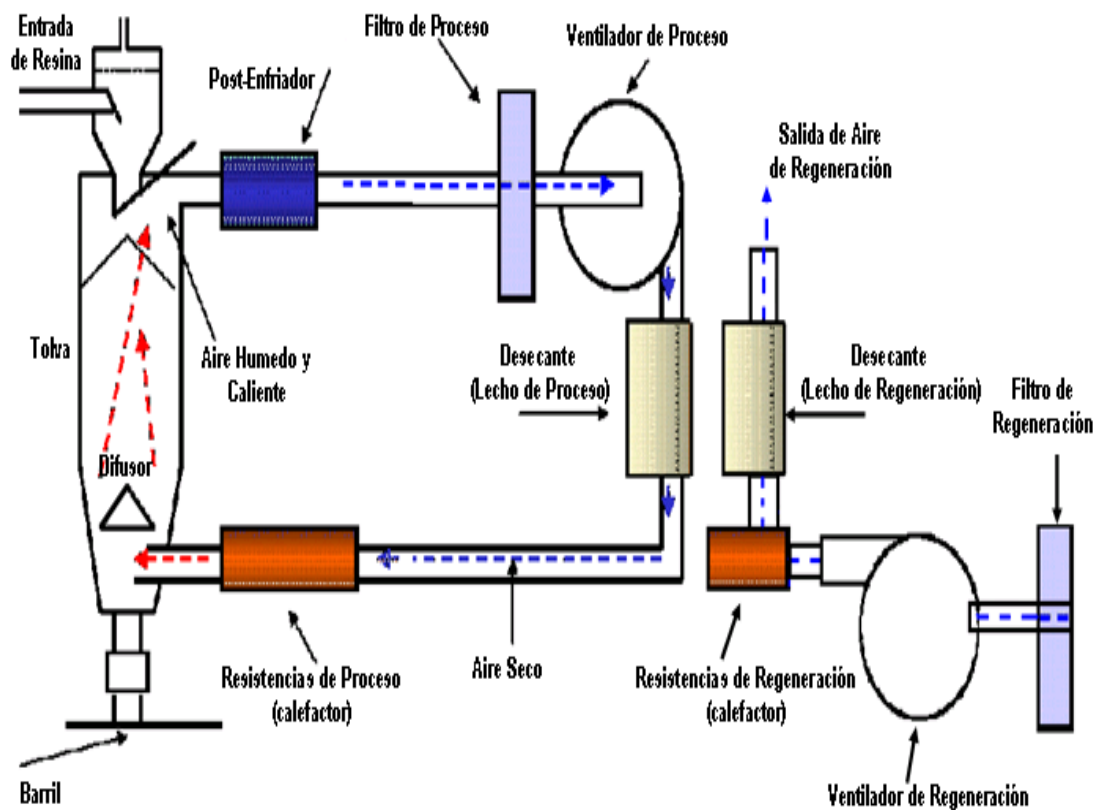
Para el presente estudio nos centraremos en el proceso de inyección, lo cual tendrá como producto final las preformas las mismas que luego servirán de materia prima para el proceso de soplado.

La materia prima para el proceso de inyección es el pet (tereftalato de polietileno), la cual viene de ser procesada como derivado del petróleo y que tiene la particularidad de de absorber humedad (higroscópica).

Para retirar la humedad de los pellets (gránulos cilíndricos pet) son almacenados en silos los cuales a su vez están conectados mediante tuberías a secadores que son equipos que suministran aire caliente para

retirar la humedad de los pellets en un tiempo determinado y debido al requerimiento del producto de elaboración en cuanto a su temperatura y tiempo de ciclo se procede a dar los valores de set-point apropiados.

Figura 1- Esquemático de un Secador de Resina.



El secador el cual consta de dos etapas una de proceso y una de regeneración trabajando de manera independiente pero cualquier falencia en una de las fases causará una variación de los parámetros y por consiguiente

la incertidumbre de la calidad del producto de aquí nace la importancia del mencionado estudio.

La función del secador en su parte de proceso consiste en enviar mediante un blower aire caliente por acción de un banco de resistencias al silo (160-180°C) donde esta almacenada la resina, lo que provocará el retiro de la humedad de la materia prima que tiene la propiedad de ser higroscópica, esta humedad retirada viaja con el aire de retorno del silo y de aquí pasa por un intercambiador de calor el cual provoca un choque térmico y permite el desprendimiento de las partículas de agua presentes en el aire, luego de esto un lecho de resina disecante retiene las partículas de agua y permite que el aire entre seco al banco de resistencias y que se repita el ciclo mencionado

El tiempo adecuado para el secado de resina es aproximadamente 6 horas, por lo cual la carga de resina debe ir de acuerdo al consumo de máquina, una vez saturada la cámara disecante se realiza el intercambio con la otra cámara que esta lista para absorber la humedad ya que paso por su fase de regeneración.

La fase de regeneración consiste en retirar la humedad adquirida en la fase de proceso, esto se lo consigue mediante un blower y un banco de resistencias, lo que permite calentar aire (aproximadamente a 300°C) hasta que la temperatura de salida de dicha cámara sea la apropiada para ser procesada o también esta fase se la puede establecer por tiempos.

Los valores que reflejan el estado óptimo de la resina son el punto de rocío (humedad en el aire) que debe estar en -40°F y la temperatura de entrada de resina que debe tener con máximo 10°C menos que la temperatura de set-point de aquí que se presenta una propuesta para ahorro de energía mediante el análisis teórico apoyado con datos experimentales.

En los siguientes capítulos describiremos el estudio del comportamiento de los secadores de resina y a su vez se dejará planteada la propuesta de ahorro teniendo como base uno de sus equipos.

CAPITULO I

1 SOLUCION TECNOLOGICA IMPLEMENTADA

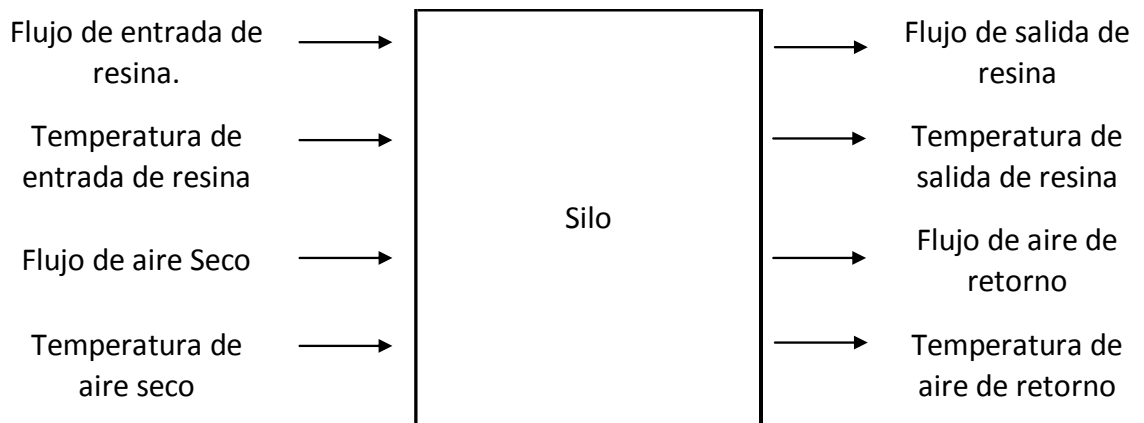
1.1 Análisis del Proceso

1.1.1 Análisis matemático del proceso.

Para el presente análisis nos basamos los balances de energía de diferentes puntos del circuito de secado.

Diagrama de bloques.

Silo.



Donde:

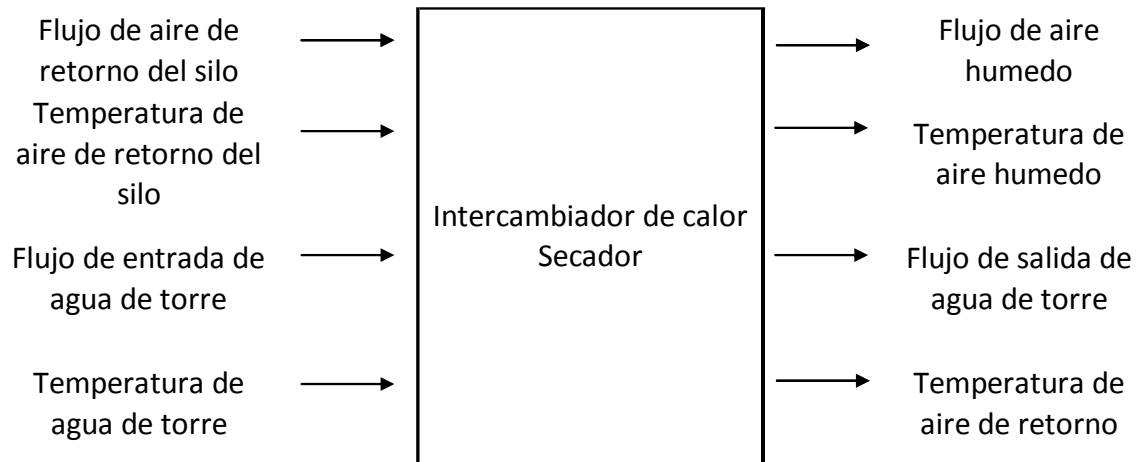
Temperatura de entrada de resina = Temperatura ambiente (estimada 30°C)

Temperatura de aire seco = Temperatura de Set-Point. (170-180)° C.

Temperatura de salida de resina = Temperatura de proceso.(160-170)°C.

Flujo de aire Seco ≈ Flujo de aire de retorno.

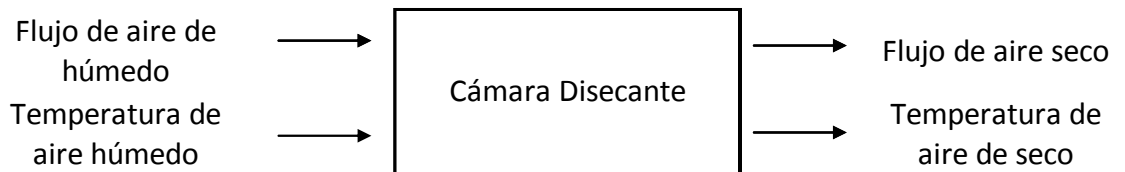
Intercambiador de calor del secador.



Donde:

Flujo de aire de retorno \approx Flujo de aire húmedo.

Cámara Disecante.



Balance de Energía:

Para nuestro análisis hemos tomado la ecuación de cantidad de calor en los bloques mencionados anteriormente:

Así tenemos:

Silo.

$$Q_c \text{ aire} = Q_c \text{ resina}$$

$$(m. c. \Delta t)_{\text{aire}} = (m. c. \Delta t)_{\text{resina}}$$

$$(m. C_e)(T_{\text{retorno}} - T_{\text{set - point}})_{\text{aire}} = (m. C_e)(T_{\text{proceso}} - T_{\text{entrada}})_{\text{resina}}$$

Donde:

Para el aire

Tenemos:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

y despejando obtenemos que:

$$m = \rho v$$

Siendo ρ = densidad del aire

V = volumen y

m = cantidad de aire.

Con la relación de volumen tenemos que:

$$V = \Phi t$$

Donde:

Φ = flujo de aire.

t = tiempo

Mientras que el calor específico del aire y su densidad varían de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 1- Densidades y calor específico del aire.

Temperatura [°C]	Densidad [kg/m3]	Calor específico a presión constante [J/kg K]
0	1,29	1000
10	1,25	
20	1,21	
30	1,17	
40	1,13	
50	1,09	
60	1,0612	
70	1,0324	
80	1,0036	
90	0,9748	
100	0,946	
110	0,9238	
112	0,91936	
114	0,91492	
116	0,91048	
118	0,90604	
120	0,9016	
121	0,89938	
122	0,89716	
123	0,89494	
124	0,89272	
125	0,8905	
126	0,88828	
127	0,88606	
128	0,88384	
129	0,88162	
130	0,8794	
131	0,87718	

Temperatura [°C]	Densidad [kg/m ³]	Calor específico a presión constante [J/kg K]
132	0,87496	1010
133	0,87274	
134	0,87052	
135	0,8683	
136	0,86608	
137	0,86386	
138	0,86164	
139	0,85942	
140	0,8572	
141	0,85498	
142	0,85276	
143	0,85054	
144	0,84832	
145	0,8461	
146	0,84388	
147	0,84166	
148	0,83944	
149	0,83722	
150	0,835	
160	0,8172	
170	0,7994	
180	0,7816	
190	0,7638	
200	0,746	1020

Para la resina tenemos:

Tentrada de resina = 30°C.

m = Masa de la resina.

Y el calor específico de la resina obedece a la siguiente tabla.

Tabla 2 - Calor específico de la resina.

Temperatura [°C]	Calor específico a presión constante [J/kg K]
0	
23	1200
26,8	1213,33
30,6	1226,67
34,4	1240,00
38,2	1253,33
42	1266,67
45,8	1280,00
49,6	1293,33
53,4	1306,67
57,2	1320,00
61	1333,33
64,8	1346,67
68,6	1360,00
72,4	1373,33
76,2	1386,67
80	1400
82,86	1414,29
85,71	1428,57
88,57	1442,86
91,43	1457,14
94,29	1471,43
97,14	1485,71
100	1500

Temperatura [°C]	Calor específico a presión constante [J/kg K]
103,13	1516,67
106,70	1533,33
110,27	1550,00
113,84	1566,67
117,41	1583,33
120,98	1600,00
124,55	1616,67
125	1633,33
128,13	1652,78
131,25	1669,44
134,38	1686,11
137,50	1702,78
140,63	1719,44
143,75	1736,11
146,88	1752,78
150	1788,89
153,13	1801,85
156,25	1818,52
159,38	1835,19
162,50	1851,85
165,63	1868,52
168,75	1885,19
171,88	1901,85
175	1892,59
200	1900

La densidad y el calor específico tanto del aire como de la resina varían de acuerdo a la temperatura en el interior del silo, entonces la ecuación queda escrita de la siguiente manera:

$$(\rho \cdot \Phi \cdot t \cdot C_e)(T_{\text{retorno}} - T_{\text{set - point}})_{\text{aire}} = (m \cdot C_e)(T_{\text{proceso}} - T_{\text{entrada}})_{\text{resina}}$$

Sabiendo que la resina antes de ingresar el silo se encuentra expuesta al ambiente podemos decir que la temperatura de entrada de resina = 30°C, la ecuación quedaría así:

$$(\rho \cdot \Phi \cdot t \cdot C_e)(T_{\text{retorno}} - T_{\text{set - point}})_{\text{aire}} = (m \cdot C_e)(T_{\text{proceso}} - 30)_{\text{resina}}$$

Para nuestro estudio nos concentramos en la temperatura de proceso, que no es más que la temperatura a la que ingresa la resina a la máquina inyectora.

Así despejamos T proceso y obtenemos lo siguiente:

$$T_{\text{proceso}} = 30 + \frac{(\rho \cdot \Phi \cdot t \cdot C_e)(T_{\text{retorno}} - T_{\text{set - point}})_{\text{aire}}}{(m \cdot C_e)_{\text{resina}}}$$

De aquí obtenemos que para t = 0.

$$T_{\text{proceso}} = 30 \text{ °C.}$$

Las temperaturas van variando en función del tiempo y las propiedades del aire y la resina van variando en función de la temperatura de aquí que la

ecuación que describa el comportamiento dinámico del sistema quedaría escrita de la siguiente manera:

$$T_{\text{proceso}} = 30 + \frac{\left(\frac{\rho}{dT} \Phi \cdot \frac{C_e}{dT}\right) \left(\frac{T_{\text{retorno}} - T_{\text{set - point}}}{dt}\right)_{\text{aire}}}{\left(m \cdot \frac{C_e}{dT} C_e\right)_{\text{resina}}}$$

Intercambiador de Calor.

$$Q_c \text{ aire} = Q_c \text{ resina}$$

$$(m \cdot c \cdot \Delta t)_{\text{aire}} = (m \cdot c \cdot \Delta t)_{\text{agua}}$$

$$(m \cdot C_e)(T_{\text{intercambiador}} - T_{\text{retorno}})_{\text{aire}} = (m \cdot C_e)(T_{\text{salida}} - T_{\text{entrada}})_{\text{agua}}$$

Donde:

$T_{\text{intercambiador}}$ = Temperatura a la salida del intercambiador.

Para el aire:

Se procede de manera similar al análisis del silo obteniendo los datos de densidad y calor específico de la tabla 1.

Para el agua:

Expresamos la ecuación en términos de flujo.

Así se obtiene:

$$(\rho \cdot \Phi \cdot t \cdot C_e)(T_{\text{intercambiador}} - T_{\text{retorn}})_{\text{aire}} = (m \cdot C_e)(T_{\text{salida}} - T_{\text{entrada}})_{\text{agua}}$$

El agua usada para el intercambiador es agua de torre la cual está a una temperatura de 30°C aproximadamente,

$$(\rho \cdot \Phi \cdot t \cdot C_e)(T_{\text{intercambiador}} - T_{\text{retorn}})_{\text{aire}} = (m \cdot C_e)(T_{\text{salida}} - 30)_{\text{agua}}$$

Cámara Disecante.

Para la cámara disecante vamos a analizar el flujo de aire a través de la misma, conociendo las restricciones en este punto, para esto se conecta una válvula de paso directo para reducir el paso húmedo por la cámara disecante en cuanto a la temperatura podemos decir que el ΔT es mínimo.

Así entonces:

$$\Phi_{\text{aire húmedo}} = \% \Phi_{\text{aire seco}} + \% \Phi_{\text{aire húmedo}}$$

$$\text{Temperatura de aire de entrada} \approx \text{Temperatura de aire de salida}$$

1.1.2 Recopilación de datos experimentales.

Para la recopilación de datos se usaron los siguientes materiales:

- 2 Registradores JUMO.
- 2 Medidores de humedad de aire.
- 1 Analizador de calidad de energía marca FLUKE modelo 1635.

Con la ayuda de estos equipos se pudo analizar el comportamiento de un equipo de secado en sus diferentes estados del proceso que se detallan a continuación.

Equipo: Piovan

Modelo: DS 531.

Máquina Inyectora: Husky GL 600.

Molde instalado: 54.7 gr.

Fabricante del molde: Husky.

de cavidades: 96.

Ciclo estándar: 20.2 s.

Producto: preformas.

Se usaron seis canales del primer registrador y dos del segundo en total ocho señales distribuidas de la siguiente manera.

Registrador Jumo # 1.

