

**ARIAN**

**BT400 :Controlador de Procesos para  
Tratamientos Térmicos**

**Manual de Instalación y Operación.**

---

**CONTROLES ARIAN S.A.  
Av. Vitacura 2824, Piso 3, Santiago, CHILE  
Fono/Fax 233-8032**

---

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCION.</b>	3
<b>1. DESCRIPCION DEL CONTROLADOR.</b>	
1.1 Descripción general.	3
1.2 Especificaciones técnicas.	4
<b>2. OPERACION.</b>	
2.1 Presentación	5
2.2 Instrucciones de operación.	6
2.2.1 Entrada a los menús de parámetros y programas.	6
2.2.2 Menús programas.	7
2.2.3 Menú general de batch ó tratamiento.	9
2.2.4 Menú de posicionamiento.	11
2.2.5 Menú de parámetros.	12
Menú de parámetros del primer mando.	13
Menú de parámetros del segundo mando.	14
Información sobre controles PID.	18
2.3 Menú de configuración	21
<b>3. INSTALACION.</b>	
3.1 Montaje en el panel.	27
3.2 Conexiones eléctricas.	27
 HOJA DE PROGRAMACION	 29
 <b>APENDICE A:</b> Conceptos básicos de control.	
 <b>APENDICE B:</b> Ajuste de controles PID.	
 <b>APENDICE C:</b> Salidas opcionales: 0-20mA, 4-20mA, 0-10V.	
 <b>APENDICE E:</b> Comunicaciones seriales RS485.	

## **INTRODUCCION.**

El presente manual está destinado al usuario y no contiene detalles técnicos de reparación del instrumento.

No es necesaria su lectura completa, sin embargo recomendamos una revisión general para enterarse de las capacidades del instrumento.

Si el usuario no está familiarizado ó tiene algunas dudas acerca de los términos técnicos o conceptos referidos, encontrará en el apéndice A un breve resumen tutorial sobre controladores PID y ON/OFF.

## **1 DESCRIPCION DEL CONTROLADOR**

### **1.1 DESCRIPCION GENERAL.**

El controlador ARIAN BT400 es un instrumento basado en microprocesador con lectura y programación digital orientado al control de procesos industriales que involucran un tratamiento térmico en tiempo.

El Controlador BT400 está diseñado para ser configurado según las necesidades del usuario. Normalmente los controladores se entregan configurados para la operación requerida, pero si se desea, lo puede reconfigurar el mismo usuario.

Su configuración y programación se efectúan por el teclado. El menú de configuración permite al ingeniero de planta seleccionar: El tipo de entrada, algoritmos de control, alarmas, tipo de salidas, acción a tomar en caso de ruptura de termocupla y las lecturas normalmente entregadas por el instrumento.

El menú de parámetros destinado al operador, contiene según la configuración preprogramada, las variables que el operador puede alterar ó manejar. El acceso a este menú se puede restringir si se desea.

La programación del instrumento es vía tres teclas frontales que permiten la selección y graduación de las variables programadas por el usuario. El instrumento dotado de memoria continua retiene la configuración y programación permanentemente.

Encapsulado en el formato din 1/8 (montaje para panel 96mm x 48mm) posee dos mandos de salida (relés o tiristores según pedido del usuario). El primer mando destinado normalmente a calentamiento, el segundo para enfriamiento ó alarma según se configure.

El instrumento, posee una fuente de alimentación "switchada" que permite un amplio rango de voltajes de entrada sin necesidad de ajuste a la vez que lo hacen más resistente a las transientes y fluctuaciones de voltaje en la red.

## 1.2 Especificaciones Técnicas BT400

Todas las alternativas de entradas, control y configuración son programables y están contenidas en el instrumento a menos que se indique explícitamente como opcional.

ENTRADA: 15 bit a/d, °C ó °F, CMRR 100 dB min., 400 VAC. min.  
Protección de ruptura de TC: Standard con acción prefijada y aviso.  
Termocuplas (100 ohm max.): J (-59, 760 ) °C  
K (-103, 1372 ) °C  
T (-86, 400 ) °C  
R ( 0, 1768 ) °C  
S ( 0, 1768 ) °C  
B ( 0, 1820 ) °C  
RTD: PT100 (-136, 450 ) °C  
Standard: 4...20 mA, 0...20 mA, 0...5 V, 1...5 V, 0...10 V  
Calibrable: 0...50 milivolts.

### ALGORITMOS:

Control mando 1: PID, P, On/Off, Comparador de Límite (LcP).  
Control mando 2: dP, dPID, dOn/Off, dLcP, On/Off, Contacto de límite, Comparador de límite y alarma de segmento prefijado.  
Tratamiento térmico: Se dispone de 4 menús distintos de 12 segmentos cada uno (hasta 9999 minutos max. cada segmento).  
Programación: Permite restringir el acceso a algunos menús.  
Rutina de autodiagnóstico y supervisión.  
Retención: 10 años, EEPROM.  
Lectura: Dos Displays de 4 dígitos para variables seleccionadas por el usuario.

### SALIDAS:

2 mandos relés 250VAC/ 3A.  
Análoga: 0...20mA, 4...20mA, 0...10 V (opcional).  
Digital: RS485 (opcional).

### ALIMENTACION:

Fuente Switching modo corriente.  
Opción AC: 85...260 Vac, 6 W, 45...65 Hz.  
Opción DC: 20...50 Vdc, 6 W.

### CONSTRUCCION:

Aluminio y Plástico ABS; IP65  
Dimensiones Totales: DIN 1/8; 96 x 48 x 175 mm.  
Corte de panel: 92 x 45 mm.  
Peso: 300 gramos.  
Temperatura de operación: 0 - 50 °C.

## 2 OPERACION

### 2.1 PRESENTACION.

La ubicación de los botones e indicadores se pueden ver en la figura. El botón central [•] es el principal y sirve para seleccionar e ingresar los parámetros. Los botones laterales permiten aumentar o disminuir los valores seleccionados.

Los leds "OUT 1" y " OUT 2" reflejan el estado (activado o desactivado) de los relés de salida.

Al activar el instrumento aparece en la lectura el valor de la temperatura del sistema, pero puede ocurrir que no se haya conectado la termocupla en los terminales traseros y el instrumento entre en la rutina para protección de **ruptura de termocupla**. En este caso la lectura será el mensaje **"tc Er" intermitente** como aviso de alarma.

Activado el instrumento, entra inmediatamente al modo de operación, es decir a controlar el proceso con los valores que trae programados originalmente.

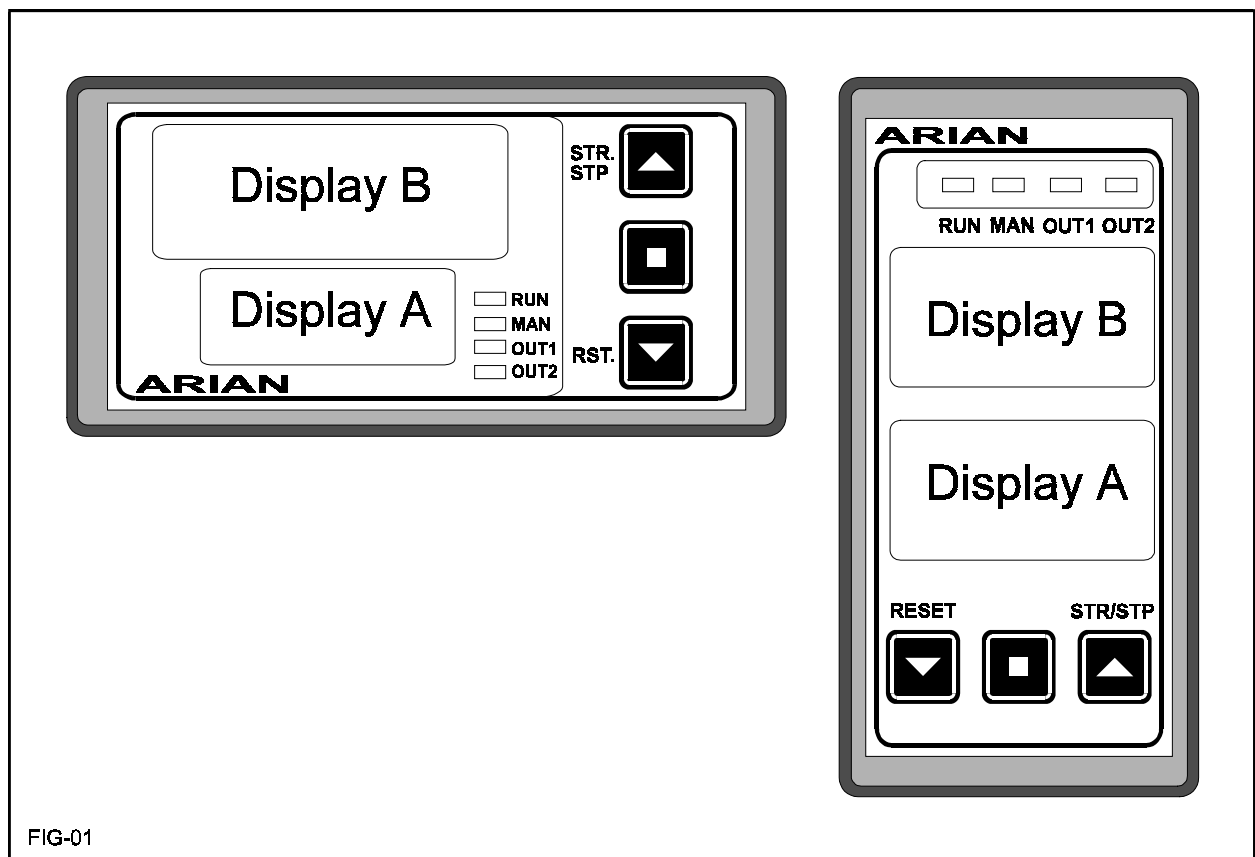


FIG-01

## 2.2 INSTRUCCIONES DE OPERACION

Una vez activado el instrumento, se puede **iniciar** el tratamiento térmico pulsando el botón "**strt/stp**" con lo que se encenderá la señal "RUN". Para **detenerlo momentáneamente**, se vuelve a pulsar el mismo botón (apagándose la señal) y para **continuar** en el mismo punto, se pulsa nuevamente. El botón "**reset**" **sirve para reinicializar el proceso sin terminarlo** y actúa sólo cuando el proceso está detenido.

Para evitar que el operador detenga el proceso, **es posible bloquear** desde el menú de parámetros el funcionamiento de estos botones mientras esté activo. De ser así los botones laterales no tienen efecto.

Al estar en modo RUN, ejecutándose un tratamiento se puede pulsar el botón del medio [•], manteniéndolo presionado aparece en el display superior "RR.SS" el **número de repeticiones** restantes del programa ( los dos dígitos a la izquierda) y el número de **segmento en curso** (los dos dígitos de la derecha). A la vez aparece en el display inferior el número de **minutos** transcurridos en el presente segmento del programa. Al soltar el botón, las lecturas retornan a lo establecido en el menú de configuración.

### 2.2.1 ENTRADA A MENUS DE PARAMETROS Y BATCH

Para tener acceso a los menús de parámetros y batch basta con pulsar el botón de selección de menú (botón del medio [•]) cuando el instrumento está detenido ( RUN apagada) , con lo que el instrumento preguntará a que menú se va a entrar mostrando en el display inferior (display A) el nombre del menú.

Si está **bloqueado el acceso** a los menús de parámetros y batch, el instrumento preguntará por una llave de acceso (colocará el mensaje "LLAV" en el display superior). La llave es el número "**1234**" que se debe colocar en el display inferior pulsando los botones laterales e inmediatamente pulsando nuevamente el botón central [•].

Ahora con los botones laterales se selecciona el menú y se ingresa a el apretando el botón del medio [•].

"P A r A"	menú de parámetros de control.
"r u n. "	menú de posicionamiento instantaneo en un punto del programa.
"b t c h "	menú general de batch.
"b A t. 1"	menú tratamiento térmico N 1.
"b A t. 2"	menú tratamiento térmico N 2.
"b A t. 3"	menú tratamiento térmico N 3.
"b A t. 4"	menú tratamiento térmico N 4.

El menú "P A r A" contiene los **parámetros** correspondientes al tipo de control configurado. Por ejemplo banda proporcional, etc. Las preguntas en este menú varían según el tipo de control designado a cada mando y serán descritas en detalle más adelante.

El menú "r u n." **permite modificar** el punto en donde continuará la ejecución del programa en curso o el punto donde empezará inicialmente. Las preguntas en este menú son: el número de **repeticiones** restantes o veces que se ejecutará el programa (incluyendo la presente), el número del **segmento** en que continuará y la posición dentro del segmento en forma de **minutos** desde su origen. Los datos colocados en este menú son de validez para el momento y no quedan en la memoria fija del instrumento (EEPROM).

El menú "b t c h " contiene los parámetros generales para la ejecución del programa, en el

se designa el menú de batch a ser ejecutado y su forma particular de ejecutarse.

Los menús "b A t. 1", "b A t. 2", "b A t. 3" y "b A t. 4" contienen los 4 programas distintos de tratamiento térmico que puede almacenar el instrumento. Cada uno puede tener hasta 12 segmentos.

A continuación se describe la forma de programar un tratamiento térmico en uno de estos cuatro menús, luego como prepararlo para ejecución en el menú "b A t h".

### 2.2.2 Menús de programas.

Al seleccionar y entrar en uno de los cuatro menús de batch disponibles ("b A t. 1", "b A t. 2", "b A t. 3" y "b A t. 4") es posible introducir la forma y tiempo del tratamiento térmico requerido.

Entrando al menú, se pregunta primero por la cantidad de segmentos que necesita el tratamiento (máximo 11), luego se preguntará alternadamente por una temperatura y un tiempo tantas veces como el número de segmentos introducido al principio.

Primero listaremos las preguntas que corresponden a estos menús y después por medio de un ejemplo quedará muy clara la forma de operación.

“n. S E G” Número total de segmentos en el menú de batch

“n. S E G” = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 }

“S P. 1” Temperatura inicial ó set point 1. Se ajusta en el rango [ -200, 3500 ]

“t i . 1” Tiempo desde el setpoint 1 hasta el setpoint 2 en minutos (llamese tiempo del segmento 1). Se ajusta en el rango [ 0, 9999 ] minutos

“S P. 2” Set point 2. Se ajusta en el rango [ -200, 3500 ]

“t i . 2” Tiempo desde el setpoint 2 hasta el setpoint 3 en minutos (llamese tiempo del segmento 2). Se ajusta en el rango [ 0, 9999 ] minutos

“S P. 3” Set point 3. Se ajusta en el rango [ -200, 3500 ]

“t i . 3” Tiempo desde el setpoint 3 hasta el setpoint 4 en minutos (llamese tiempo del segmento 3). Se ajusta en el rango [ 0, 9999 ] minutos

De esta misma forma se continua como máximo hasta :

“S P. 11” Set point 11. Se ajusta en el rango [ -200, 3500 ]

“t i . 11” Tiempo desde el setpoint 11 hasta el setpoint 12 (llámese tiempo del segmento 11). Se ajusta en el rango [ 0, 9999 ] minutos

“S P. 12” Set point 12. ó último set point.

Y finalmente se pregunta:

“Prog” {“No”, “Si”} Se pregunta si se desea o no programar el instrumento con los

valores introducidos. De otra forma los valores recién colocados se borran al salir del menú.

“SALI” {“No”, “Si”} Poner “Si” para salir o retornar al modo de operación. De otra forma se retorna al principio del menú.

Ejemplo :

Se desea un tratamiento en el que la temperatura parte de un valor cercano a la de ambiente (aproximadamente 25 grados) suba en 2 minutos a 80 grados , luego durante 2 min se mantenga en 80; luego suba a 100 en 4 min. y se mantenga durante 2 min. para luego subir a 160 manteniendose 4 min. y luego baje a 80 en 2 minutos para mantenerse indefinidamente en esta temperatura hasta la intervención del operador.