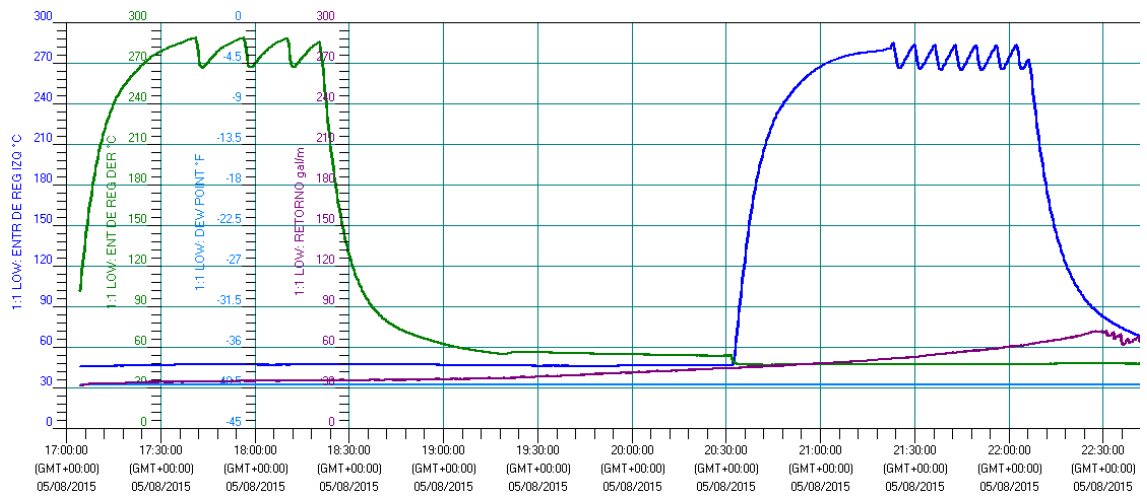
- Canal 1.- Temperatura de entrada de Regeneración Izquierda (RTD).
- Canal 2.- Temperatura de entrada de Regeneración Derecha (RTD).
- Canal 3.- Temperatura de salida de Regeneración Izquierda (Termocupla tipo J.)
- Canal 4.- Temperatura de salida de Regeneración Derecha (RTD).
- Canal 5.- Sensor de punto de rocío, tubería de proceso a la salida de las cámaras (Señal 4-20 ma).
- Canal 6.- Temperatura de retorno del silo (Termocupla tipo J).

Registrador Jumo # 2.

- Canal 1.- Temperatura de entrada de Resina a la inyectora (termocupla tipo J), esta es la temperatura de proceso.
- Canal 5.- Sensor de punto de rocío, tubería en la válvula de paso directo de aire húmedo (Señal 4-20 ma).

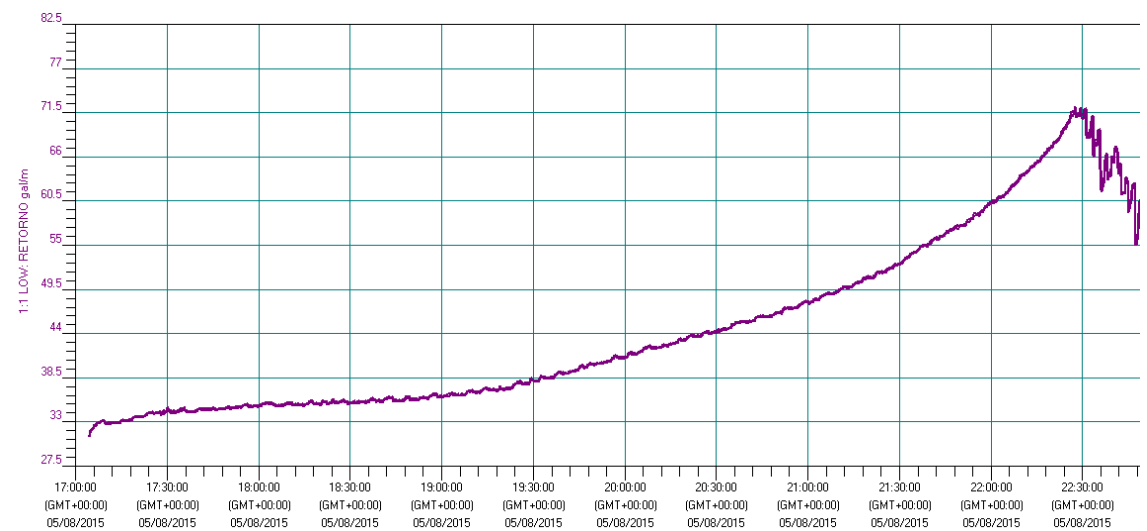
Primero se obtienen las gráficas del secado luego de llenar el silo, cabe recalcar que el proceso de inyección no puede arrancar si no se cuenta con seis horas de secado.

Figura 2. Gráficas de Secador de Resina.



Para nuestro de las primeras horas de secado es importante ver el comportamiento de la temperatura de retorno, de aquí ampliamos el gráfico para ver mejor esta curva.

Figura 3. Curva de temperatura de aire de retorno

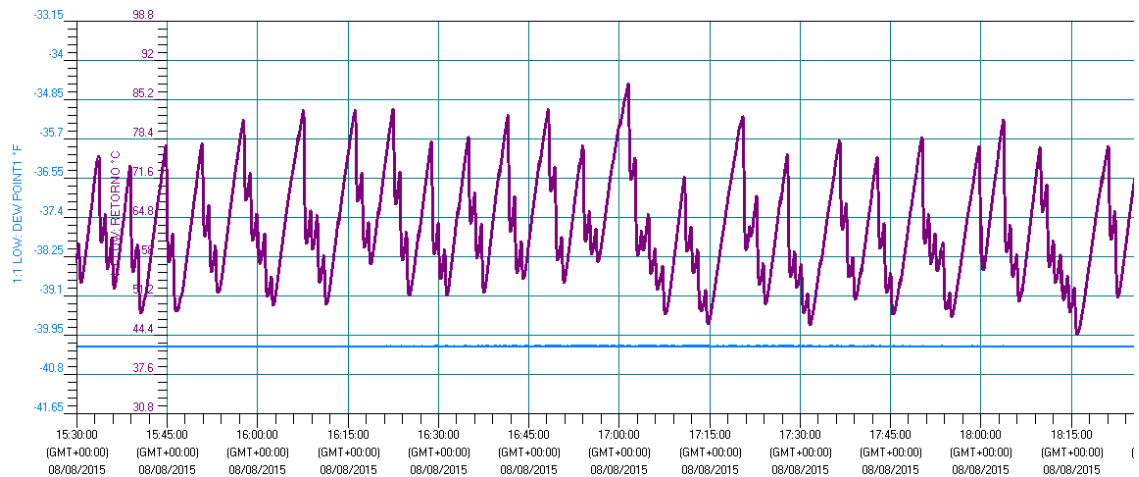


Como se puede observar la temperatura de retorno va aumentando en el tiempo como señal que la humedad de la resina en el interior del silo va siendo retirada, también podemos observar que luego de 5 horas y media momento en el cual arranca la máquina inyectora esta temperatura comienza a caer ya que ha entrado una nueva cantidad de resina a ser secada.

Con la información obtenida se puede deducir que la resina está lista para ser procesada a las 5 horas de secado o en su defecto revisando la temperatura de retorno del silo arriba de 70° C, a su vez esta información preliminar proporciona ciertos datos que al ser reemplazados en la ecuación del comportamiento dinámico del silo comprobando así el análisis teórico.

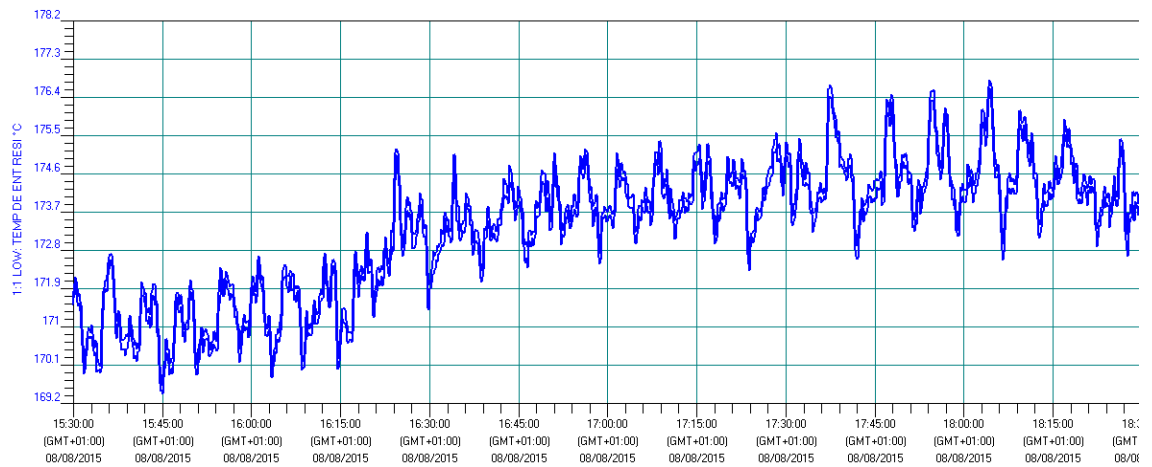
Una vez que empieza el ciclo productivo y con el ingreso constante de resina observemos el comportamiento de las gráficas de la etapa de proceso.

Figura 4. Gráficas de temperatura de aire de retorno y punto de rocío en producción continua.



En la figura 4 se puede observar que la temperatura de aire de retorno varía entre 50 y 80° C y que el punto de rocío. es estable en -40°F, mientras que la figura 4 nos muestra la temperatura de proceso que varía entre 169 y 177 ° C, ambas gráficas garantizan que la materia a ser procesada cuenta con buenas propiedades pero también denota demasiada variación en las temperaturas lo nos presenta una oportunidad de mejora.

Figura 5. Curva de temperatura de proceso.



A continuación se presenta una hoja de cálculo que describiría el proceso con valores set-point y propios del funcionamiento del equipo.

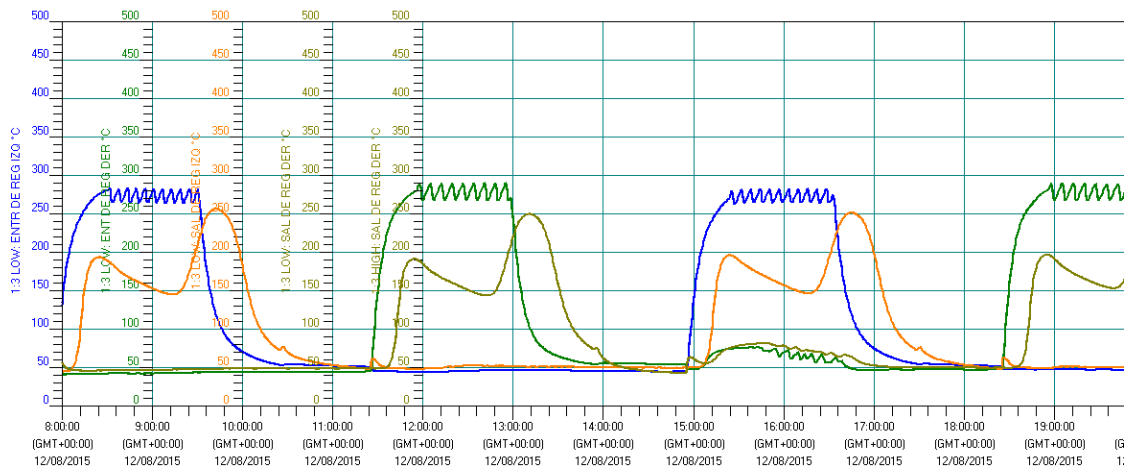
Tabla 3. Cálculo de valores de proceso en el secado de resina.

Cálculo de valores de proceso en el Secado de Resina								
Silo								
Masa de resina (Kg)	6044							
Porcentaje en silo	80							
Tiempo (h)		0	1	2	3	4	5	6
Secador								
T set point	178							
Temperatura ambiente	30							
Flujo de aire de secado	2800							
T proceso (masa)		30	73	106	133	152	166	167

Como se menciona al inicio de este estudio el secador cuenta dos etapas que son etapa proceso y etapa de regeneración, en la tabla 3 se puede ver el análisis de la etapa de proceso y como la temperatura va aumentando en función del tiempo, pero para que esto sea óptimo se necesita conocer como se regenera la cámara disecante que absorbió humedad durante un lapso de tiempo.

A continuación se presenta una serie de gráficos que explican el comportamiento de la etapa de regeneración.

Figura 6. Curvas de temperatura de aire de regeneración.



Los secadores de resina constan de 3 etapas dentro de la regeneración las cuales son:

- Calentamiento dinámico (Banco de resistencias encendido y blower de regeneración encendido).
- Enfriamiento dinámico (Banco de resistencias apagado y blower de regeneración encendido).
- Enfriamiento estático (Banco de resistencias apagado y blower de regeneración apagado).

En la figura 6 se puede observar la regeneración de las dos cámaras con el siguiente detalle de curvas:

- Gráfica Azul.- Temperatura de aire a la entrada de la cámara izquierda.
- Gráfica Naranja.- Temperatura de aire a la salida de la cámara izquierda.
- Gráfica Verde.- Temperatura de aire a la entrada de la cámara derecha.
- Gráfica Café.- Temperatura de aire a la salida de la cámara derecha.

De aquí se puede deducir que los ciclos de regeneración son periódicos y que realizan las etapas antes expuestas ya que al inicio de la regeneración se tiene temperaturas elevadas de entrada en la cámara y luego se ve la caída de esta temperatura.

1.2 Requerimientos de Calidad

La calidad del producto final como en todo proceso es muy importante y para la elaboración de preformas la etapa de secado es el corazón en la inyección de las mismas es por esto que se debe tener consideración los parámetros que regirán el correcto estado de la materia prima desde el punto de vista de laboratorio.

Para esto se debe conocer la química del pet y ver su comportamiento con el uso de aire caliente para su secado, a continuación presentamos información básica de mucha importancia para conocer lo que se desea desde el punto de vista de calidad del producto.

1.2.1 Química del Pet.

Porque hay que secar el PET?

¿Cuál es la elación entre el PET y el agua?

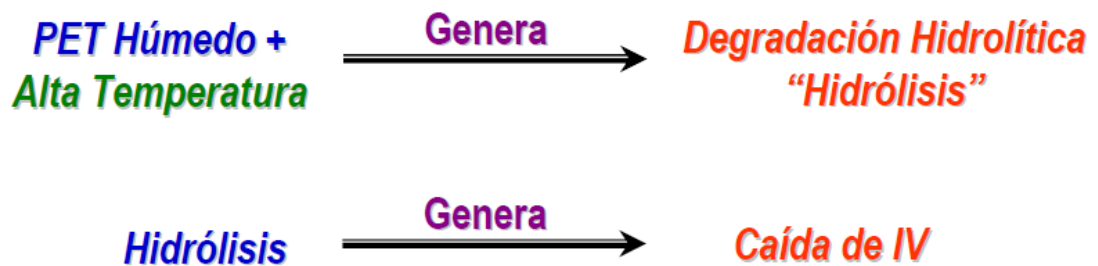
El PET es Higroscópico: Es decir que tiene la propiedad de absorber humedad.

El aire que respiramos, el ambiente que nos rodea, contiene agua en forma de vapor.

Consecuencia:

- No es necesario mojar el PET para que absorba agua.
- Basta tenerlo en contacto con el aire para que absorba agua.

En presencia de agua en el momento de la inyección, el PET se degrada produciendo la llamada “Degradación Hidrolítica” que resulta en el rompimiento de cadenas, generando como principal consecuencia la Caída de la Viscosidad Intrínseca (IV) del polímero.



Cuanto más baja es la IV, más dificultades se tendrán al momento de producir una botella, que luego tendrá también un desempeño deficiente debido a que sus propiedades mecánicas se verán afectadas. Es decir propiedades tales como efecto barrera, resistencia al impacto, resistencia a la tensión, entre otras, disminuirán notablemente.

1.2.2 Problemas Causados por la Humedad

- La humedad en la resina es una condición no deseada para el procesamiento de polímeros.
- Si la resina está húmeda, además de la pérdida de viscosidad intrínseca como principal consecuencia, la calidad de las preformas disminuirá,

presentando una gran variedad de defectos, y el proceso de inyección será muy inestable.

Defectos visuales:

- Opalescencia.
- Burbujas.
- Defectos de dimensión de la preforma.

A continuación se muestra unas figuras de defectos presentados por un mal secado.

Figura 7. Presencia de pellets con burbujas en cuerpo de la preforma.



Figura 8. Opalescencia y preformas nevadadas.



1.2.3 Garantizar la temperatura adecuada de la resina a la entrada de la inyectora.

Para todos los puntos referentes a calidad podemos decir que hay que considerar algunos factores comunes que hacen que se cumpla con este punto y los que se detallaran posteriormente.

En cuanto a la temperatura de entrada los valores de calidad requeridos deben ir de 150 a 170°C para esto los factores que influyen directamente son:

- Temperatura de set-point del secador.
- Tiempo de ciclo.
- Tiempo de residencia.

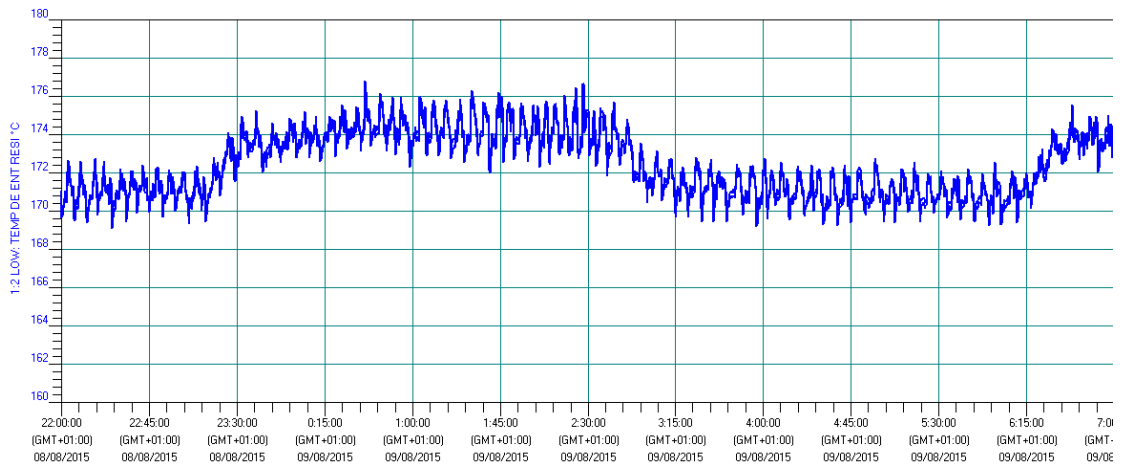
Para que se comprenda mejor estos conceptos vamos a analizar las siguientes gráficas y datos de proceso.