La secuencia que se debe programar es la siguiente:

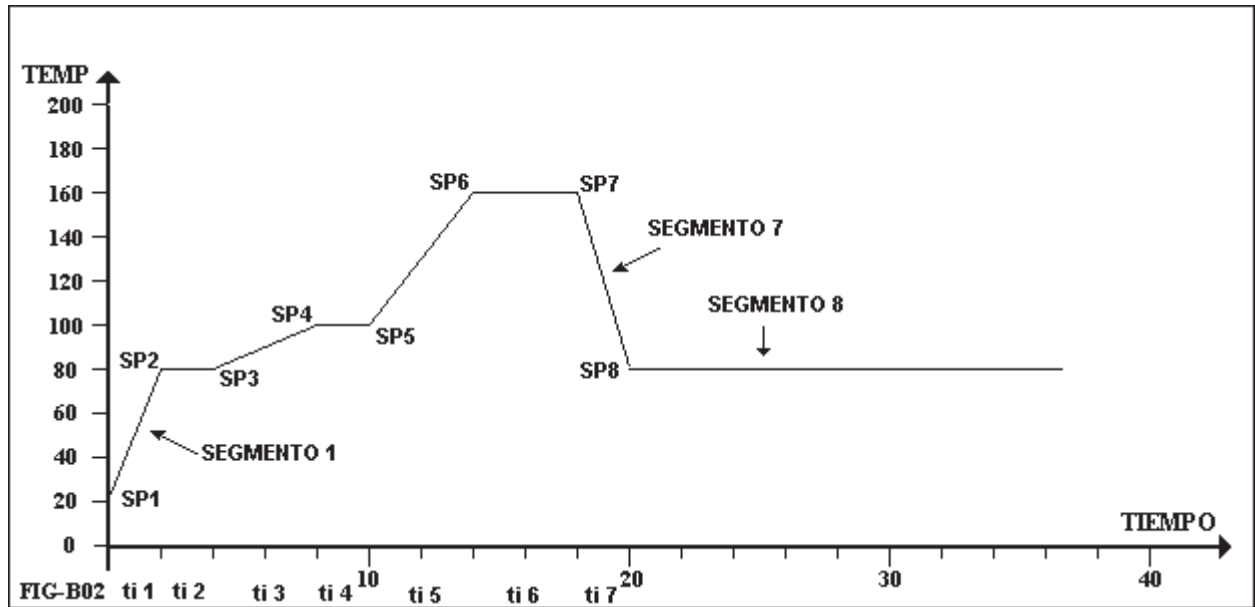
Tiempos:	2	2	4	2	4	4	2
Temp. :	25 -----	80 -----	80 -----	100 -----	100 -----	160 -----	160 ----- 80
Segmento:	1	2	3	4	5	6	7

Luego se requieren 6 segmentos para este tratamiento y la programación será:

“n. S E G”= 7  
 “S P. 1” = 25  
 “t i . 1” = 2  
 “S P. 2” = 80  
 “t i . 2” = 2  
 “S P. 3” = 80  
 “t i . 3” = 4  
 “S P. 4” = 100  
 “t i . 4” = 2  
 “S P. 5” = 100  
 “t i . 5” = 4  
 “S P. 6” = 160  
 “t i . 6” = 4  
 “S P. 7” = 160  
 “t i . 7” = 2  
 “S P. 8” = 80

En la figura aparece un gráfico del tratamiento térmico programado. Nótese que el segmento 8 no pertenece al tratamiento, al llegar a él la señal "RUN" se apaga para indicar que el proceso terminó. El controlador se mantendrá con el último set-point programado ( SP8) hasta que el operador presione el botón "reset", y en ese momento el control adoptará el set-point normal programado en el menú de parámetros, y retornará al segmento 0 en espera de un nuevo tratamiento.





### 2.2.3 Menú general de batch "b t c h"

Las preguntas de este menú permiten establecer algunas condiciones sobre el programa a ejecutarse.

Cuando se desee ejecutar un programa introducido como se mostró en el ejemplo "bAt.n" Se pregunta por el programa que será ejecutado al pulsar el botón de "start".  
{"b. 1", "b. 2", "b. 3", "b. 4"}

"n. r E P " Número de repeticiones.  
Pregunta por el número de veces que se repetirá el programa. Este parámetro permite ejecutar continuamente un mismo programa una cantidad determinada de veces con un máximo de 99.  
Si desea ejecutar una sola vez el programa, debe colocarse 1.

$$\text{"n. r E P"} = [1, \dots, 99]$$

"r. I n i " Inicio de la repetición.

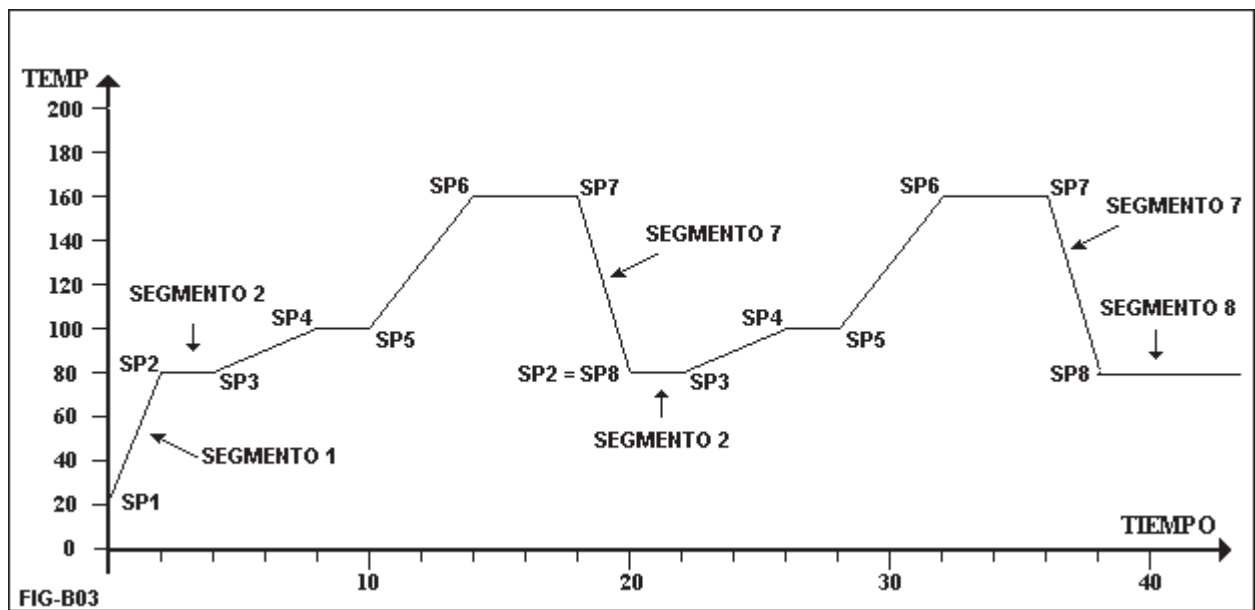
Al repetirse un programa este no necesariamente debe volver al principio.

Se puede hacer que ante repeticiones, el programa empiece en un segmento prefijado.

Si desea que el programa retorne al principio, debe colocar 1.

En la figura FIG-B03 se observa el mismo programa del ejemplo anterior pero ejecutado 2 veces ("n. r E P " = 2) y retornando al segmento 2 ("r. I n i " = 2).

$$\text{"r. I n i "} = [1, \dots, 11]$$



"b A n d"

Banda de temperatura de mantención. (Ramp and Soak hold band)

Existe la opción de detener el avance de tiempo del reloj interno del controlador cuando la temperatura se escape de una banda en grados centrada alrededor del set point en curso. Al darse esta condición el reloj se detiene y así el avance del programa, el setpoint no varía en espera a que la temperatura retorne a la banda. Por mientras para indicarse la condición de espera o "hold", el led de RUN prenderá en forma intermitente.

Si no desea que ocurra esta condición por muy alejada que esté la temperatura del set point, entonces debe programar este valor a su máximo posible (3500).

"b A n d" = [1, 3500] grados.

"S E G. o "

Alarma de número de segmento en el mando 2.

Por medio de esta opción es posible activar el relé del mando 2 mientras el programa esté en un segmento prefijado. Debe cuidarse que el mando 2 esté configurado como "n u L L" en el menú de configuración o si tiene alguna función, que sea compatible con el presente uso de alarma.

Al seleccionar "oFF" no se ejutará esta alarma. Si se selecciona la opción "0" el relé estará activo en el segmento "0", es decir cuando el proceso no está activo.

Al seleccionar por ejemplo en un programa con un total de tres segmentos, el número "3", el relé se activará en el último segmento, en tanto que si para este mismo se selecciona el número "4" el relé se activará al terminar el proceso.

"S E G. o " = [ oFF, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ]

- “Prog”**            {“No”, “Si”}  
 Se pregunta si se desea o no programar el instrumento con los valores introducidos. De otra forma los valores recién colocados se olvidarán al salir del menú.
- “SALi”**            {“No”, “Si”}  
 Poner “Si” para salir

## 2.2.4 Menú de posicionamiento.            "r u n."

Tal como se mencionó antes, este menú permite modificar el punto en donde continuará la ejecución de un programa ya iniciado ó si no el punto donde empezará inicialmente al apretare el botón de "start".