Caso 1

Datos de producto:

- Preforma de 16.7 gr.
- Temperatura de set-point 178 °C.
- Porcentaje de nivel en el silo 80%.
- Tiempo de ciclo: 20.65 s.

Figura 9. Temperatura de proceso con diferentes picos en diferentes periodos.

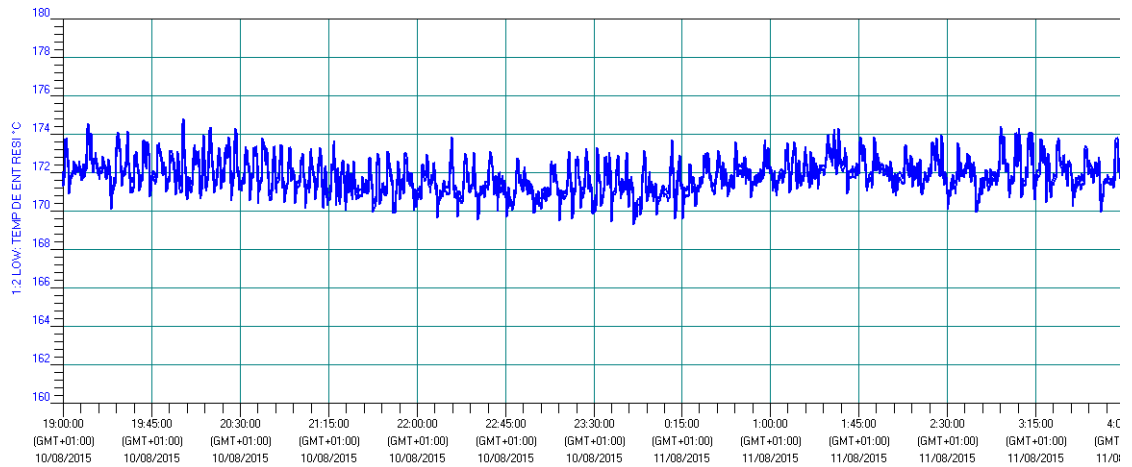


Caso 2

Datos de producto:

- Preforma de 16.7 gr.
- Temperatura de set-point 178 °C.
- Porcentaje de nivel en el silo 70%.
- Tiempo de ciclo: 20.65 s.

Figura 10. Temperatura de proceso con picos constantes.



Como se puede apreciar en el segundo caso tenemos mayor estabilidad en la temperatura de proceso aunque para ambos casos la materia prima esta dentro los parámetros solicitados, se debe analizar cuál de los dos escenarios es óptimo para el proceso.

1.2.4 Garantizar el valor correcto de punto de rocío de aire de secado.

Para la medición de la humedad se toman muestras de la entrada de resina y se hacen análisis de laboratorio, pero para registrar la tendencia de la humedad se conecta un equipo medidor de punto de rocío a uno de los canales del registrador jumo con señal de 4-20 ma para obtener el mejor comportamiento del punto de rocío que es el valor de humedad del aire y para nuestro estudio nos concentraremos en el valor requerido de -40°F , los factores que influyen directamente sobre la humedad son:

- Regeneración de cada una de sus cámaras.
- Flujo de aire de secado.

La regeneración debe cumplir con las etapas anteriormente expuestas en el capítulo 1 para que la cámara pueda absorber humedad, para esto es importante mencionar que el equipo que está siendo analizado consta con dos cámaras con 300 kilos de resina disecante cada una que es el medio que seca el aire del sistema.

Figura 11 -Curvas de regeneración y punto de rocío irregulares.

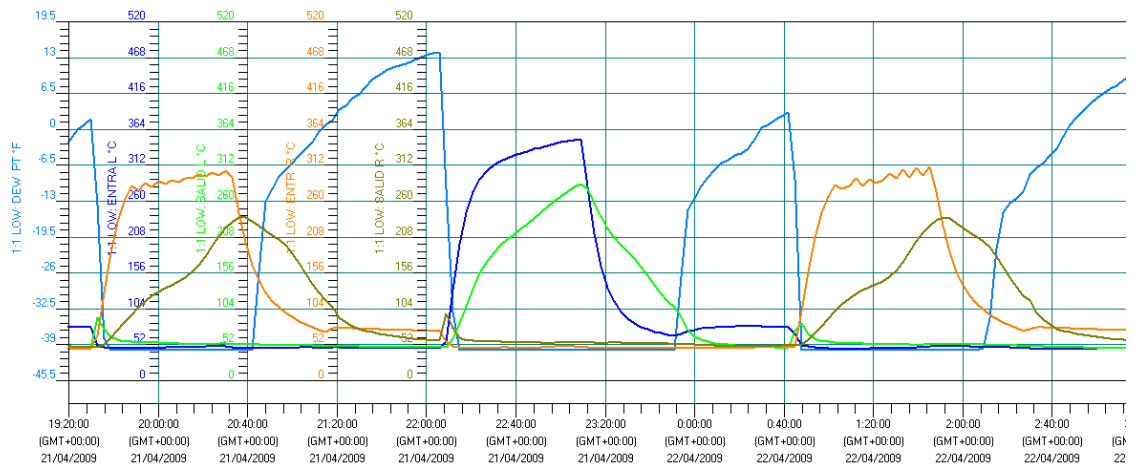
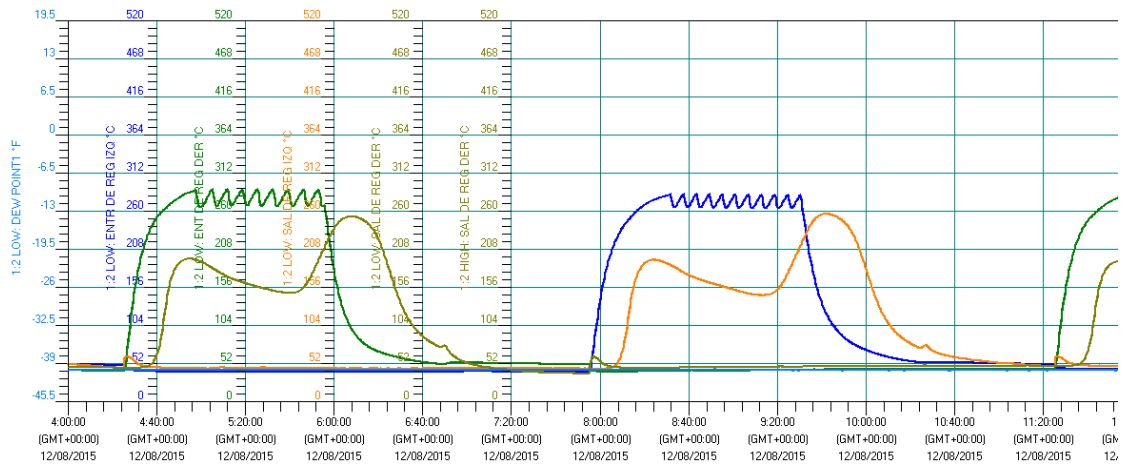


Figura 12 - Curvas de regeneración y punto de rocío estables.



En la figura 11 se puede observar que la regeneración de las cámaras no es adecuada, ocasionado probablemente por un desgaste de la resina disecante, lo que ocasiona un punto de rocío irregular como muestra la curva en color celeste ya tiene valores de punto de rocío de -40°F por periodos cortos y picos de hasta 13°F , esto denota el mal estado del equipo de secado y por consiguiente problemas de procesamiento, mientras que en la figura 12 observamos un comportamiento regular de las cámaras en su fase de regeneración y por consiguiente un valor estable de -40°F todo el tiempo.

Flujo de aire de secado.

El flujo de aire de secado es importante ya que es el medio que se lleva la humedad, con un aire con bajo cfm, el banco de resistencias no calentará en su potencia necesaria y puede conllevar un mal proceso, a continuación se

muestran dos gráficas que muestran los comportamientos de las variaciones de los flujos de secado.

Como dato adicional se cuenta el equipo cuenta con 3 blowers de 16hp para proveer el flujo de aire de secado.

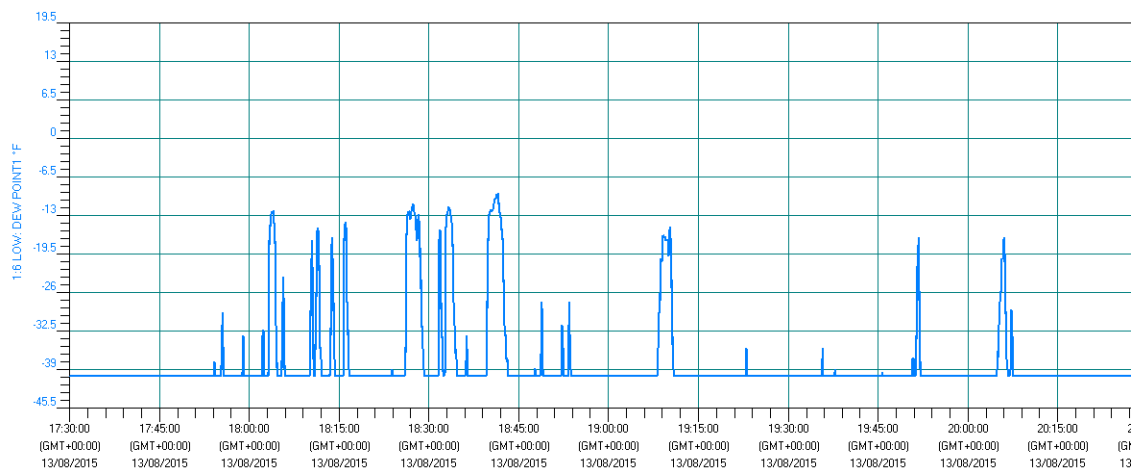
Caso 1.

Blowers encendidos = 2

Flujo de aire de secado = $2800 \times \frac{2}{3}$ cfm.

Potencia de banco de resistencias de proceso $\approx 50\%$.

Figura 13 Curvas de punto de rocío irregular con 2 blowers encendidos.



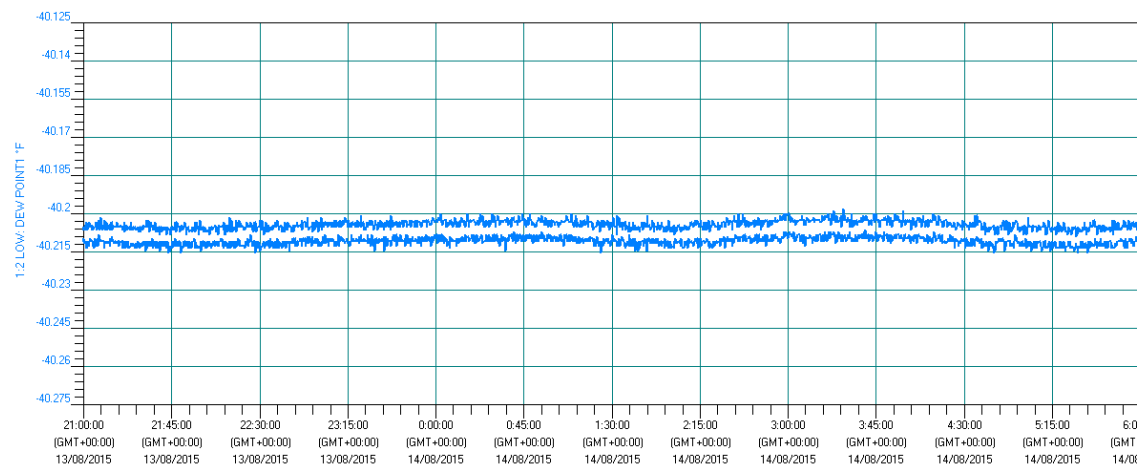
Caso 2.

Blowers encendidos = 3

Flujo de aire de secado = 2800 cfm.

Potencia de banco de resistencias de proceso $\approx 75\%$.

Figura 14 -Curvas de punto de rocío. estable con 3 blowers encendidos.



En la figura 13 se puede observar como comienza a variar el punto de rocío con 2 blowers encendidos lo que ocasiona que el punto de rocío oscile irregularmente hasta valores no permitidos de humedad, mientras que en la figura 14 con los 3 blowers encendidos observamos que el punto de rocío se estabiliza cabe recalcar que las gráficas son consecutivas lo que demuestra el flujo de aire de secado influye directamente sobre el punto de rocío.

1.2.5 Garantizar el adecuado flujo de aire en el circuito de secado.

Como se observo en el literal anterior el flujo de aire de secado es importante para retirar la humedad, una manera de asegurar esto dependiendo del producto es establecer el porcentaje de trabajo del banco de resistencias, en el equipo que está siendo objeto de nuestro estudio se lo puede observar en la pantalla en el parámetro H que es el Porcentaje Activo de la Potencia de Caldeo, así podemos decir que:

Mayor flujo de aire \Rightarrow Mayor % Porcentaje Activo de la Potencia de caldeo

Y a

Menor flujo de aire \Rightarrow Menor % Porcentaje Activo de la Potencia de caldeo

Adicional a esto se plantea el mismo análisis como en el literal anterior así como también las labores de mantenimiento influirán en esto ya se deben revisar el estado de los filtros y de los intercambiadores de calor.

1.3 Requerimientos de Producción.

El área de producción cuenta con la fiabilidad de los equipos para poder realizar la programación de los productos y así satisfacer las necesidades de los clientes pero los indicadores de gestión como:

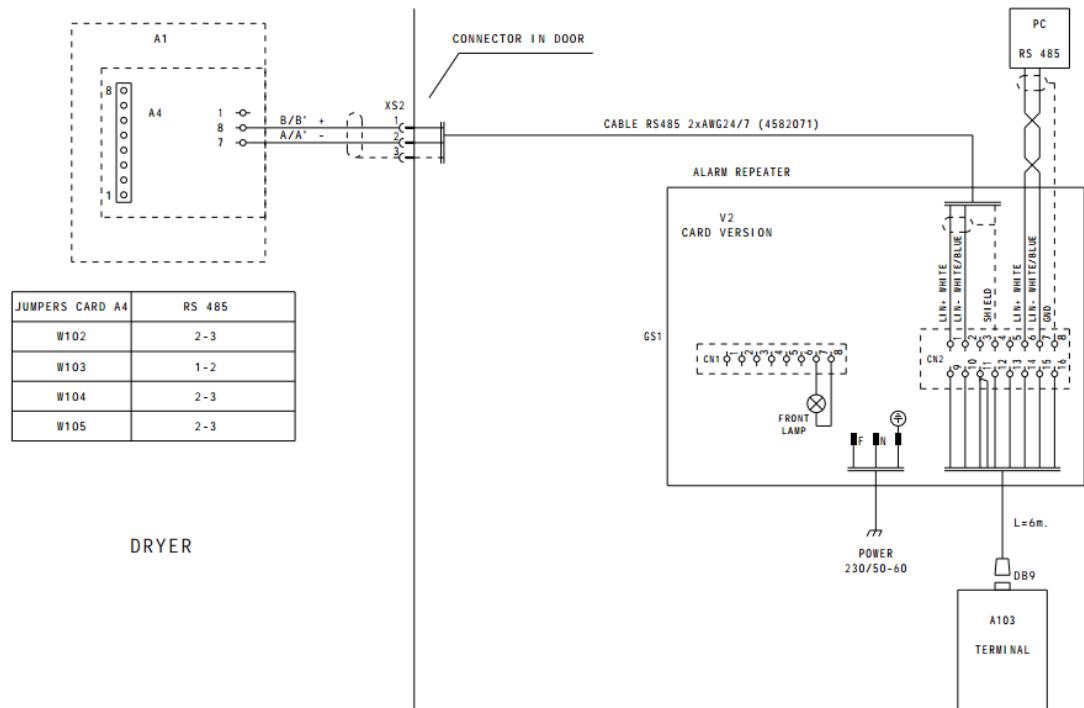
- Me: Porcentaje de eficiencia.
- Scrap: Perdida de producto.

- HFI: Separación de producto por fallas de calidad.

Es por esto que registran constantemente valores del proceso de inyección dentro de un software llamado Real SPC, así como también solicitan la activación de alarmas y el respectivo registro.

Para facilitar las tareas de recopilación de datos del secador se coloca una pantalla remota que les permita obtener los datos del equipo sin tener que subir a la plataforma en donde se encuentra.

Figura 15. Diagrama esquemático para la conexión de una pantalla remota.



Donde:

A1: es la tarjeta principal del secador

GS1: Repetidor.

A103: Pantalla Remota.

A continuación se presenta las pantallas conectadas.

Figura 16 -Pantalla tarjeta principal del secador.



Figura 17 -Repetidor GS1.



Figura 18 -Pantalla remota.



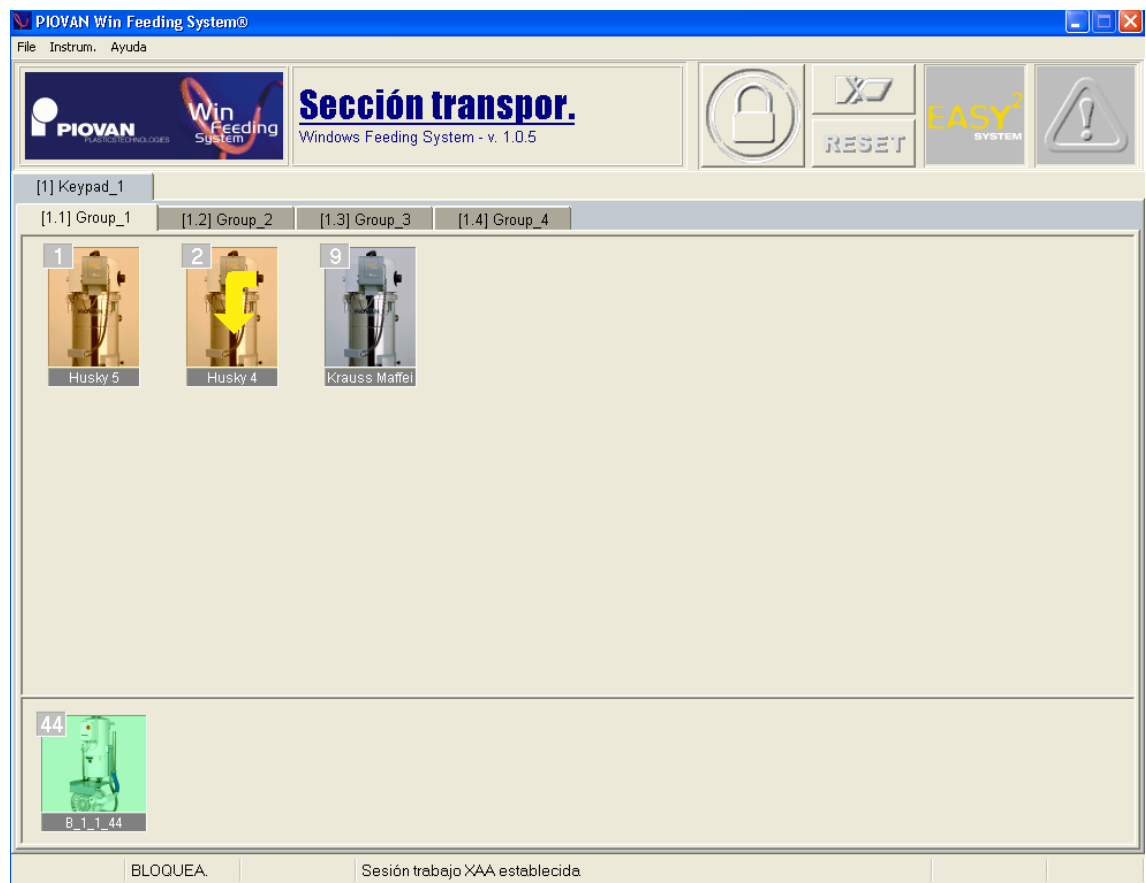
Figura 19 - Ubicación de pantalla remota junto al mando de la Inyectora.



1.3.1 Asegurar la residencia del producto.

Para la asegurar la residencia del producto se cuenta con el software Winfeeding el cual reporta las incidencias y alarmas de carga de todas las estaciones de carga ya que está conectado a un sistema centralizado y a su vez se puede exportar datos a una hoja de Excel y elaborar informes.

Figura 20 - Pantalla de sistema de carga centralizada de resina.



1.3.2 Garantizar el adecuado valor de la presión de inyección.

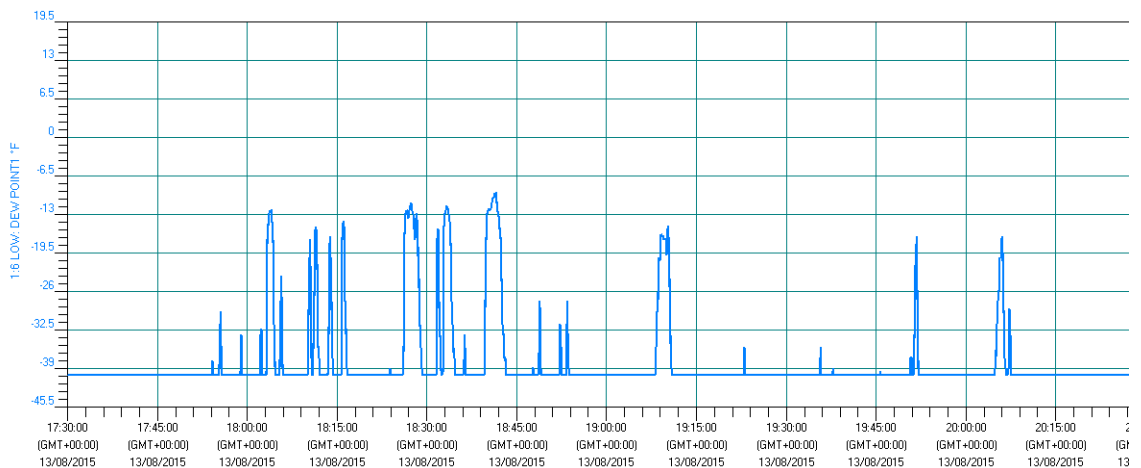
Cuando la materia prima a ser procesada esta húmeda presenta problemas de plastificación y el motor hidráulico de la máquina inyectora empieza a moverse lentamente producto de esto comienza a disminuir la presión de inyección la misma que normalmente oscila entre 1500 y 1600 psi.

Para que se comprenda mejor este tema revisemos nuevamente las figuras 21 y 22, donde para el primer caso la presión de inyección cae hasta 1100 psi lo que obliga a detener la máquina, mientras que en el segundo caso la presión se mantiene entre 1570 y 1530 psi.

Caso 1

Presión de inyección = 1100 psi.

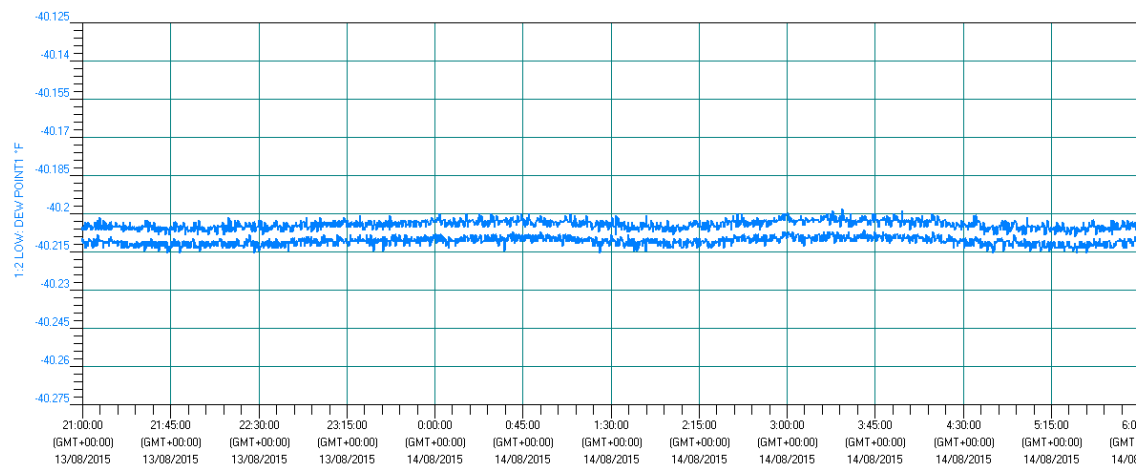
Figura 21 Curvas de punto de rocío irregular con 2 blowers encendidos.



Caso 2

Presión de inyección = 1570 -1530 psi.

Figura 22 -Curvas de punto de rocío estable con 3 blowers encendidos.



1.3.3 Asegurar la estabilidad del proceso en ciclos estándar.

Cuando se dimensiona un equipo para un determinado proceso, se lo hace en base a la capacidad de plastificación de la máquina inyectora, que esto no es más que los kilogramos/hora que puedan ser procesados, los datos necesarios para este análisis son:

Tabla 4 - Cálculo de residencia y capacidad del tornillo.

Capacidad del tornillo (Kg/h)	1000
Tiempo de ciclo (s)	20,20
Cavidades	96
Gramaje (gr)	54,70
Kilos/hora procesados (Kg/h)	935,86
Tiempo de residencia (h)	6,46
Masa de resina (Kg)	6044
Porcentaje en silo (%)	80
Capacidad del silo	6800

En la siguiente tabla se muestra la capacidad del equipo en análisis para el proceso que se está llevando a cabo y con el ciclo estándar de 20.2 s se tiene una capacidad de kilos procesados por hora que está por debajo del valor nominal del tornillo con 935.86 Kg./h así que el secador cumple con las exigencias del proceso.

CAPITULO II

2 RESULTADOS OBTENIDOS

2.1 Disminución del tiempo de residencia de la materia prima en el silo.

De acuerdo con el balance de energía del silo se obtuvo la siguiente fórmula

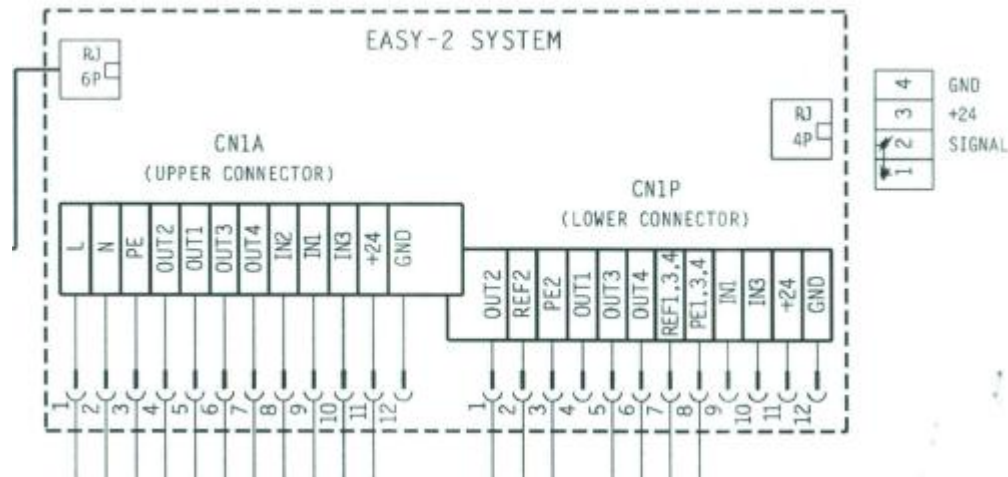
dinámica:

$$T_{\text{proceso}} = 30 + \frac{\left(\frac{\rho}{dT} \Phi \cdot \frac{C_e}{dT}\right) \left(\frac{T_{\text{retorno}} - T_{\text{set - point}}}{dt}\right)_{\text{aire}}}{\left(m \cdot \frac{C_e}{dT} C_e\right)_{\text{resina}}}$$

Donde m es la masa del silo y si regulamos la entrada para solo secar lo necesario, aumentaríamos la temperatura de procesamiento, para esto se habilitó un sonda de nivel que nos permitirá controlar el nivel de llenado, cabe recordar que el sistema de llenado es centralizado y cada estación es controlada por una tarjeta colocada en la parte superior del silo y quién gobernaba el llenado del silo era un sensor capacitivo que permitía que el nivel este a su máxima capacidad, pero de acuerdo al estudio no es recomendable esto.

La configuración para habilitar el sensor de nivel se presenta a continuación.

Figura 23 - Conexión de sensor de nivel al sistema centralizado.



Se conectan los terminales 1 y 2 a la tarjeta de control mediante un conector telefónico Rj 4p.

Con esto se logró disminuir el nivel de resina ya que normalmente alcanzaba una masa total dentro del silo de 6800 Kg y con el sonda de nivel se logró trabajar al 70,75 y 80%.

2.2 Estabilidad de temperatura de entrada de resina a la inyectora.

Como se observó en el capítulo 1 la temperatura de proceso varia con diferentes picos en diferentes periodos de tiempo de la siguiente manera, para mantener estable esta temperatura se analizó las diferentes gráficas

dentro de lo que se pudo observar que la temperatura de retorno es un indicador del funcionamiento del secador, para esto necesitamos recordar el diagrama de bloques de la cámara disecante donde se propone variar el flujo de aire por la silica para enviar aire húmedo nuevamente al circuito de proceso para lograr que el banco de resistencias de proceso entre con un mayor porcentaje y a su vez lograr la estabilidad del proceso.

A continuación se hace una comparación de tres instantes uno con la válvula de paso directo cerrada, el siguiente caso con la válvula abierta a la mitad y en el tercer caso la válvula totalmente abierta.

Figura 24 - Variación de temperatura de proceso con diferentes picos en diferentes periodos de tiempo con la válvula de paso de aire húmedo cerrada.

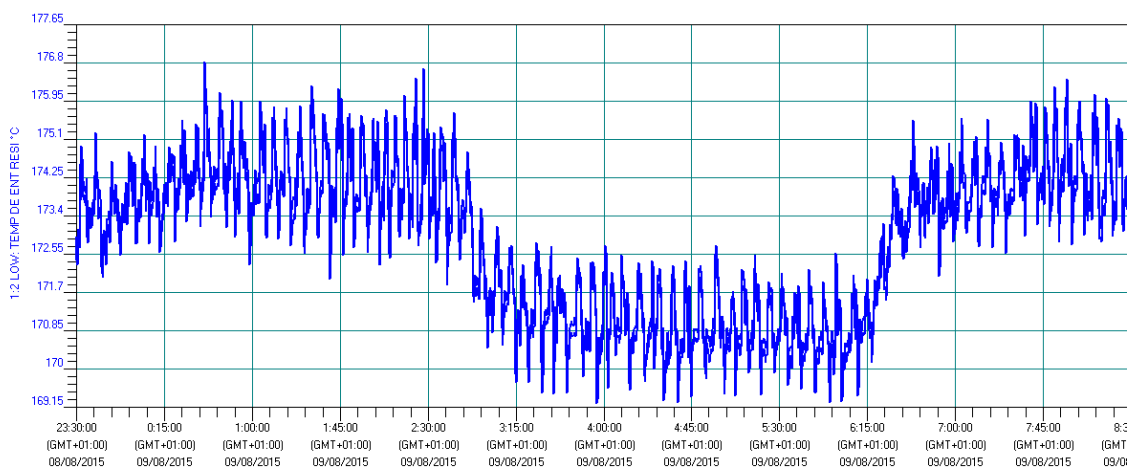


Figura 25 -Variación de temperatura de proceso con diferentes picos con la válvula de paso de aire húmedo abierta la mitad.

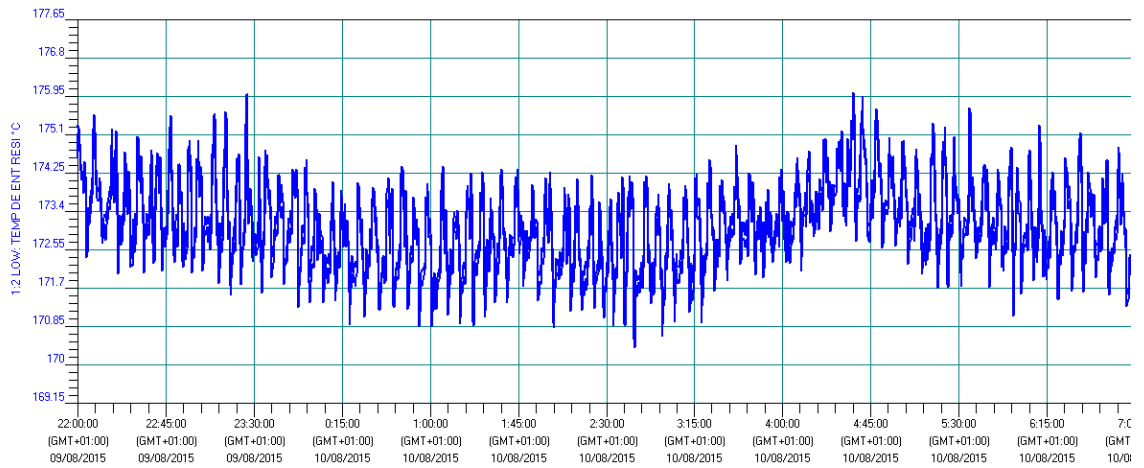
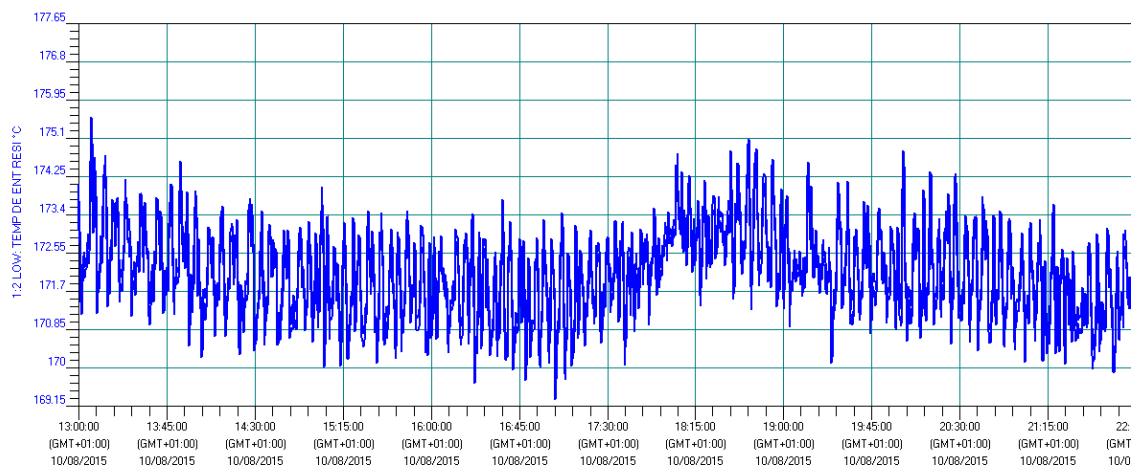


Figura 26 - Variación de temperatura de proceso con diferentes picos con la válvula de paso de aire húmedo totalmente abierta.



Luego de esto se puede concluir que el hay un mejor comportamiento en la figura 25 , que es cuando se varia el aire húmedo a las cámaras a la mitad, el comportamiento en la figura 26 es también estable pero pierde unos grados en su valor pico máximo.

2.3 Estabilidad del valor de punto de rocío dentro de los valores permitidos.

Este punto tiene que ser analizado en vista de que en el punto anterior se varió el aire húmedo hacia las cámaras disecantes y se puede pensar que el aire no esté en condiciones de retirar todo el aire húmedo, para esto de igual forma manera analizaremos los mismos instantes de tiempo pero ahora con el comportamiento del punto de rocío.

Figura 27 -Gráfica de punto de rocío con la válvula de paso de aire húmedo cerrada.

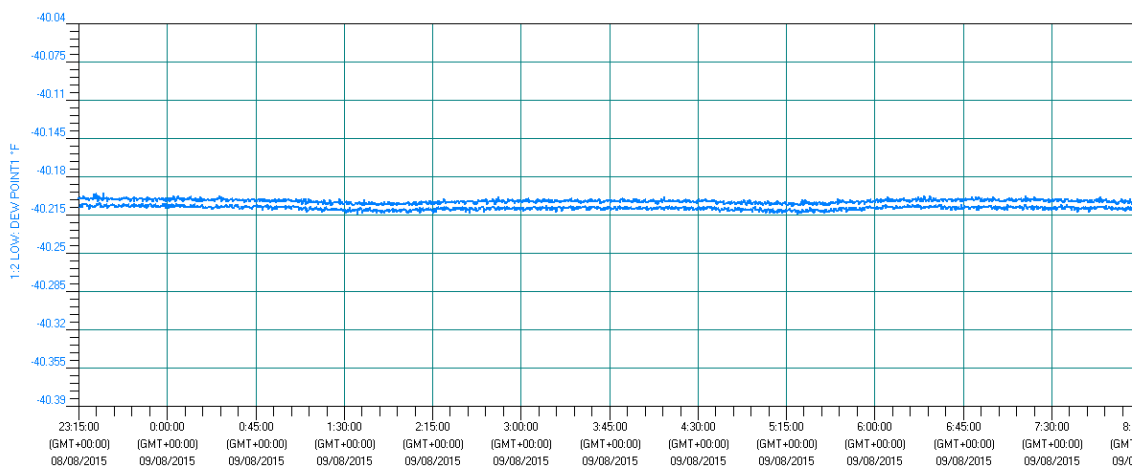


Figura 28 -Gráfica de punto de rocío con la válvula de paso de aire húmedo abierta a la mitad.