Para modificar un programa en curso, se debe detener primero y sin apretar el botón de "reset", modificarlo en algún segmento futuro, adelantarlos, etc. las preguntas en este menú son:

- “n. r E P ”**        Número de repeticiones restantes, incluyendo la presente. En el display aparecerá el número de repeticiones que faltan y puede modificarse.

$$“n. r E P” = [1, \dots, 99]$$

- “S. I n i ”** Este es el segmento donde se iniciará o continuará el programa. En el display aparecerá el número del segmento en curso o el número 0 si no ha empezado.

$$“S. I n i” = [1, \dots, 11]$$

- “t i. ”**            El tiempo en minutos transcurrido desde el inicio del presente segmento en curso. Se puede adelantar o retroceder.

$$“t i. ” = [0, \dots, 9999] \text{ minutos.}$$

- “SALi”**            {“No”, “Si”}  
 Poner “Si” para salir. Los valores introducidos no se programan en la memoria fija, pues sólo tienen sentido en cuanto que sitúan el punto de ejecución del programa.

## 2.2.5 MENU DE PARAMETROS

Al entrar al menú de parámetros aparecerá en el display superior un símbolo ó abreviación de la primera variable a ser modificada (SP1 ó setpoint en este caso) y en el display inferior su valor en las unidades correspondientes. En ese momento se puede cambiar el valor subiéndolo ó bajándolo con los botones de los lados ( [^] y [v] ). Al presionar nuevamente el botón [•] se ingresará el valor seleccionado y se pasa inmediatamente a la siguiente variable, en donde se mostrará el símbolo de la variable y su valor para ser alterado si se desea.

El menú de parámetros, es distinto según el tipo de algoritmo de control configurado para cada mando, pero siempre empieza preguntando por las variables correspondientes al primer mando , luego las del segundo mando y finalmente hará las siguientes preguntas:

Pregunta	Respuestas	Acción a tomar
“SLOC”	{“No”, “Si”}	Se debe poner “Si”, si se desea evitar que el operario pueda detener el proceso una vez iniciado.
“PLOC”	{“No”, “Si”}	Al colocar “Si” se restringirá al operador el acceso a los menús de parámetros y batch. Se deberá usar la llave“1234”para entrar.
“Prog”	{“No”, “Si”}	Se pregunta si se desea o no programar el instrumento con los valores introducidos. De otra forma los valores recién colocados se olvidarán al salir del menú.
“SALi”	{“No”, “Si”}	Poner “Si” para salir o retornar al modo de operación.

Una vez dentro del modo de programación, si no se presiona ningún botón durante 16 segundos la lectura volverá automáticamente al modo de funcionamiento.

Como ya se indicó, el menú de parámetros estará compuesto por 3 partes: Variables del mando 1, variables del mando 2 y preguntas de salida. Los menús de parámetros para el mando 1 y para el mando 2 dependen del tipo de control que se les asignó a cada mando en el menú de configuración.

A continuación, se listan los menús de parámetros para cada tipo de control disponible en la configuración de los mandos 1 y 2 .

Según sea el tipo de control que desea en cada mando (programados en el menú de configuración) usted obtendrá en el menú de parámetros uno de los menús listados para el mando 1 y otro de los listados para el mando 2.

En cada menú se listan las variables que deben ser programadas, sus unidades y sus límites numéricos.

Ejemplo: “SP1” = [ -240, 2400 ]

Indica que el setpoint 1 puede programarse en cualquier valor entre -240 y 2400 en forma continua.

Ejemplo: “tc 1” = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 40, 50 }

En este caso el parámetro “tc 1” solo puede uno de valores en el paréntesis.

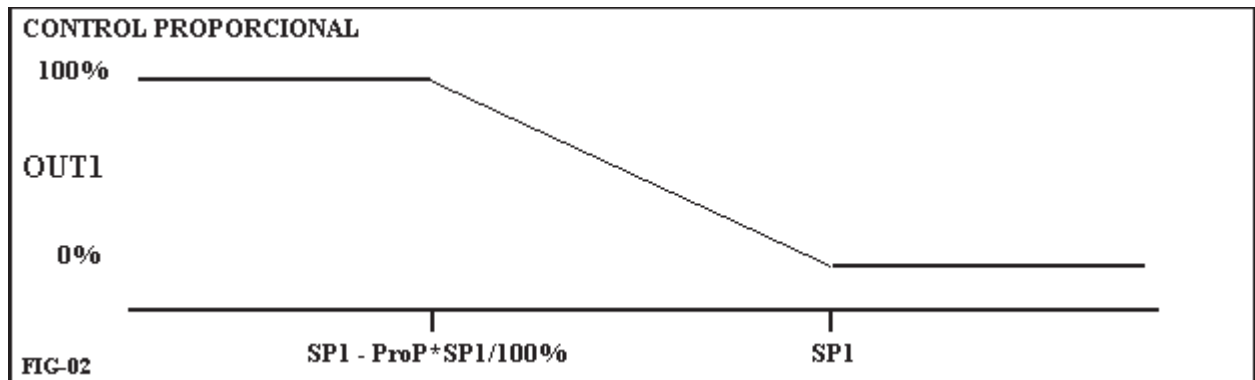
## MENUS DE PARAMETROS DEL PRIMER MANDO

### Control Proporcional (“P”)

“SP1” set point en grados.  
“SP1” = [ -200, 3500 ]

“ProP” Banda proporcional en porcentajes del set point SP1.  
“ProP” = { 1.0, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 }%

“tc 1” Tiempo de ciclaje del mando 1 en segundos.  
“tc 1” = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 40, 50 }



### Control PID (“Pid”)

“SP1” set point en grados.  
“SP1” = [ -200, 3500 ]

“ProP” Banda proporcional en porcentajes del set point SP1.  
“ProP” = { 1.0, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 }%

“Intg” Constante de integración en 1/seg. \* 10000  
“Intg” = { 0, 2, 5, 8, 10, 15, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 500, 800 }

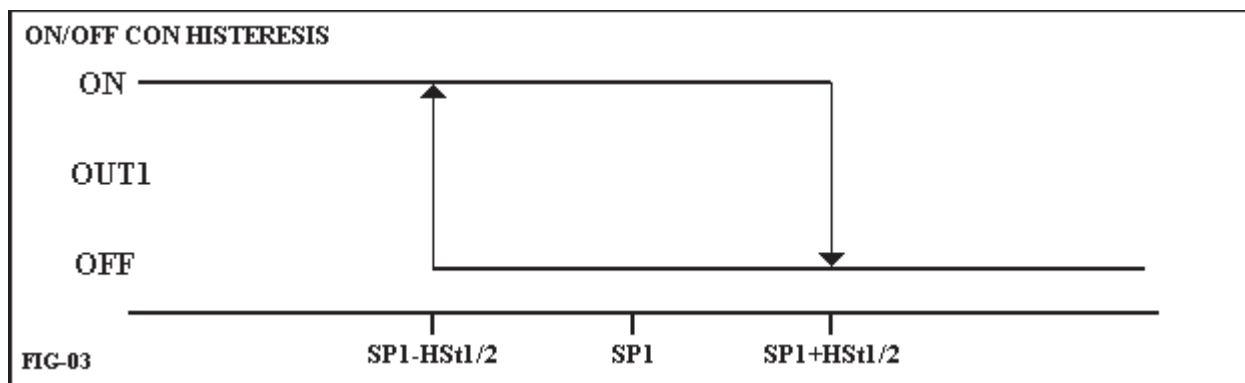
“dEri” Constante derivativa en segundos.  
“dEri” = { 0, 1, 2, 5, 8, 10, 15, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 500 }

“tc 1” Tiempo de ciclaje del mando 1 en segundos.  
“tc 1” = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 40, 50 }

### Control ON/OFF con histéresis (“onFh”)

“SP1” set point en grados.  
“SP1” = [ -200, 3500 ]

“HSt1” Histéresis del mando 1 respecto a SP1 en grados.  
“HSt1” = [ 0, 3500 ]