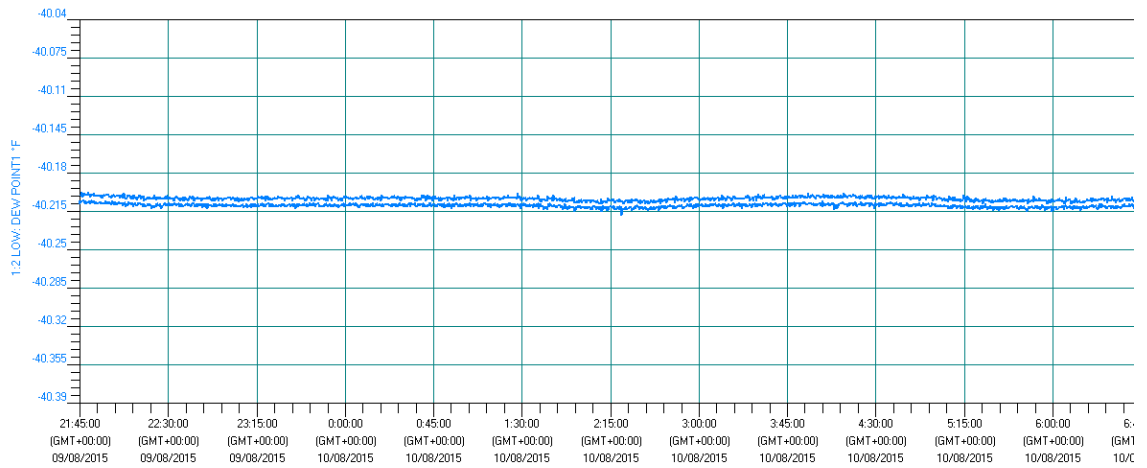
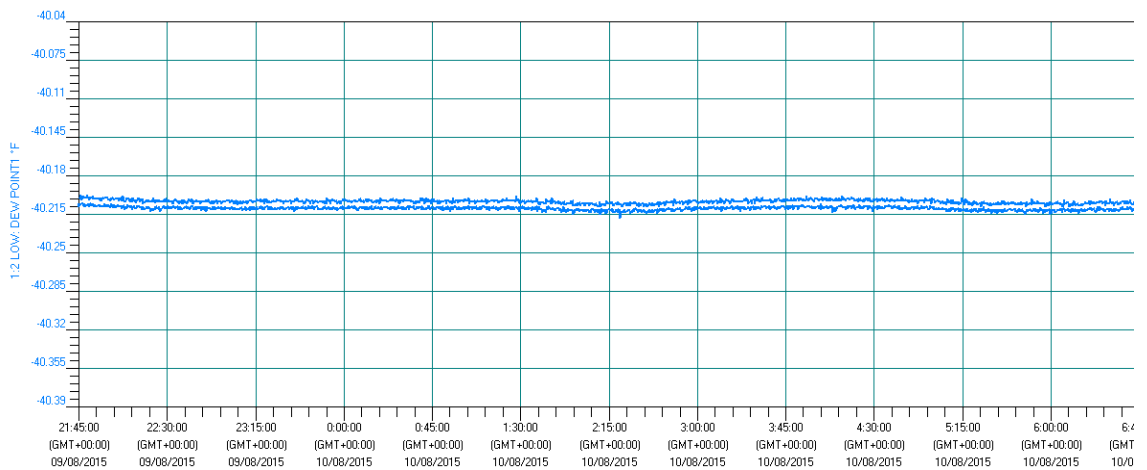


Figura 29 -Gráfica de punto de rocío con la válvula de paso de aire húmedo totalmente abierta.



Como se puede observar no hay mayor variación con los tres instantes, lo cual indica que ninguno de los tres casos compromete el proceso, posteriormente revisaremos estos mismos casos para el tema energético.

2.4 Reducción de tiempo de ciclo.

De acuerdo con el análisis hasta ahora realizado se ha comprobado que el secado es confiable motivo por el cual se reduce el ciclo estándar de 20.2 a 19.8 segundos.

En la tabla a continuación se puede observar el beneficio de esta reducción de ciclo.

Tabla 5 -Cálculo de unidades producidas con reducción de ciclo.

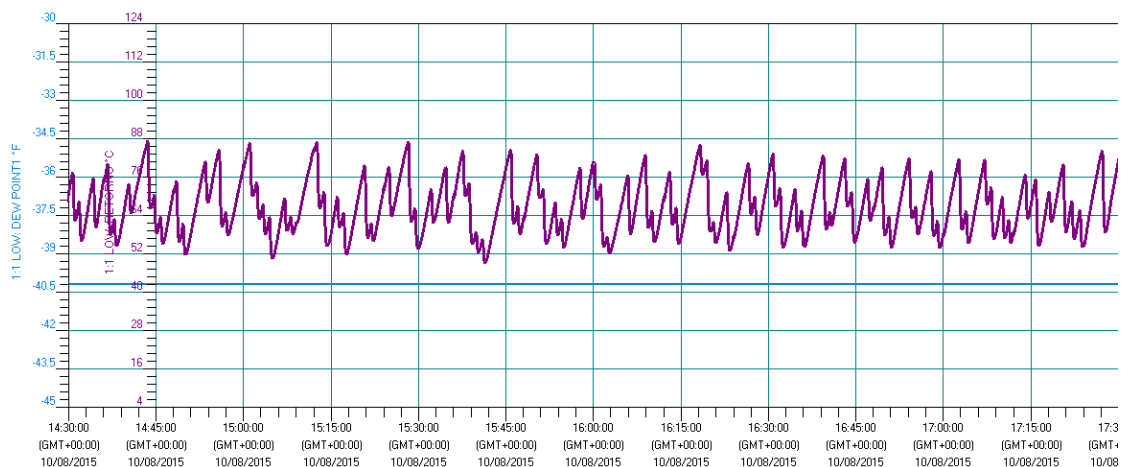
	Estándar	Nuevo ciclo
Tiempo de ciclo (s)	20,20	19,80
Constante	3600	3600
Cavidades	96	96
Gramaje (gr)	54,70	54,70
Kilos/hora procesados (Kg/h)	935,86	954,76
Tiempo de procesamiento (h)	6	6
Kilos/hora procesados (Kg/h)	5615	5729
Tiempo de residencia (h)	7,27	6,33
Masa de resina (Kg)	6800	6044
Porcentaje en silo (%)	90	80
Capacidad del silo	6800	6800
Unidades procesadas en 1 hora	17109	17455
Excedente de unidades producidas en 1 hora		346
Excedente de unidades producidas en 1 día		8295

2.5 Uso óptimo de caudal de aire.

De acuerdo a lo revisado a lo largo de este documento la máquina inyectora puede procesar 1000Kg/h, y el silo tiene una capacidad máxima de 6800 Kg, se puede optimizar el llenado del silo solo lo necesario calibrando este valor mediante la temperatura de retorno, que es el valor que nos indica si la materia prima en el silo siendo secada correctamente, partiendo desde el análisis original que a las 5 horas y media a una temperatura de retorno de aproximadamente 60°C el aire está seco.

En la siguiente figura podemos observar este comportamiento.

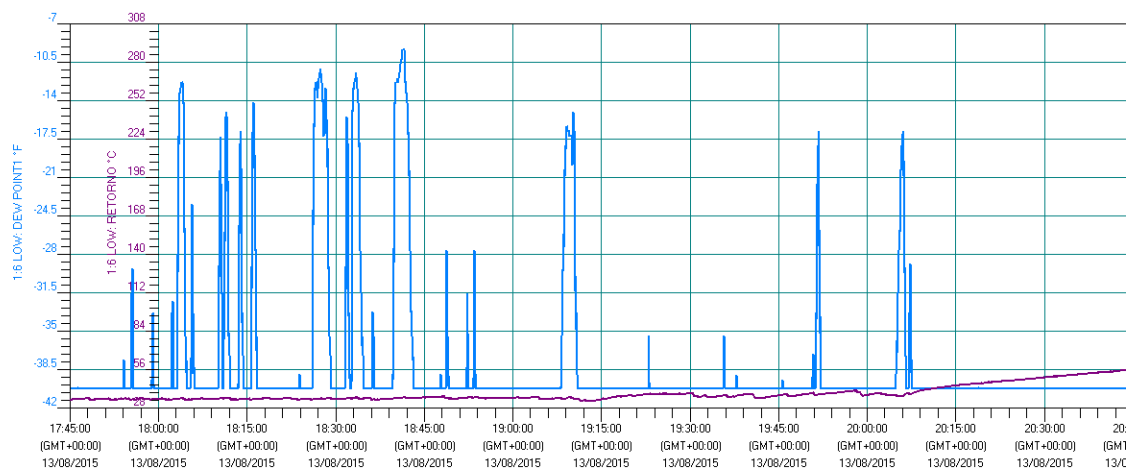
Figura 30 -Gráfica de temperatura de retorno y punto de rocío con tres blowers encendidos.



Aquí se puede observar que el valor de la temperatura de retorno oscila entre valores de 52 a 88°C, y esto se logra con los tres blowers de proceso

encendidos, entonces se hace un ensayo apagando uno de los blowers para ver qué pasa con la temperatura de retorno.

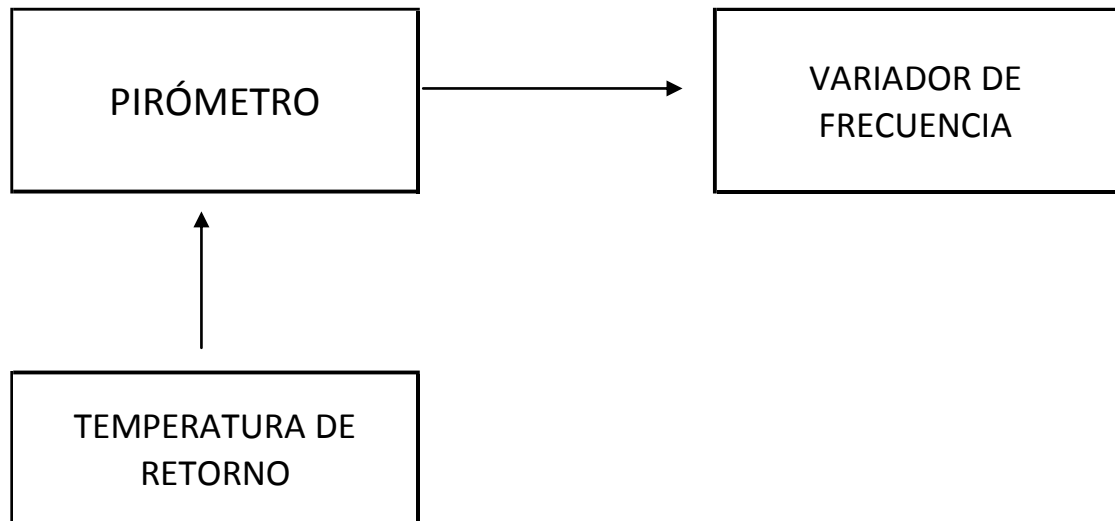
Figura 31 -Gráfica de temperatura de retorno y punto de rocío con dos blowers encendidos.



La temperatura de retorno bajó a 34°C, lo que indica que el aire no está siendo secado correctamente y esto se ve reflejado en el punto de rocío que comienza a variar irregularmente lo cual obligaría a detener la máquina inyectora y esperar a que seque la resina.

Como conclusión para este tema lo se recomienda instalar un variador de frecuencia que varíe el flujo de aire tercer blower controlado con una señal de 4-20ma proveniente de un pirómetro que cense la temperatura de retorno como en el siguiente diagrama.

Figura 32 -Diagrama de bloques para el control de la frecuencia del tercer blower.



2.6 Ahorro en consumo de agua de torre.

Dentro del funcionamiento del equipo el intercambiador de calor realiza la función de condensar el aire de retorno para desprender las partículas de agua, y luego ser absorbidas en la cámara disecante.

En producción constante y con una alta residencia la temperatura de retorno puede alcanzar hasta 120°C y al pasar por el intercambiador la temperatura a la salida del mismo es 60°C, con esto podemos estar seguros que la resina está siendo secada ya que como vimos anteriormente la temperatura de retorno debe estar en 60°C.

Para el ahorro en consumo de agua de torre se conecta una válvula de burkert de asiento inclinado de 1" la cual realizará el control del paso de agua cuando la temperatura de retorno este en 60°C, ya que el choque térmico se realizará con la resina virgen que entra en el silo.

Figura 33 -Temperatura a la salida del intercambiador de calor sin control en la válvula de entrada de agua.

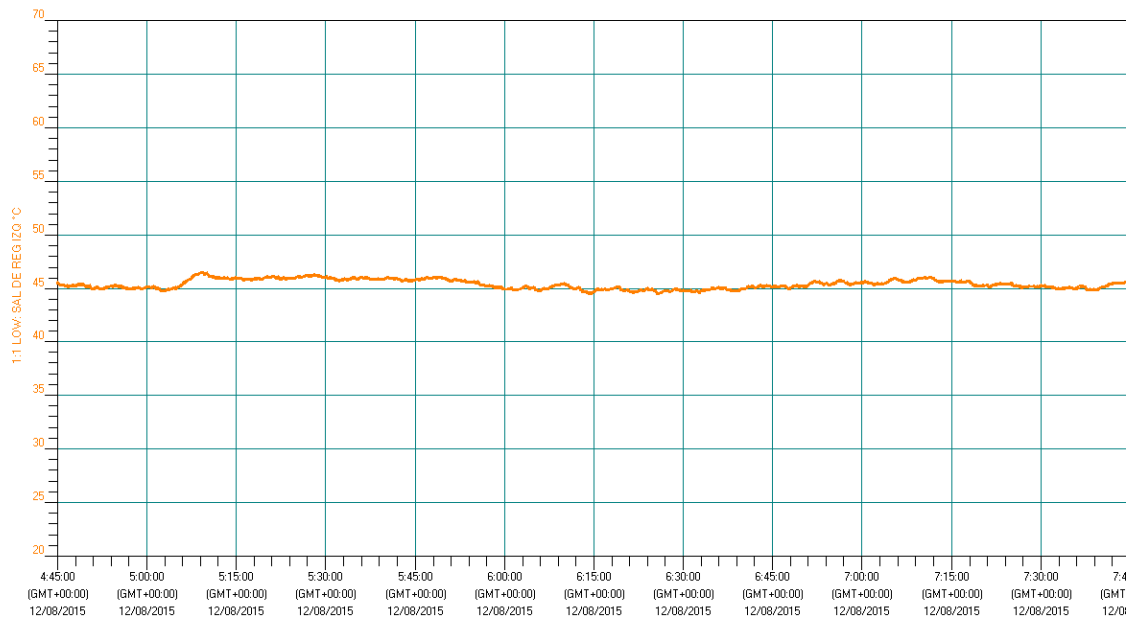
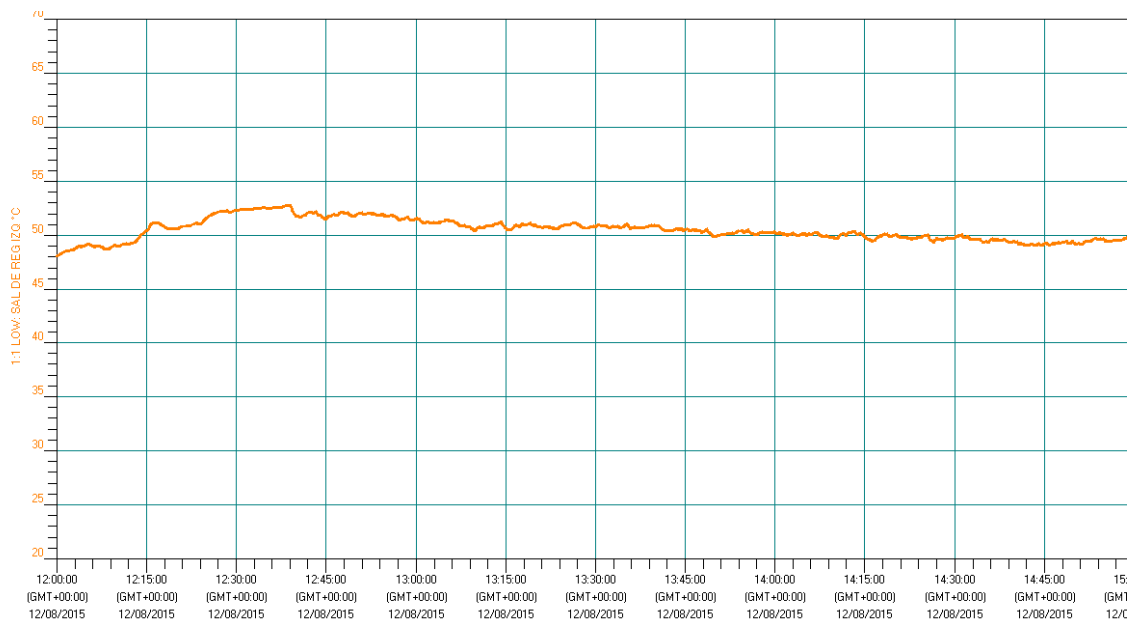


Figura 34 -Temperatura a la salida del intercambiador de calor con control en la válvula de entrada de agua.



En la figura 33 se puede observar que la temperatura a la salida del intercambiador es de 45°C mientras que en la figura 34 la salida es de 50°C ya que el control nos permite variar el ΔT , realizando el cálculo de la potencia para los dos escenarios tenemos:

Cálculo de Potencia en el intercambiador de calor:

$$Q_c = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Donde:

m: cantidad de agua a 30°C. 2,5 l/s.

c: constante: 4,2 KJ/Kg K

ΔT : Diferencia de Temperatura entre la entrada y salida al intercambiador de calor en °C.

Tabla 6 -Cálculo de potencia del intercambiador de calor.

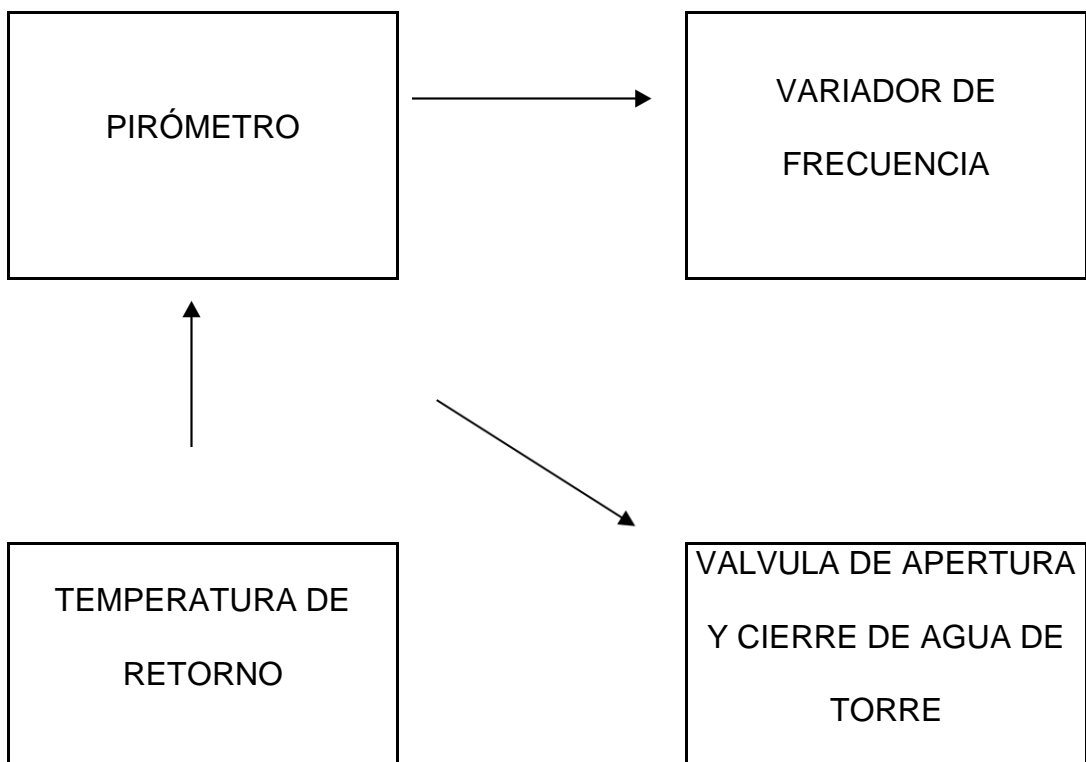
	Sin regulación de caudal	Regulando el caudal.	Unidades
m	2,5	2,5	l/h
C	4,2	4,2	KJ/KgK
Tentrada	30	30	°C
Tsalida	40	39	°C
ΔT	10	9	°C
	283,15	282,15	
Potencia	2973,075	2962,575	Kw.
Ahorro de energía proyectado en dólares en 1 mes		604,8	
Ahorro de energía proyectado en dólares en 1 año al 80%		5806,08	

El impacto del consumo energético se da en la transferencia de calor, es decir en el ΔT del intercambiador, con la regulación de caudal en un secador se espera bajar 1°C el diferencial de temperatura del sistema de agua de torre, que esto a su representará un ahorro considerable de energía.

En cuanto al proceso de secado hay ahorro en el alza de la temperatura de set-point ya que al tener un valor más elevado el Porcentaje de las resistencias de caldeo es menor.

Como se ha mencionado el control de la válvula de entrada de agua la va a realizar el pirómetro que sensa la temperatura de retorno, un diagrama que represente la mejora del sistema sería.

Figura 35 - Diagrama de bloques control integral del secador.



2.7 Ahorro de energía.

Durante el levantamiento de la información se conectó un medidor de energía FLUKE 1735 el nos arrojó los siguientes valores para las diferentes variaciones.

Figura 36. Consumo de energía del secador en condiciones normales

▶ Energía 1:00:00 2015-08-12, 13:23			
↕ L ¹²³	104.6 _{tot}	112.5 _{tot}	34.97 _{tot}
	kWh	kVAh	kVARh
L1	34.94	37.87	12.20
L2	36.00	38.82	12.42
L3	33.62	35.82	10.35

Figura 37. Consumo de energía del secador con modificaciones de control.

▶ Energía 1:02:05 2015-08-13, 09:04			
↕ L ¹²³	74.41 _{tot}	81.95 _{tot}	27.91 _{tot}
	kWh	kVAh	kVARh
L1	24.68	27.52	9.793
L2	25.84	28.49	9.986
L3	23.89	25.94	8.130

En las gráficas obtenidas se puede ver un notorio ahorro donde el mayor impacto lo dio el apagado de uno de los blowers, pero como es de su conocimiento esto no se puede dar para procesos exigidos, razón por la cual el variador propuesto para un blower complementaria la función de ahorro en un valor entre los presentados en las figuras 36 y 37.

En un valor tentativo de trabajo del tercer blower al 75% se podría obtener el siguiente ahorro:

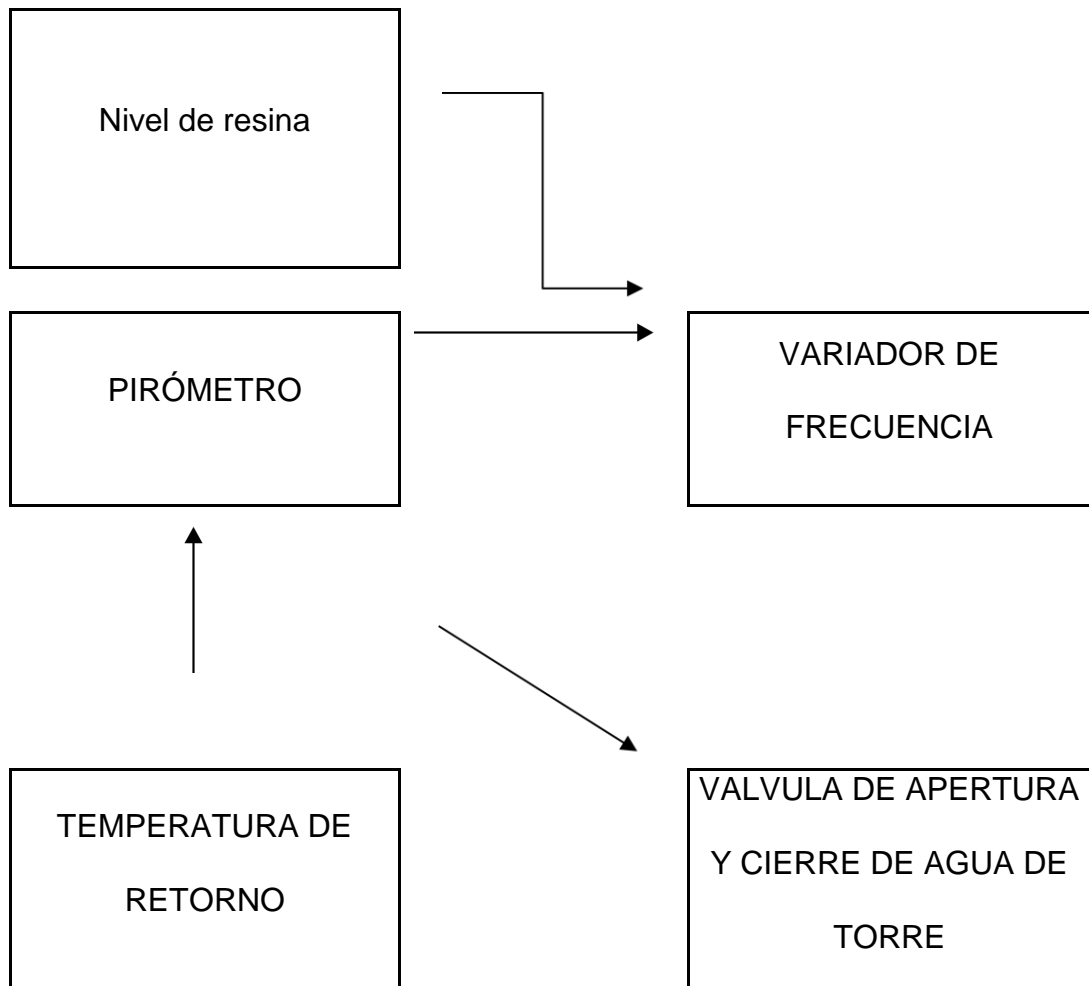
Tabla 7 -Cuadro de ahorro de energía.

CALCULO DE POTENCIAS									
Funcionamiento	No. de Figura	Temperatura de set-point (°C)	Capacidad de blowers (m3/h)	Nivel de llenado (%)	Control de paso de agua	Tiempo de ciclo(s)	Tiempo de residencia (h)	Potencia en (Kw)	Gasto en dólares
Secador en condiciones estándar	36	178,00	2800,00	90	No	20,20	7,27	104,60	8,37
Secador control modificado 2 blowers.	37	185,00	1866,67	80	Si	20,20	6,46	74,41	5,95
Secador control modificado 75% tercer blower.		185,00	2566,67	80	Si	20,20	6,46	95,88	7,67
Ahorro proyectado en dólares en 1 año en 1 inyectora									6024,96
Ahorro proyectado en dólares en 1 año en 9 inyectoras									54224,64

Las celdas en verde nos proporcionan los cálculos de ahorro energético para el proceso estudiado.

Al unificar todos los resultados obtenidos se puede deducir que el ahorro de energía se da al secar lo necesario y esto se lo logra en la etapa de proceso con la carga óptima de resina en el silo, con la variación del flujo de aire y con la regulación del caudal de agua de torre, es por esto que un gráfico que representa de mejor manera nuestro sistema para ahorro de energía sería.

Figura 38 -Diagrama de bloques con modificación de control de secado.



CONCLUSIONES

- En la industria del plástico específicamente en la elaboración de botellas es muy importante la función de los secadores de resina y se puede decir que es el corazón del proceso de inyección ya que al

contar con materia prima con buenas propiedades se puede elaborar productos de calidad.

- El secado del pet es un proceso con muchas variaciones en el tiempo ya que las temperaturas van aumentando ya la vez las densidades y calores específicos de los elementos involucrados también lo hacen debido a que depende de la temperatura.
- Dentro del proceso de secado no hay un solo elemento que maneje la estabilidad del proceso, se tiene que establecer los límites de cada una de las variables para así poder generar el mejor control del sistema.
- Se presenta una propuesta de ahorro de energía que para una planta como en la que se realizó el estudio la oportunidad de ahorro es grande ya que se puede replicar en los demás procesos, para el estudio realizado se proyecta un ahorro de:

Tabla 8 -Cuadro de ahorro de energía.

	Potencia (Kw)	Dólares
Ahorro calentamiento de resistencias de caldeo.	75312,00	6024,96
Ahorro en agua de torre	72576,00	5806,08
Ahorro total por equipo	147888,00	11831,04
Ahorro proyectado para 9 inyectoras	1330992	106479,36

- Para la establecer un nuevo control para el secado, no es necesario retirar el controlador principal presente, solo bastaría con la habilitación de nuevos dispositivos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar el control para el variador de frecuencia del tercer blower, así como obtener la señal de retorno del sensor de nivel.
- Establecer los consumos por máquina para presentar valores tentativos para la inversión de este análisis.
- Realizar un Sistema Scada, mediante la adquisición de datos siguiendo la línea de la conexión de la pantalla remota descrita en este documento.

BIBLIOGRAFÍA.

Calor específico. Recuperado el 1 de agosto del 2015 de,
https://es.wikipedia.org/wiki/Calor_espec%C3%ADfico

Tereftalato de polietileno. Recuperado el 19 de Agosto del 2015 de,
https://es.wikipedia.org/wiki/Tereftalato_de_polietileno

Aire. Propiedades físicas. Recuperado el 21 de Agosto del 2015 de,
<https://es.wikipedia.org/wiki/Aire>.

PET Propiedades físicas. Recuperado el 09 de Agosto del 2015 de,
http://www.eis.uva.es/~macromol/curso0506/pet/propiedades_y_caracteristicas.htm

Manual Esibar Deshumificación. Recuperado el 1 de Agosto del 2015,
Manual para modelo 112.

AMCOR APPLA Training, Recuperado el 11 de Agosto del 2015.

Capacitación calidad de preformas Husky, Recuperado el 15 de Agosto del 2015..

ANEXOS

ANEXO 1 Registrador: JUMO LOGOSCREEN 500 cf

JUMO GmbH & Co. KG
 Delivery address: Mackenrodtstraße 14,
 36099 Fulda, Germany
 Postal address: 36095 Fulda, Germany
 Phone: +49 661 6003-0
 Fax: +49 661 6003-607
 e-mail: mail@jumo.net
 Internet: www.jumo.net

JUMO Instrument Co. Ltd.
 JUMO House
 Temple Bank, Riverway
 Harlow, Essex CM 20 2TT, UK
 Phone: +44 1279 635533
 Fax: +44 1279 635262
 e-mail: sales@jumo.co.uk
 Internet: www.jumo.co.uk

JUMO Process Control, Inc.
 8 Technology Boulevard
 Canastota, NY 13031, USA
 Phone: 315-697-JUMO
 Fax: 1-800-554-JUMO
 e-mail: info@jumo.us
 Internet: www.jumo.us



Data Sheet 70.6510

Page 1/10

JUMO LOGOSCREEN 500 cf

Entry-level Paperless Recorder with CompactFlash card and life-cycle data management



Brief description

The appearance of the LOGOSCREEN 500 cf is dominated by a 5-inch color display, in which the measurement data can be displayed in a vertical direction, similar to ordinary chart recorders. But unlike ordinary recorders, the LOGOSCREEN 500 cf does not need any chart paper for recording. Measurement data are stored electronically, and are available for evaluation on the spot as well as in the PC. The integrated life-cycle data management ensures fast traceability of process data referred to specific installations. According to choice, the LOGOSCREEN 500 cf can be fitted with 3 or 6 electrically isolated measurement inputs. The recorder can be programmed from eight keys, or by using a PC via a CompactFlash card or a serial interface. The bezel size is 144 mm x 144 mm, depth behind panel 214 mm.



Type 706510/...

Block structure

3/6 analog inputs

Thermocouples
 Resistance thermometer
 Voltage
 Current
 (the inputs are electrically isolated from one another)

Features

5" STN color screen
 320 x 240 pixel, 27 colors
 CompactFlash card
 ≤ 2GB, for transferring
 measurements and
 configuring the paperless
 recorder
 CPU card
 with main memory and
 measurement data
 memory (FLASH memory)
 for approx. 350,000
 measurements

JUMO LOGOSCREEN 500 cf

Power supply

110 – 240 V AC or
 20 – 53 V AC/DC
 I/O card (extra code)
 4 binary inputs
 graphically displayed
 3 relays
 changeover (SPDT)
 250 V 3 A
 RS232 and RS485
 interface
 for process and
 configuration data

Software (accessory)

Setup program
 for configuration
 Evaluation software
 for representation and
 evaluation of
 measurement data
 Communication software
 for automatic data readout
 (also via modem)

Key features

- Measurement data presented numerically as vertical diagrams (with scaling, numerical display, or as a bar graph)
- Presentation of event traces such as "Binary inputs"
- On-site availability of measurements in the FLASH memory
- Measurement data are retained, even after a power interruption
- Saving of data sets on the CompactFlash card
- Instrument configuration through the keys or the setup program (CompactFlash card or serial interface)
- Evaluation of archived data with PC evaluation program
- Search function for history analysis
- Adaptation of the memory cycles to the specific process, using normal, event and time-of-day triggering
- Freely configurable inputs
- Internal sampling rate 250 msec for 3 or 6 analog inputs, minimum storage cycle 1 sec
- Counters and integrators (6 channels)
- Math and logic module (6 channels)

07.06/00467412

Technical data

Analog inputs

Input for DC voltage, DC current

Basic range	Accuracy	Input resistance
-20 to +70mV	±80µV	$R_{in} \geq 1\text{ M}\Omega$
-3 to +105mV	±100µV	$R_{in} \geq 1\text{ M}\Omega$
-10 to +210mV	±240µV	$R_{in} \geq 1\text{ M}\Omega$
-0.5 to +12V	±8mV	$R_{in} \geq 470\text{ k}\Omega$
-0.05 to +1.2V	±1mV	$R_{in} \geq 470\text{ k}\Omega$
-1.2 to +1.2V	±2mV	$R_{in} \geq 470\text{ k}\Omega$
-10 to +12V	±12mV	$R_{in} \geq 470\text{ k}\Omega$
Shortest span	5mV	
Range start/end	freely programmable within the limits in 0.01 mV steps	
-2 to +22mA	±20µA	burden voltage ≤ 1V
-22 to +22mA	±44µA	burden voltage ≤ 1V
Shortest span	0.5mA	
Range start/end	freely programmable within the limits in 0.01 mA steps	
Overrange / underrange	according to NAMUR NE 43	
Sampling cycle	3 or 6 channels 250msec	
Input filter	2nd order digital filter; filter constant adjustable from 0 to 10.0sec	
Test voltage for electrical isolation	350V (via optocoupler)	
Resolution	> 14 bit	

Thermocouple

Designation	Type	Standard	Meas. range	Accuracy ¹
Fe-Con	L	DIN 43 710	-200 to +900°C	±0.1%
Fe-Con	J	EN 60 584	-210 to +1200°C	±0.1% from -100°C
Cu-Con	U	DIN 43 710	-200 to +600°C	±0.1% from -150°C
Cu-Con	T	EN 60 584	-270 to +400°C	±0.15% from -150°C
NiCr-Ni	K	EN 60 584	-270 to +1372°C	±0.1% from -80°C
NiCr-Con	E	EN 60 584	-270 to +1000°C	±0.1% from -80°C
NiCrSi-NiSi	N	EN 60 584	-270 to +1300°C	±0.1% from -80°C
Pt10Rh-Pt	S	EN 60 584	-50 to +1768°C	±0.15% from 0°C
Pt13Rh-Pt	R	EN 60 584	-50 to +1768°C	±0.15% from 0°C
Pt30Rh-Pt6Rh	B	EN 60 584	0 to 1820°C	±0.15% from 400°C
W3Re/W25Re	D		0 to 2400°C	±0.15% from 500°C
W5Re/W26Re	C		0 to 2320°C	±0.15% from 500°C
Chromel-Copel		GOST R 8.585-2001	-200 to +800°C	±0.1%
Shortest span	Type L, J, U, T, K, E, N, chromel-copel: Type S, R, B, D, C:		100°C 500°C	
Range start/end	freely programmable within the limits, in 0.1 °C steps			
Cold junction	Pt100 internal or thermostat external constant			
Cold junction accuracy (internal)	± 1°C			
Cold junction temperature (external)	-50 to +150°C, adjustable			
Sampling cycle	3 or 6 channels, 250msec			
Input filter	2nd order digital filter; filter constant adjustable from 0 to 10.0sec			
Test voltage for electrical isolation	350V (via optocoupler)			
Resolution	> 14 bit			
Special features	also programmable in °F			

¹ The accuracy refers to the maximum measuring range. The accuracy is reduced with short spans.