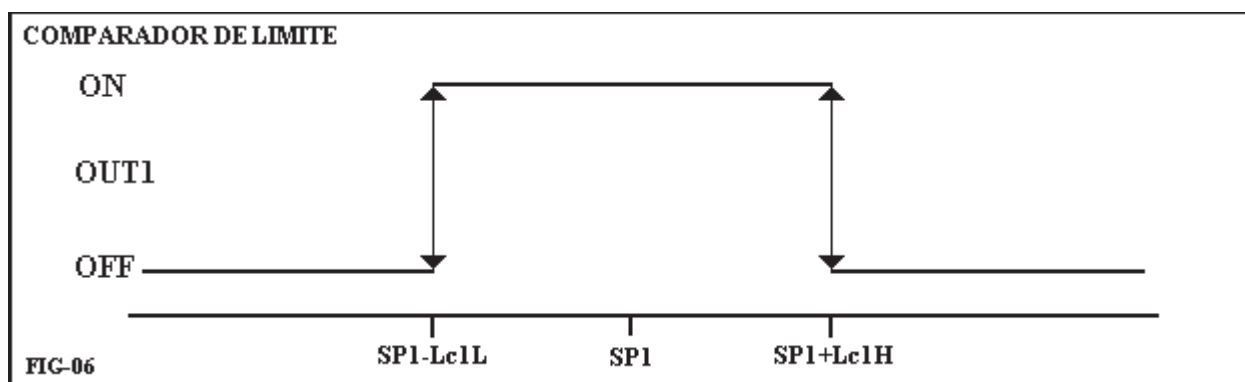


### Comparador de límite (“LicP”)

“SP1” set point del mando 1 en grados.  
 “SP1” = [ -200, 3500 ]

“Lc1L” Límite de comparación inferior en grados respecto a SP1  
 El punto inferior de desactivación es =  $SP1 - Lc1L$   
 “Lc1L” = [ 0, 3500 ]

“Lc1H” Límite de comparación superior en grados respecto a SP1  
 El punto superior de desactivación es =  $SP1 + Lc1H$   
 “Lc1H” = [ 0, 3500 ]



NOTA : El contacto y comparador de límite se usan básicamente para funciones de alarma de desviación, para más detalles ver en el apéndice A.

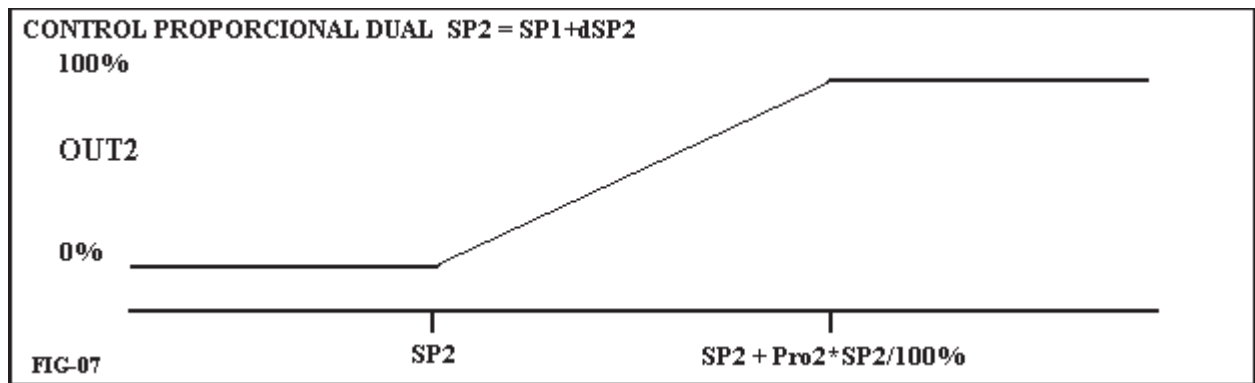
## MENUS DE PARAMETROS DEL SEGUNDO MANDO

### Control Proporcional dual (“dP”)

“dSP2” separación por arriba del setpoint 2 respecto al “SP1” en grados.  
 El setpoint del mando 2 es  $SP2 = SP1 + dSP2$   
 “dSP2” = [ 0, 3500 ]

“Pro2” Banda proporcional del mando 2 en porcentajes del set point SP2.  
 “Pro2” = { 1.0, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 }%

“tc 2” Tiempo de ciclaje del mando 2 en segundos.  
 “tc 2” = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 40, 50 }



### Control PID dual (“dPid”)

“dSP2” separación por arriba del setpoint 2 respecto al “SP1” en grados.

El setpoint del mando 2 es  $SP2 = SP1 + dSP2$

“dSP2” = [ 0, 3500 ]

“Pro2” Banda proporcional del mando 2 en porcentajes del setpoint SP2.

“ProP” = { 1.0, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 }%

“tc 2” Tiempo de ciclaje del mando 2 en segundos.

“tc 2” = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 40, 50 }

### Control ON/OFF con histéresis dual (“donF”)

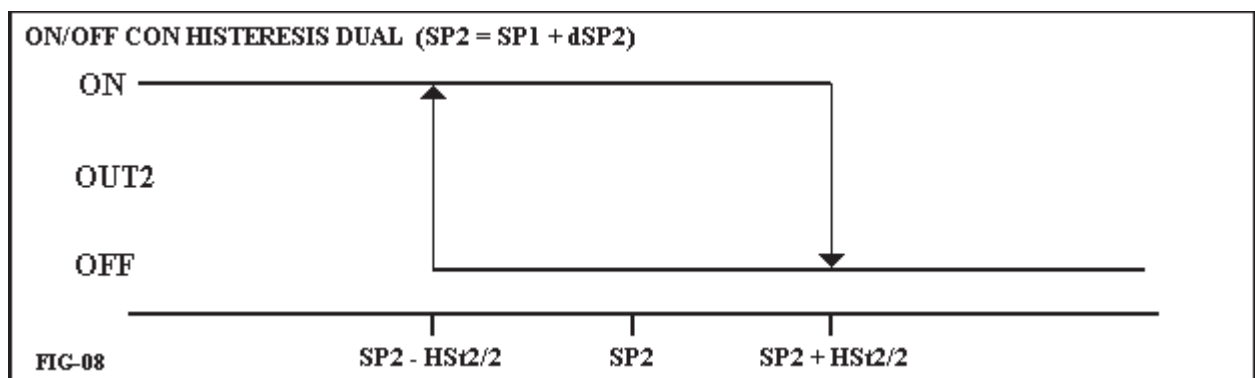
“dSP2” separación por arriba del setpoint 2 respecto al “SP1” en grados.

El setpoint del mando 2 es  $SP2 = SP1 + dSP2$

“dSP2” = [ -200, 3500 ]

“HSt2” Histéresis del mando 2 en grados respecto al SP2.

“HSt2” = [ 0, 3500 ]



### Comparador de límite dual (“dLcP”)

“dSP2” separación por arriba del setpoint 2 respecto al “SP1” en grados.

El setpoint del mando 2 es  $SP2 = SP1 + dSP2$

“dSP2” = [ -200, 3500 ]

“Lc2L” Límite de comparación inferior en grados respecto a SP2

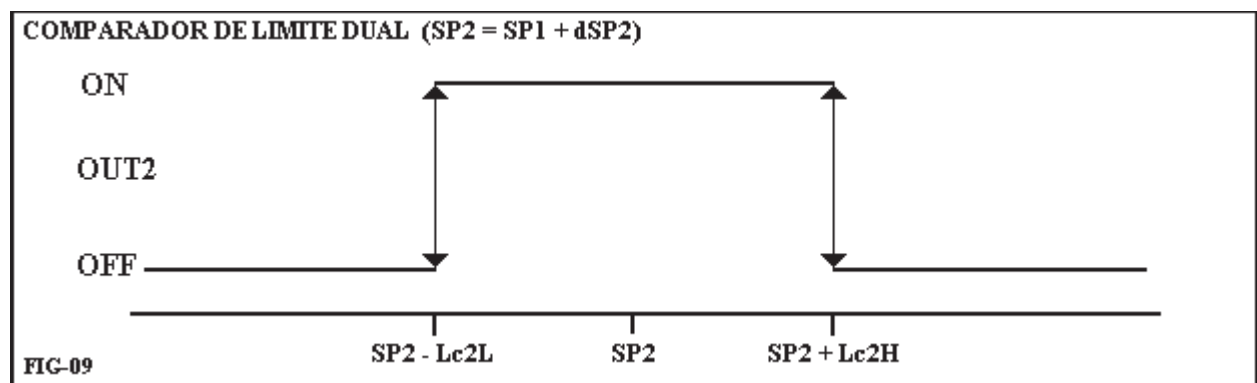
El punto inferior de desactivación es =  $SP2 - Lc2L$

“Lc2L” = [ 0, 3500 ]