Resistance thermometers

Designation	Standard	Connection circuit	Meas. range	Accuracy	Measuring current
Pt100	EN 60 751 (TC = $3.85 \cdot 10^{-2} 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Pt100	JIS 1604 (TC = $3.917 \cdot 10^{-2} 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Pt100	GOST 6051-04 A.1 (TC = $3.91 \cdot 10^{-2} 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Ni100	DIN 43 760 (TC = $6.18 \cdot 10^{-2} 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-60 to +180°C	±0.4°C	500µA
		4-wire	-60 to +180°C	±0.4°C	500µA
Pt500	EN 60 751 (TC = $3.85 \cdot 10^{-2} 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	250µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	250µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Pt1000	EN 60 751 (TC = $3.85 \cdot 10^{-2} 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Pt50		2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +1100°C	±0.9°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +1100°C	±0.6°C	250µA
Cu 50	(TC = $4.26 \cdot 10^{-2} 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-50 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-50 to +200°C	±0.9°C	250µA
		4-wire	-50 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-50 to +200°C	±0.6°C	250µA
Cu100	GOST 6051-04 A.4 (TC = $4.26 \cdot 10^{-2} 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-50 to +200°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-50 to +200°C	±0.5°C	500µA
Connection circuit	2-, 3-, or 4-wire circuit				
Shortest span	15°C				
Sensor load resistance	max. 30Ω per conductor for 3-wire/4-wire circuit max. 10Ω per conductor for 2-wire circuit				
Range start/end	freely programmable within the limits in 0.1°C steps				
Sampling cycle	3 or 6 channels, 250msec				
Input filter	2nd order digital filter; filter constant adjustable from 0 to 10sec				
Test voltage for electrical isolation	350V (via optocoupler)				
Resolution	> 14 bit				

Transducer short circuit/break

	Short circuit ¹	Break ¹
Thermocouple	not detected	detected
Resistance thermometers	detected	detected
Voltage ≤ 210mV	not detected	detected
Voltage > 210mV	not detected	not detected
Current	not detected	not detected

¹ Programmable reaction of device, e.g. trigger an alarm

Binary inputs (extra code)

Quantity	4, to DIN 19 240; 1Hz max., 32V max.
Level	logic "0": -3 to +5V, logic "1": 12 – 30V
Sampling cycle (binary inputs, without counter function)	1 sec
Count frequency (binary inputs, with counter function)	30Hz max.
Auxiliary voltage (output)	24V ±10%, 50mA (short-circuit proof)

Resistance thermometers

Designation	Standard	Connection circuit	Meas. range	Accuracy	Measuring current
Pt100	EN 60 751 (TC = $3.85 \cdot 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Pt100	JIS 1604 (TC = $3.917 \cdot 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +650°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +650°C	±0.5°C	250µA
Pt100	GOST 6651-04 A.1 (TC = $3.91 \cdot 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Ni100	DIN 43 760 (TC = $6.18 \cdot 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-60 to +180°C	±0.4°C	500µA
		4-wire	-60 to +180°C	±0.4°C	500µA
Pt500	EN 60 751 (TC = $3.85 \cdot 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	250µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	250µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Pt1000	EN 60 751 (TC = $3.85 \cdot 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +850°C	±0.8°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +850°C	±0.5°C	250µA
Pt50		2/3-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-200 to +1100°C	±0.9°C	250µA
		4-wire	-200 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-200 to +1100°C	±0.6°C	250µA
Cu 50	(TC = $4.26 \cdot 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-50 to +100°C	±0.5°C	500µA
		2/3-wire	-50 to +200°C	±0.9°C	250µA
		4-wire	-50 to +100°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-50 to +200°C	±0.6°C	250µA
Cu100	GOST 6651-04 A.4 (TC = $4.26 \cdot 10^{-2} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)	2/3-wire	-50 to +200°C	±0.5°C	500µA
		4-wire	-50 to +200°C	±0.5°C	500µA
Connection circuit	2-, 3-, or 4-wire circuit				
Shortest span	15°C				
Sensor load resistance	max. 30Ω per conductor for 3-wire/4-wire circuit max. 10Ω per conductor for 2-wire circuit				
Range start/end	freely programmable within the limits in 0.1°C steps				
Sampling cycle	3 or 6 channels, 250msoc				
Input filter	2nd order digital filter; filter constant adjustable from 0 to 10sac				
Test voltage for electrical isolation	350V (via optocoupler)				
Resolution	> 14 bit				

Transducer short circuit/break

	Short circuit ¹	Break ¹
Thermocouple	not detected	detected
Resistance thermometers	detected	detected
Voltage ≤ 210mV	not detected	detected
Voltage > 210mV	not detected	not detected
Current	not detected	not detected

¹ Programmable reaction of device, e.g. trigger an alarm

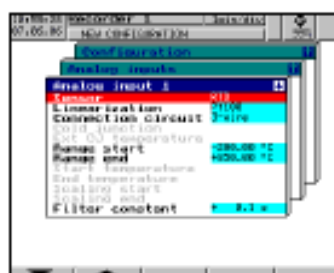
Binary inputs (extra code)

Quantity	4, to DIN 19 240; 1Hz max., 32V max.
Level	logic "0": -3 to +5V, logic "1": 12 — 30V
Sampling cycle (binary inputs, without counter function)	1 sac
Count frequency (binary inputs, with counter function)	30Hz max.
Auxiliary voltage (output)	24V ±10%, 50mA (short-circuit proof)

Operation and configuration

On the recorder

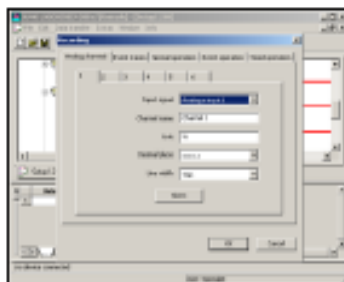
Configuration is menu-led, using 8 keys. Three of these have fixed functions assigned (Enter, Menu, Exit), and five alter their function and visual representation according to the menu. The currently active functions are shown on the bottom edge of the screen, so that key functions are always unambiguous during use.



The configuration on the recorder is protected from unauthorized access by a code number.

Via setup program for PC (accessory)

Instrument configuration via the setup program for the PC is more convenient than using the keys on the instrument itself.



The configuration data can be created on a data medium (CompactFlash card) and read into the recorder, or transferred to the instrument via a serial interface. The PC can be used to output the settings to a printer.

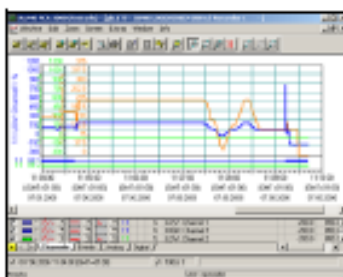
Operating language

The operating language for the instrument can be configured in various languages. English, German, French, Dutch, Spanish, Italian, Hungarian, Czech, Swedish, Polish, Danish, Finnish, Portuguese and Russian have been implemented.

Others on request.

Evaluation program

The PC evaluation program (PCA3000) is a program that runs under Windows NT/2000/XP, and is used to manage, archive, visualize and evaluate the recorder data that have been stored on a CompactFlash card.



- The data from the LOGOSCREEN 500 of are read in by the evaluation program and saved in an archive file. The lifecycle data management ensures that, if needed, all the data throughout the lifetime of a system can be saved in an archive file. Changes to the configuration are shown separately, together with the corresponding measurement data.
- The user can gain access at any time to certain data sets (configuration), which can be distinguished by supplementary information. In addition, it is possible to restrict the time periods to be evaluated.
- Any analog channels or event traces of a paperless recorder can subsequently be combined into PCA groups in PCA3000.
- Since each group is displayed in a separate window, several groups can be shown simultaneously on the screen and compared.
- Operation by mouse or keys.
- The export filter makes it possible to export the stored data for processing in another program (e.g. Excel).
- The PCA3000 evaluation program supports network capability, i. e. several users can obtain data from the same database in the network, independently of one another.

PCA communications software (PCC)

- The data can be read out from the paperless recorder via the serial interface (RS232/RS485) on the back, or via the setup interface on the front. The data can be read out manually or automatically (e.g. daily at 23.00 hrs).
- Data can also be retrieved via remote control, through a modem.

Interface

- The current process data, configuration data and special instrument data can be read out via the RS232 and RS485 interface (available with extra code) or through the setup interface that is fitted as standard.

The archive data (FLASH memory) can also be read out, in conjunction with the PCC software.

A maximum cable length of 15 m is permitted when using the RS232 interface. For the RS485 interface, a maximum cable length of 1.2 km is permitted.

Connection is by a 9-pin SUB-D connector at the back of the instrument (for the RS232/RS485) or at the front (for the setup interface).

Modbus and Jbus protocols are available, and the transmission mode used is RTU (Remote Terminal Unit).

- The changeover between the RS232 and the RS485 interface is made through the programming (configuration).

Extra codes

Counters/integrators/operating time counters

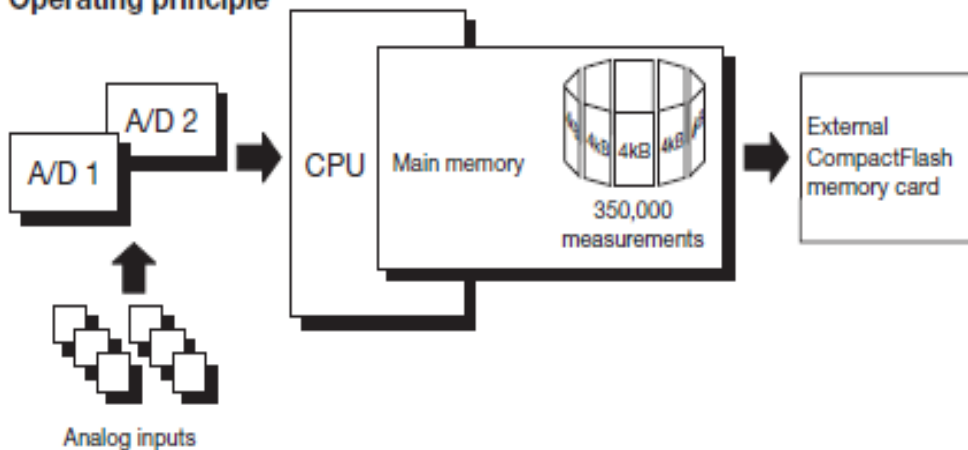
6 additional internal channels are available for use as counters, integrators or operating time counters. These counters are controlled through the binary inputs, the alarms, or via the logic channels. The numerical indication is shown in a separate window, with a maximum of 9 figures. The acquisition period can be selected as: periodic, daily, weekly, monthly, yearly as well as externally, total (overall count) or daily from ... to.

Channel	Value
Counter [In1] Channel 1	+34
Counter [In2] Channel 2	+1
Integ. Channel 3	+1408
Logic Channel 4	+4666
Pump 1 Fresh water	+138
Pump 2 Fresh water	+133

Math/logic module

The module for math and logic (only configurable via the setup software) enables, for instance, the combination of analog channels with one another, with counters and/or with the binary inputs. The operators available for formulae are: +, -, *, /, (,), SQRT(), MIN(), MAX(), SIN(), COS(), TAN(), ^, EXP(), ABS(), INT(), FRC(), LOG(), LN(), humidity, moving average or !, &, |, ^, as well as { and }.

Operating principle



Data processing

The measurements from the analog inputs are acquired continuously in a 250 msec sampling cycle. These measurements also serve as the basis for limit monitoring. The measurements are transferred to the main memory of the instrument, according to the configurable storage cycle and stored value (average, momentary value, maximum, minimum, or peak value).

Main memory (FLASH memory)

The data stored in the main memory are regularly copied to the Compact Flash card in 4 kbyte blocks. The main memory is written to as a ring memory, i.e. when it is full, the oldest data will automatically be overwritten by new data. The memory capacity is sufficient for approx. 350,000 measurements.

The instrument monitors the capacity of the main memory and activates the "Memory alarm (internal)" signal if the level falls below a configurable residual capacity.

CompactFlash card

For saving the data, CompactFlash cards (industrial grade) can be used with the following storage capacities: ≤ 2GB. The instrument monitors the capacity of the CompactFlash card, and activates the "Memory alarm (CF card)" signal if the level falls below a configurable residual capacity. This signals can be used, for instance, to operate a relay (warning signal "Swap CF card").

Data security

The data are stored in coded form in a proprietary format. If the CompactFlash card is removed from the instrument, no data will be lost immediately, as these data are still stored in the FLASH memory.

A loss of data will only occur if, after the CompactFlash card has been removed, the FLASH memory is completely rewritten as well.

Response to disconnection of the instrument from the electrical supply

- Configuration and measurement data will be retained, even after the paperless recorder has been disconnected from the electrical supply.
- When the lithium battery, supplied ex-factory, is exhausted (≥ 10 years) or the storage capacitor (available on request) is discharged (typically 2 weeks), all measurements that have not yet been saved on a CompactFlash card, as well as the time, will be lost.

Recording duration

Depending on the configuration of the instrument, the duration of the recording can vary over a considerable range (from a few days up to several months).

Limit monitoring/ operating mode changeover

An over/underlimit condition will trigger an alarm. The alarm can be output through a relay or used as a control signal for changing over the operating mode from normal/timed operation to event operation. The storage cycle and stored value can be configured separately for all three operating modes. With the help of the alarm delay function, brief occurrences of over/underlimit conditions can be filtered out, with the result that no alarm is generated.

Normal operation

If the instrument is not in event operation and not in timed operation, then normal operation is active by default.

Event operation

Event operation is activated/terminated by a control signal (binary input, combination alarm). As long as this control signal is active, the instrument is in event operation.

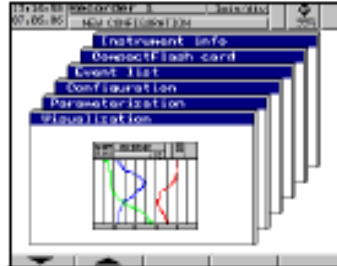
Timed operation

Timed operation is active on a daily basis within a programmable time period. The operating modes have different priorities.

Operating mode	Priority
Event operation	1 (higher)
Timed operation	2
Normal operation	3 (lower)

Presentation modes on the instrument

Main menu



- Branching into the menus (levels)
 - visualization
 - parameterization
 - configuration
 - event list
 - CF card manager
 - device info

Visualization



- Analog channels and event traces
- In addition to the curves, measurements can be made visible in numerical form, with scaling or as a bar graphs.
- Softkeys can be made visible or hidden.

Visualization



- Graphical presentation of the analog channels (without event traces)
- Display of scaling and limit markers for the channels

Visualization



- Display mode "Measurements" (numerical display)

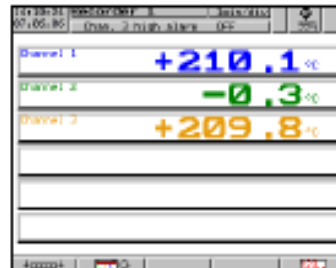


- Display mode "Scaling" including limit markers



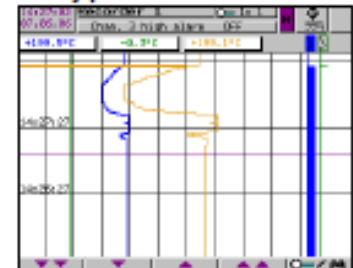
- Display mode "Bar graph" including limit markers

Visualization



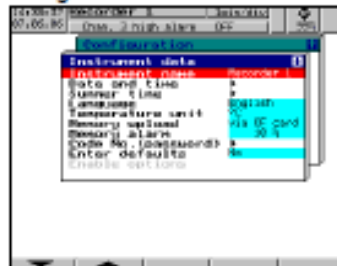
- The graphical presentation can be switched off in favor of a larger numerical display.

History presentation



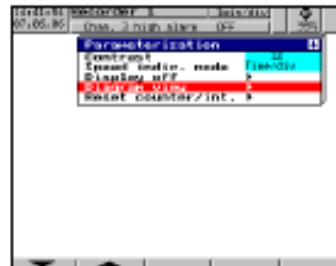
- All stored measurement data are shown as curves at different zoom levels.
- Numerical display of the measurements for the analog channels at the cursor position.
- Shifting of the visible section within the stored measurement data.
- When recorded as an envelope: the maximum or minimum value display can be changed within the channel line.