“Lc2H” Límite de comparación superior en grados respecto a SP2

El punto superior de desactivación es =  $SP2 + Lc2H$

“Lc2H” = [ 0, 3500 ]



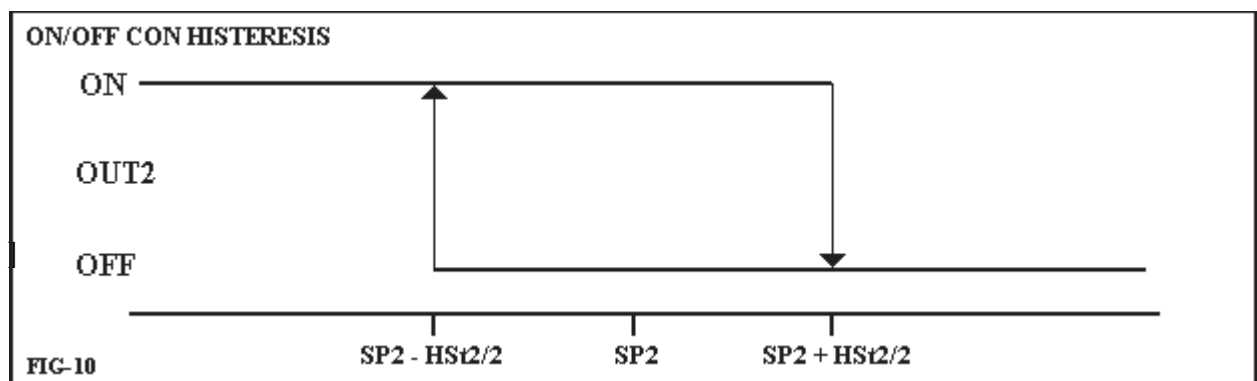
### Control ON/OFF con histéresis (“onFh”)

“SP2” set point del mando 2 en grados.

“SP2” = [ -200, 3500 ]

“HSt2” Histéresis del mando 2 respecto a SP2 en grados.

“HSt2” = [ 0, 3500 ]





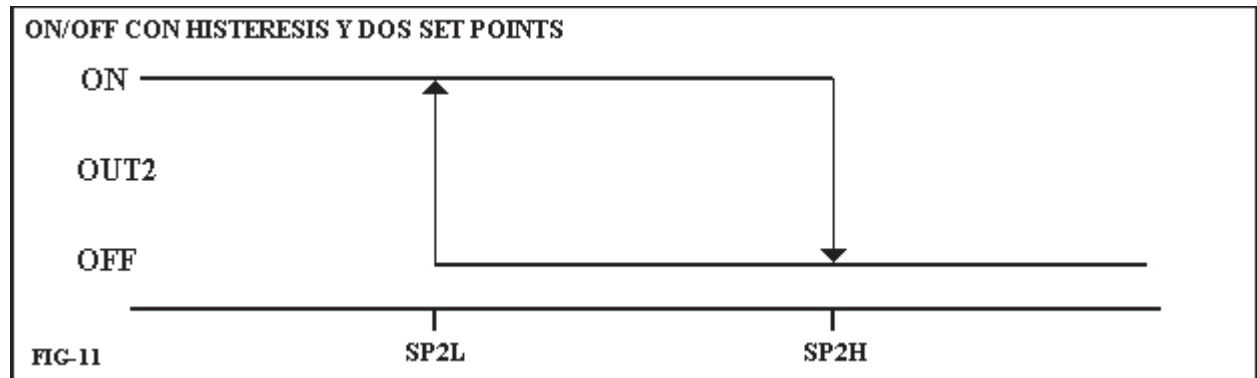
### Control ON/OFF con dos setpoint (“2onF”)

“SP2L” set point inferior o punto de desactivación del mando 2 en grados.

“SP2L” = [ -200, 3500 ]

“SP2H” set point superior o punto de activación del mando 2 en grados.

“SP2H” = [ -200, 3500 ]



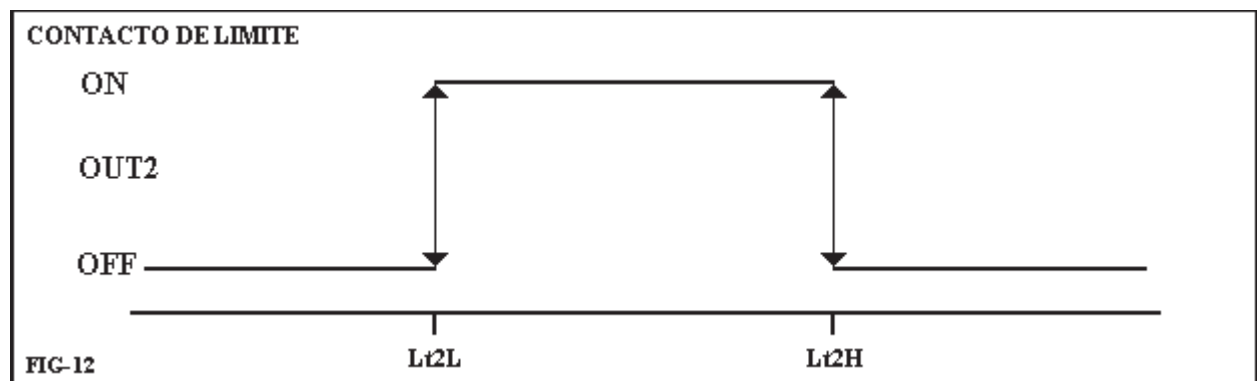
### Contacto de límite (“Lict”)

“Lt2L” set point inferior o punto de desactivación del mando 2 en grados.

“Lt2L” = [ -200, 3500 ]

“Lt2H” set point superior o punto de desactivación del mando 2 en grados.

“Lt2H” = [ -200, 3500 ]



### Comparador de límite (“LicP”)

“SP2” set point del mando 2 en grados.

“SP2” = [ -200, 3500 ]

“Lc2L” Límite de comparación inferior en grados respecto a SP2

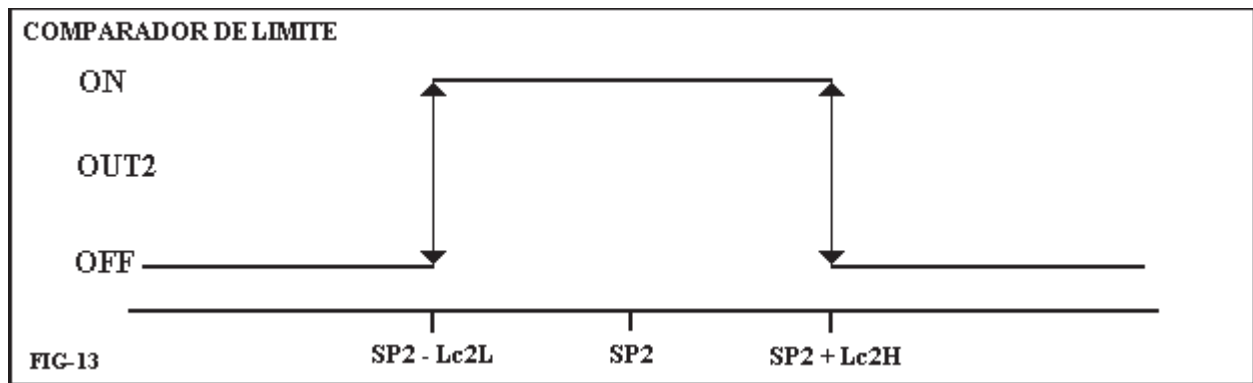
El punto inferior de desactivación es =  $SP2 - Lc2L$

“Lc2L” = [ 0, 3500 ]

“Lc2H” Límite de comparación superior en grados respecto a SP2

El punto superior de desactivación es =  $SP2 + Lc2H$

“Lc2H” = [ 0, 3500 ]



### Ningun control (“NULL”)

Al seleccionar esta opción el mando 2 queda desactivado y por lo tanto no aparece ningún menú para él.

### INFORMACION SOBRE CONTROLES PID

Colocar un control tipo **dual** en el mando 2, significa que el set point de este mando sigue o depende del setpoint del mando 1, luego al variar  $SP1$ , se varía automáticamente el setpoint 2 ( $SP2$ ). En la programación del mando 2 se introduce un desplazamiento del  $SP2$  respecto a  $SP1$  llamado "dSP2". Se obtiene  $SP2$  por la relación  $SP2 = SP1 + dSP2$ .

En el caso de un control PID-dPID, el intervalo de temperatura entre  $SP1$  y  $SP2$  es llamado comunmente "**banda muerta**", pues el control PID no actúa sobre esta zona.

Al configurar en el mando 2 un control **dPID**, no se programan las constantes de derivación e integración particulares para este mando, pues serán las mismas del mando 1 reescaladas según la banda proporcional 2.

La banda **proporcional** se introduce en porcentajes del valor del set point. Por ejemplo si el setpoint " $SP1$ "=800 y "ProP"=10%, entonces la banda proporcional en grados sera 10% de 800 , es decir 80 grados.

La constante de **integración** tiene un rango de 0 a 0.08, medido en unidades de 1/segundo. Los valores que se programan en el display aparecen multiplicados por 10000 (" $Intg$ "=800 equivale a  $800/10000 = 0.08 * 1/seg$ ). Si no se desea acción integrativa, este parámetro se debe ajustar en 0. De otra forma recomendamos leer el apéndice A donde se sugieren técnicas para una adecuada programación del instrumento. Recuerde que una excesiva constante de integración induce a comportamiento oscilatorio del sistema por lo que es conveniente empezar colocando valores bajos de la misma. El instrumento determina internamente (dependiendo de la banda proporcional) un límite a la acción integral, de modo de evitar el problema de saturación la integral.

La constante **derivativa** está medida en segundos, se puede variar entre 0 y 500 segundos. Al ajustarla en 0, se suprime la acción derivativa.

Un valor típico del **tiempo de ciclo** para muchos sistemas es de 16 segundos, es conveniente ajustarlo en un valor lo menor posible (para asegurar un buen funcionamiento del sistema) siempre y cuando no aumente demasiado el desgaste de los relés y contactores de salida. En

general el tiempo de ciclo puede ser mayor en sistemas grandes con mucha masa e inercia térmica y menor en sistemas pequeños y de respuesta rápida. En todo caso el tiempo de ciclo debe ser menor al tiempo de respuesta estimado del sistema.

## ECUACIONES DEL PID

Internamente el controlador realiza el control en base a las siguientes formulas matemáticas, que se presentan a modo de información para el lector interesado en su funcionamiento interno.

### MANDO 1

$$Er1 = [SP1] - T$$

$$BP1 = [ProP1] * SP1 / 100$$

INT( Er1) = integral del error Er1, saturada a +/- BP1\*10000/[Intg]

dT/dt = derivada de la temperatura T respecto al tiempo

$$OUT1 = 100\% * ( Er1 + [Intg]/10000 * INT( Er1) - [dEri] * dT/dt ) / BP1$$

### MANDO 2

$$SP2 = [SP1] + [dSP2]$$

$$Er2 = SP2 - T$$

$$BP2 = [Pro2] * SP2 / 100$$

$$OUT2 = - 100\% * ( Er2 + [Intg]/10000 * INT( Er1) - [dEri] * dT/dt ) / BP2$$

Las unidades del cálculo son las MKS (segundos, grados ). Se realizan internamente también una serie de filtrajes digitales no indicados por ser más largos de describir.

## EQUIVALENCIAS CON NOMENCLATURA EUROPEA

En Europa (Alemania y Holanda principalmente) existe una nomenclatura estandarizada para denotar términos como: banda proporcional, setpoint, constante de derivación.No hemos adoptado esta nomenclatura en este manual por considerarse poco intuitiva para el usuario poco experimentado. Adoptamos más bien una nomenclatura similar a la usada en USA que es más indicativa. El lector experimentado puede encontrar fácilmente las relaciones entre ellas por las siguientes fórmulas.

Actual	Europea	Concepto
"SP1"	W	Setpoint 1.
"ProP"	Xp	Banda proporcional en % del SP.
"dEri"	Tv	Constante o ganancia derivativa.

"Intg"	$10000 / T_n$	Constante o ganancia de integración.
"HiSt"	$X_{sd} * SP / 100$	Histéresis.
"dSP2"	$X_{sh} * SP2 / 100$	Banda muerta

## 2.3 MENU DE CONFIGURACION (Para uso del Ingeniero de planta)

El control BT400 admite una variedad de configuraciones distintas que se deben programar en el menú de configuración. Normalmente este controlador se entrega al usuario ya configurado según especificaciones solicitadas, sin embargo si desea modificar el instrumento, a continuación se presentan las instrucciones.

Para entrar en el menú de configuración se debe efectuar la siguiente secuencia :

- 1) Mantener presionado el botón [•] mientras se pulsa una vez el botón [^] con lo que aparecerá en el display superior el mensaje “KEY”.
- 2) En este momento el control pregunta por una llave de acceso para entrar al menú de configuración. Se debe ahora colocar presionando los botones laterales, el numero “2736” en el display inferior e inmediatamente pulsar el boton [•] .

Ahora se ha entrado en el menú de configuración y el control hace la primera pregunta “Inty”, que se refiere al tipo de entrada (**Input type** ).

Antes de continuar describiendo el menú debemos recordar que si estando dentro de el, no se hace ningún movimiento de botones en 16 segundos, el control retorna automáticamente al modo de operación normal.

Existe una protección adicional para evitar alteraciones de la configuración del instrumento y consiste en un puente interno señalado en la figura "FIG-14" como PIN N6 el cual debe estar colocado durante la programación de la configuración. Para tener acceso al PIN N6 basta retirar con delicadeza la tapa superior del instrumento que está colocada sólo a presión y luego colocarla de la misma forma.

Si se intenta configurar el instrumento sin el puente, la programación no se ingresará y aparecerá en el display el mensaje “EEPr”. Una vez hecha la programación se debe retirar el puente para evitar posibles alteraciones indeseadas.

El siguiente es un listado del menú de configuración con sus opciones:

### Menú de configuración

Parámetro	Opciones	Descripción
-----------	----------	-------------

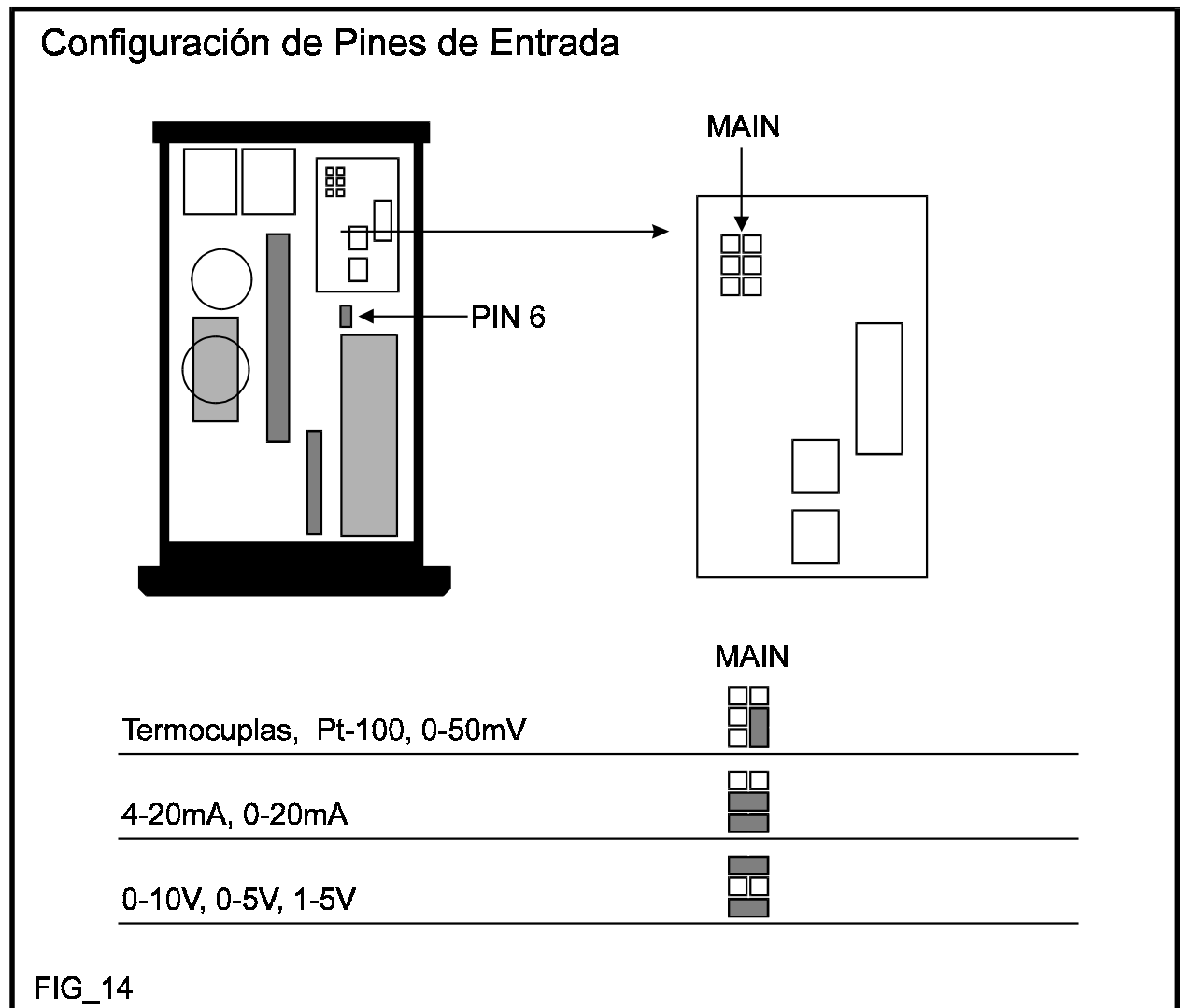
#### “I n t Y”