Configuration



- Configuration from instrument keys
- Password-protected
- Configuration can be transferred to CF card
- Configuration data can be read/altored through the setup program

Parameterization



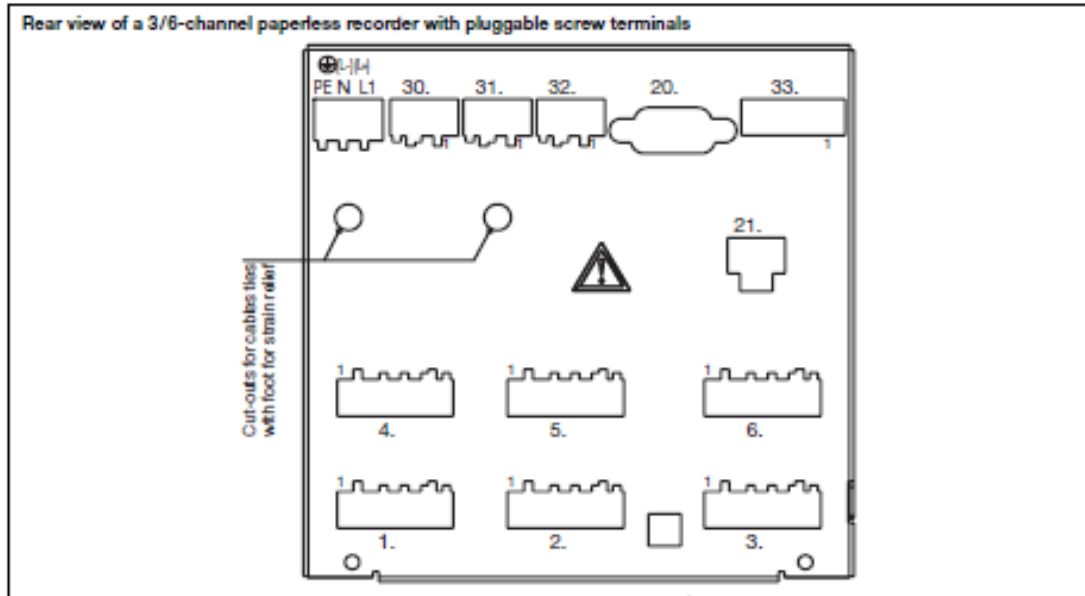
- General settings without password
- Selection of the presentation mode, such as: analog data and/or event traces with/without channel line

Event list


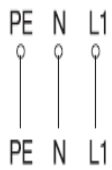
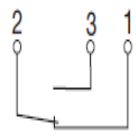
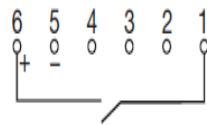
Time	Date	Channel	Alarm Type	Status
07.06.08	14:27:15	Chan. 2	high alarm	Off
07.06.08	14:27:18	Chan. 2	low alarm	Off
07.06.08	14:27:17	Chan. 2	high alarm	On
07.06.08	14:27:20	Chan. 2	low alarm	On
07.06.08	14:27:21	POWER	On	
07.06.08	14:27:23	POWER	Off	
07.06.08	14:28:52	Chan. 2	high alarm	Off
07.06.08	14:29:07	Chan. 2	low alarm	Off
07.06.08	14:29:26	Chan. 2	high alarm	On
07.06.08	14:29:46	Chan. 2	low alarm	On
07.06.08	14:30:51	POWER	On	
07.06.08	14:30:52	POWER	Off	
07.06.08	14:33:34	Chan. 2	high alarm	Off
07.06.08	14:33:56	Chan. 2	low alarm	Off
07.06.08	14:34:58	Chan. 2	high alarm	On
07.06.08	14:35:50	Chan. 2	low alarm	On

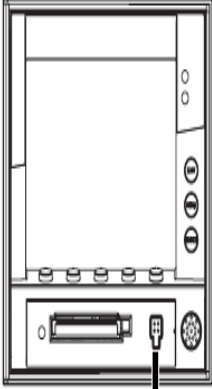
- Important events in plain text (alarm messages, external texts or system messages)

Connection diagram

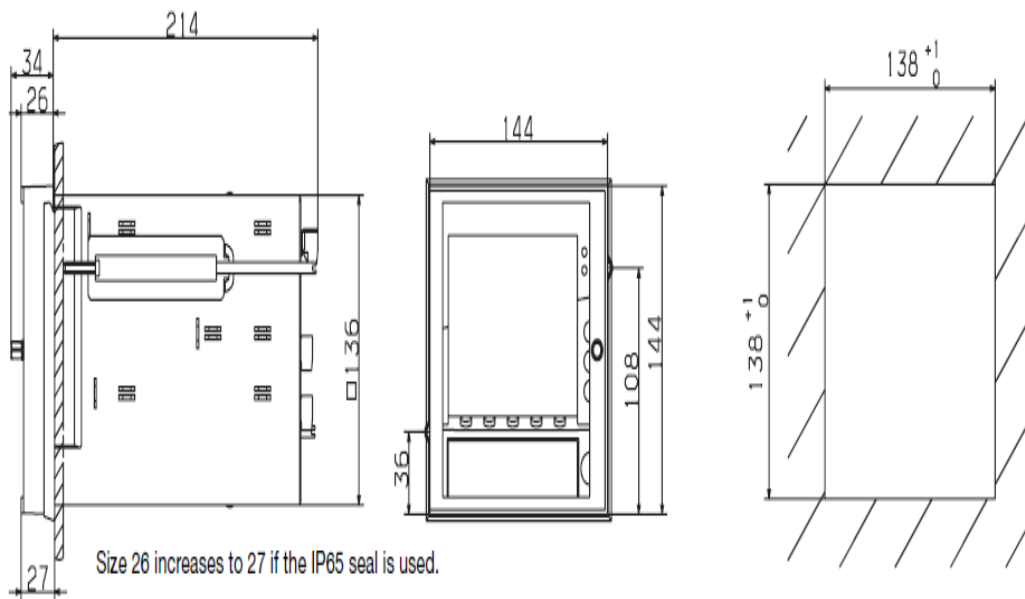


Terminal assignments for 3/6-channel paperless recorder		Diagram
Analog inputs	Connector	
Thermocouple	1 to 6	
Resistance thermometer in 2-wire circuit	1 to 6	
Resistance thermometer in 3-wire circuit	1 to 6	
Resistance thermometer in 4-wire circuit	1 to 6	
Voltage input < 210mV	1 to 6	
Voltage input > 210mV	1 to 6	
Current input	1 to 6	

Supply		
Supply	PE  N (L-) L1 (L+)	
Relay outputs (extra code)		
Relays K1, K2, K3 changeover (SPDT)	30, 31, 32	
Interfaces (extra code)		
RS232C 9-pole SUB-D socket (switchable to RS485)	20	2 RxD Received Data 3 TxD Transmitted Data 5 GND Ground
RS485 9-pole SUB-D socket (switchable to RS232)	20	3 TxD+/RxD+ Transmitted/Received Data + 5 GND Ground 8 TxD-/RxD- Transmitted/Received Data -
Ethernet (under development) RJ45 socket (extra code)	21	1 TX+ Transmitted Data + 2 TX- Transmitted Data - 3 RX+ Received Data + 6 RX- Received Data -
Binary inputs (extra code)		
Supply voltage 24V/50mA Binary inputs voltage-controlled LOW = -3 to +5V DC HIGH = 12 to 30V DC	33 6 +24V auxiliary supply 5 GND 4 binary input 1 3 binary input 2 2 binary input 3 1 binary input 4	 Example: binary input 4, operated from the internal supply voltage

Setup interface (included in delivery)		
<p>The setup interface can be found behind a protective flap on the front of the instrument.</p>		 <p>Setup interface</p>

Dimensions



Order details

Entry-level Paperless Recorder with CompactFlash card as storage medium and life-cycle data management

(1) Basic version	
708510/14	Paperless recorder with 3 analog inputs
708510/24	Paperless recorder with 3 analog inputs incl. setup and PC evaluation program (PCA3000)
708510/15	Paperless recorder with 6 analog inputs
708510/25	Paperless recorder with 6 analog inputs incl. setup and PC evaluation program (PCA3000)
(2) Supply voltage	
X X X X 22	20 – 83V AC/DC, 48 – 63Hz
X X X X 23	110 – 240V AC +10/-15%, 48 – 63Hz
(3) Extra codes	
X X X X 008	Ethernet interface (under development)
X X X X 020	Lithium battery for memory buffering (ex-factory)
X X X X 021	Storage capacitor (instead of extra code 020)
X X X X 200	Integrators and counters, as well as math and logic module (the math and logic module can only be configured through the setup program).
X X X X 201	4 binary inputs, 3 relay outputs, serial interface RS232/RS485 (Modbus, Jbus)
X X X X 205	Door with lock (IP54)
X X X X 206	IP65 seal, wide mounting brackets
X X X X 350	Universal carrying case TG-35

Order code (1) (2) (3) , ...¹
 Order example 708510/14 - 23 / 020

¹ List extra codes in sequence, separated by commas.

Standard accessories

- 1 Operating Manual B 70.8510.0
- 2 mounting brackets
- Cable tie with foot (can be released), for strain relief of the connecting cables to the sensors

Accessories (Data Sheet 70.9700)

	Sales No.
- Setup program, multilingual	70/00407262
- PC evaluation software (PCA3000), multilingual	70/00431882
- PCA communications software (PCC), multilingual	70/00431879
- PC interface with TTL/RS232 converter and adaptor (socket)	70/00350260
- PC interface with USB/TTL converter, adaptor (socket) and adaptor (plug)	70/00456352
- It is only possible to enable extra code 200 (configuration of the math and logic module) by using the setup program	70/00303217

Universal carrying case TG-35



- for the installation of a paperless recorder with bezel size 144 mm x 144 mm
- 326 mm x 227 mm x 306 mm (W x H x D)
Cut-out: 138 mm x 138 mm
- The paperless recorder is accessible from the back

ANEXO 2

Secador Piovan DS 531.



TAB.A

4. DATOS TÉCNICOS		
POTENCIA SOPLADOR PROCESO	kW	15,3+15,3+ 15,3
POTENCIA CALDEO (PROCESO A)	KW	160
POTENCIA SOPLADOR REGENERACIÓN	kW	4.8
POTENCIA CALDEO REGENERACIÓN	kW	34.2
POTENCIA TOTAL INSTALADA	kW	245
CAUDAL AGUA REFRIGERACIÓN	l/min.	150
PRESIÓN AGUA REFRIGERACIÓN	bar	Max. 8
*** CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN	kcal/h	81.000
NIVEL ACÚSTICO	dB(A)	82
AIRE COMPRIMIDO	nl/h	10 - (7 bar)
PESO	Kg	2800

***= Valores máx considerando que la temperatura del agua que entra es a 15°C y el aire de retorno proceso a 110°C.

ANEXO 3

Registrador de Potencia FLUKE 1735.



Especificaciones General

Pantalla:	Pantalla VGA transmisiva en color de 320 x 240 píxeles, retro iluminación adicional y contraste ajustable; texto y gráficos en color
Calidad:	Desarrollado, diseñado y fabricado según la norma DIN ISO 9001
Memoria:	Memoria Flash de 4 MB, 3,5 MB para medir datos
Interfaz:	Conector RS-232 SUB-D; 115.200 baudios, 8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada, actualizaciones de firmware posibles a través de la interfaz RS-232 (cable de extensión de 9 patillas)
Velocidad de muestreo:	10,24 kHz
Frecuencia de línea:	50 Hz o 60 Hz, seleccionable por el usuario, con sincronización automática
Alimentación eléctrica:	Juego de baterías NiMH con adaptador de CA (de 15 V a 20 V/0,8 A)
Tiempo de funcionamiento con batería:	Normalmente > 12 horas sin usar la retroiluminación y > 6 horas con uso elevado de la retroiluminación

Dimensiones: 240 mm x 180 mm x 110 mm

Peso: 1,7 kg, baterías incluidas

Condiciones ambiente

Rango de temperatura de funcionamiento: De -10 °C a +50 °C

Rango de temperaturas de almacenamiento: De -20 °C a +60 °C

Rango de temperaturas de trabajo: De 0 °C a +40 °C

Rango de temperatura de referencia: 23 °C ± 2 °C

Nota: Los términos anteriores están definidos en las normas europeas. Para calcular la especificación en cualquier punto del rango de temperaturas, utilice el coeficiente térmico siguiente.

Coeficiente térmico: ± 0,1% del valor medido por °C de la referencia

Error intrínseco: Se refiere a la temperatura de referencia, se garantiza una desviación máxima durante dos años

Error de funcionamiento: Se refiere al rango de temperatura de trabajo, se garantiza una desviación máxima durante dos años

Clase climática: C1 (IEC 654-1) de -5 °C a +45 °C, de 5% a 95% HR, sin condensación

Carcasa: Termoplástica de cycloy resistente a impactos y rayaduras, de tipo V0 (no inflamable) con funda protectora de goma

EMC

Emisiones: IEC/EN 61326-1:1997 clase B

Inmunidad: IEC/EN 61326-1:1997

Seguridad

Seguridad: IEC 61010-1 600 V CAT III, aislamiento doble o reforzado, grado 2 de contaminación

Protección: IP65; EN60529 (sólo la carcasa principal sin el compartimento de las baterías)

Los valores RMS se miden con una resolución de 20 ms.

Medida de Vrms en estrella

Rango de medida: 57 V/66 V/110 V/120 V/127 V/220 V/230 V/240 V/260 V/277 V/347 V/380 V/400 V/417 V/480 V CA

Error intrínseco: $\pm (0,2\% \text{ del valor medido} + 5 \text{ dígitos})$

Error de funcionamiento: $\pm (0,5\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

Resolución: 0,1 V

Medida de Vrms delta

Rango de medida: 100 V/115 V/190 V/208 V/220 V/380 V/400 V/415 V/450 V/480 V/600 V/660 V/690 V/720 V/830 V CA

Error intrínseco: $\pm (0,2\% \text{ del valor medido} + 5 \text{ dígitos})$

Error de funcionamiento: $\pm (0,5\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

Resolución: 0,1 V

Medida de intensidad (valor eficaz)

Rangos de FlexiSet I: 15 A/150 A/3000 A (valor eficaz, sinusoidal)

Rangos de pinza amperimétrica: 1 A/10 A

Resolución: 0,01 A

Rangos 150 A/3000 A y 1 A/10 A

Error intrínseco: $\pm (0,5\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

Error de funcionamiento: $\pm (1\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

Rangos 15 A

Error intrínseco: $\pm (0,5\% \text{ del valor medido} + 20 \text{ dígitos})$

Error de funcionamiento: $\pm (1\% \text{ del valor medido} + 20 \text{ dígitos})$

No se consideran los errores de las sondas de corriente.

Con FlexiSet

Error de medida de FlexiSet: $\pm (2\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

Influencia de la posición: $\pm (3\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

CF (habitual): 2,83

Nota: Si utiliza FlexiSet, asegúrese de colocar el conductor en dirección opuesta al bloqueo de FlexiSet

Medida de potencia (P - activa, S - aparente, Q - reactiva, D - Distorsión)

Rango de medida: Consulte los rangos de medida de tensión e intensidad (valor eficaz)

Los errores de alimentación se calculan añadiendo los errores de tensión y corriente

Error adicional debido a factor de potencia (PF)

Error especificado $\times (1 - [\text{PF}])$

El rango máximo con una conexión en triángulo de rango de tensión de 830 V y un rango de corriente de 3000 A es de 2,490 MW, es posible que aparezcan valores superiores si se utilizan PT y CT con función de relación

Error intrínseco: $\pm (0,7\% \text{ del valor mostrado} + 15 \text{ dígitos})$

Resolución: 1 kW

Error de funcionamiento: $\pm (1,5\% \text{ del valor medido} + 20 \text{ dígitos})$

Rango habitual con conexión en estrella de 230 V de rango de tensión y rango de corriente de 34,50 KW.

Error intrínseco: $\pm (0,7\% \text{ del valor mostrado} + 15 \text{ dígitos})$

Resolución: De 1 W a 10 W

Error de funcionamiento: $\pm (1,5\% \text{ del valor medido} + 20 \text{ dígitos})$

Los errores de los sensores de corriente no se han tenido en consideración.

Medida de energía (kWh, KVAh, kVARh)

Error intrínseco: $\pm (0,7\% \text{ del valor medido} + \text{error de variación } F^* + 15 \text{ dígitos})$

Resolución: De 1 W a 10 W

Error de funcionamiento: $\pm (1,5\% \text{ del valor medido} + \text{error de variación } F^* + 20 \text{ dígitos})$

*Error de variación de frecuencia

PF (Factor de potencia)

Rango: De 0,000 a 1,000

Resolución: 0,001

Precisión $\pm 1\%$ del valor máximo de la escala

Medida de la frecuencia

Rango de medida: De 46 Hz a 54 Hz y de 56 Hz a 64 Hz

Error intrínseco: $\pm (0,2\% \text{ del valor medido} + 5 \text{ dígitos})$

Error de funcionamiento: $\pm (0,5\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

Resolución: 0,01 Hz

Armónicos

Rango de medida: Hasta el armónico 50° (< 50% de la tensión nominal)

Precisión

$V_m, I_m, THDV, THDI$: IEC 61000-4-7:2002, Clase II

$V_m \geq 3\% V_n$: $\pm 5\% V_m$

$V_m < 3\% V_{nom}$: $\pm 0,15\% V_{nom}$

$I_m \geq 10\% I_{nom}$: $\pm 5\% I_m$

$I_m < 10\% I_{nom}$:	$\pm 0,5\% I_{nom}$
THDV:	para una distorsión armónica total (THD) $< 3\% \pm 0,15\%$ en V_{nom} para una THD $\geq 3\% \pm 5\%$ en V_{nom}
Distorsión armónica total de corriente:	para una THD $< 10\% \pm 0,5\%$ en I_{nom} para una THD $\geq 10\% \pm 5\%$ en I_{nom}
Tensión nominal:	Rango de tensión nominal
Corriente nominal:	Rango de corriente nominal
	V_m e I_m son valores medidos de armónicos m

Eventos

Detección de fluctuaciones e interrupciones de tensión con una resolución de 10 ms y medida de errores del semiperíodo de la onda sinusoidal de valor eficaz.

Error intrínseco: $\pm (1\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

Error de funcionamiento: $\pm (2\% \text{ del valor medido} + 10 \text{ dígitos})$

Resolución: 0,1 V

ANEXO 4.

Sonda de Nivel Vega EL11



Datos técnicos

Rango de medición - Distancia	75 m
Rango de medición - Presión	-
Temperatura de proceso	-40 ... 200 °C
Presión de proceso	-1 ... 40 bar
Precisión	± 2 mm
Versión	Basic version for exchangeable cable ø 4, ø 6 PA coat. Basic version for exchangeable cable ø 6, ø11 PA coat., rod ø16 Varilla intercambiable ø 16 mm Cable intercambiable ø 2 mm con peso tensor Cable intercambiable ø 6 mm con peso tensor Exchangeable, PA-coated steel cable ø 6 mm with gravity weight Exchangeable, PA-coated steel cable ø 11 mm with gravity weight
Materiales, partes mojadas	316L Hastelloy C-22 Pa

Conexión en rosca	≥ G $\frac{3}{4}$, ≥ $\frac{3}{4}$ NPT
Conexión en brida	≥ DN25, ≥ 1"
Material de sellado	EPDM FKM FFKM
Material de la carcasa	Plástico Aluminio Acero inoxidable (fundición) Acero inoxidable (electropulido)
Tipo de protección	IP66/IP68 (0,2 bar) IP66/IP67 IP66/IP68 (1 bar)
Salida	Profibus PA Foundation Fieldbus Dos hilos 4 ... 20 mA/HART® Modbus Cuatro hilos 4 ... 20 mA/HART®
Temperatura ambiente	-40 ... 80 °C