Tipo de entrada, (Input type). Dependiendo de la entrada se deben hacer cambios en los puentes internos ( ver figura "FIG-14" ) . Al excederse la entrada del rango especificado, el instrumento asumirá las medidas correspondientes a un error del sensor de entrada.

	ENTRADA	RANGO
“ t c J “	Termocupla tipo J	(-109, 760) C.
“ t c k”	Termocupla tipo k	(-154, 1372) C.
“ t c t “	Termocupla tipo T	(-166, 400) C.
“ t c r “	Termocupla tipo R	-1 mV, 1768 C.
“ t c s “	Termocupla tipo S	-1 mV, 1768 C.
“ t c b “	Termocupla tipo B	-1 mV, 1820 C.
“ P100 “	RTD tipo PT100	(-136, 450) C.
“0 - 20. “	Entrada 0- 20 miliampers.	-24 mA, 24 mA.
“4 - 20. “	Entrada 4- 20 miliampers.	2 mA, 24 mA.
“0 - 5 v.“	Entrada 0- 5 volts.	-12 V, +12 V

“1 - 5 v. “	Entrada 1- 5 volts.	-12 V, +12 V
“0 - 10. “	Entrada 0- 10 volts.	-12 V, +12 V
“0 - 50 “	Entrada 0- 50 milivolts.	-60 mV, +60 mV
“I r. S E. “	Entrada para sensor infrarojo externo.	

Al seleccionar la entrada como termocupla o pt100, el instrumento pasará a preguntar las unidades de temperatura en que se trabajará. En tanto que si se selecciona una entrada ajustable (0-20mA,4-20mA,...,0-50milivolts), el instrumento preguntará por los límites ó calibración de la entrada.



### "L. i n F "

Se debe introducir el valor deseado, de la lectura de entrada correspondiente al límite inferior del tipo de entrada seleccionada. Por ejemplo si se seleccionó entrada 4-20mA proveniente de un transductor que entrega 4mA a 0 grados y 20mA a 1000 grados, en este caso se está preguntando por la lectura a 4mA , es decir "L. i n F" = 0.

$$\text{"L. i n F"} = [ -999, 9999 ]$$

### "L. S u P "

Se debe introducir el valor deseado, de la lectura de entrada correspondiente al límite superior del tipo de entrada seleccionada. Por ejemplo si se seleccionó entrada 0-10 Volts proveniente de un transductor que entrega 0 V. a 0 RPM y 10 V. a 2000 RPM, en este caso se está preguntando por la lectura a 10 V , es decir "L. S u P" = 2000.

$$\text{"L. S u P"} = [ -999, 9999 ]$$

### "U n i t"

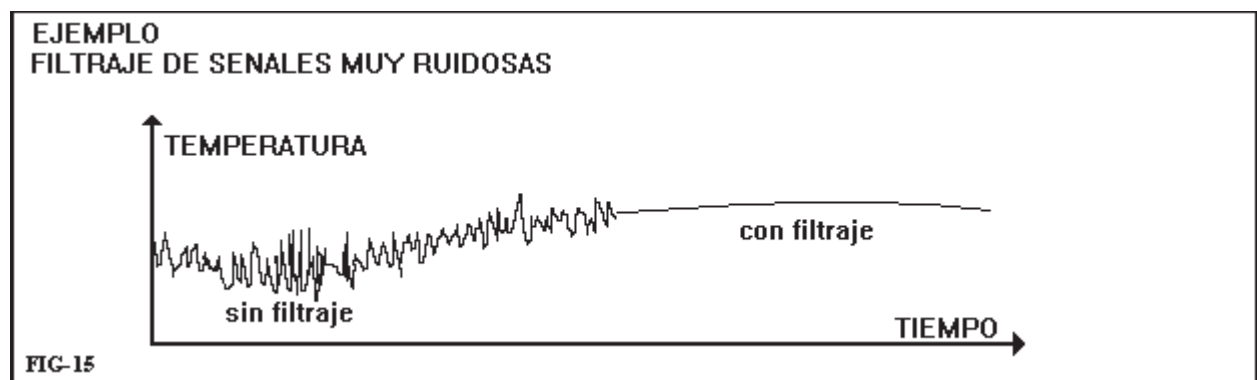
Selección del tipo de unidades de temperatura del instrumento. Sólo se pregunta para entradas de pt100 o termocupla.

"C. deg."            grados Celsius  
"F. deg."            grados Farenheit

### "F I L t"

Corresponde a una constante de tiempo para el filtraje ó acondicionamiento de entradas muy ruidosas y así mejorar el funcionamiento del sistema en ambientes normalmente problemáticos. Internamente el instrumento realiza un cálculo de filtro pasa-bajo con constante de tiempo "F I L t" . Se puede variar entre 1 y 16 segundos, en 1 seg. no se realiza el filtraje.

$$\text{"F I L t"} = [ 1, 16 ]$$



### “1 t y P”

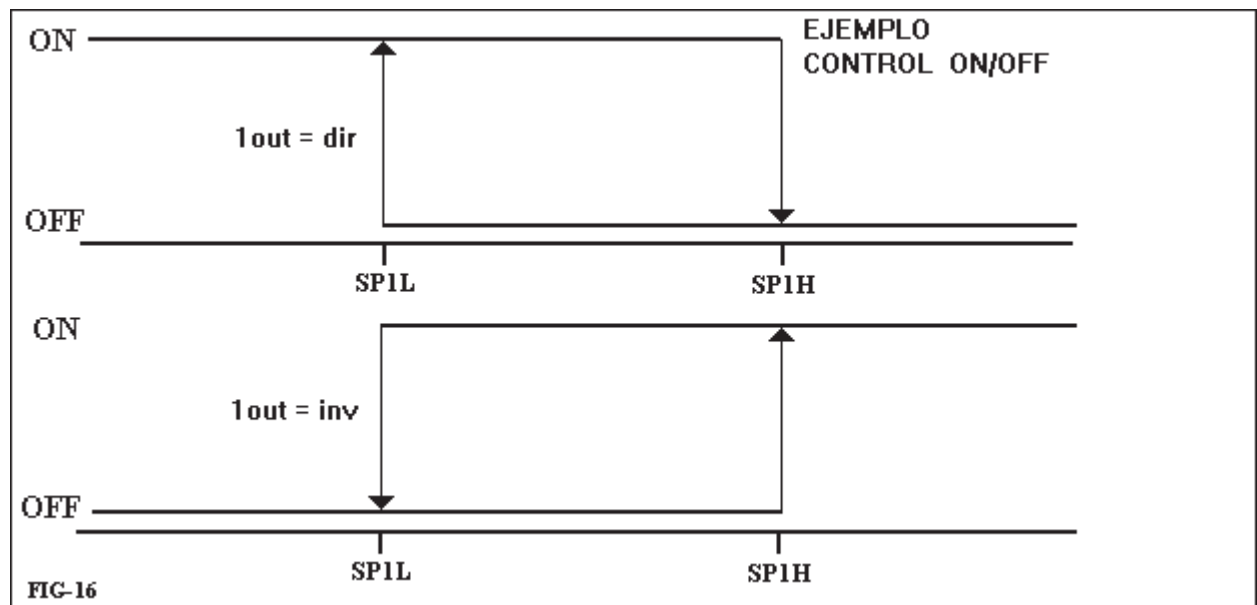
Tipo de control para el mando 1. Los menús de parámetros generados por cada tipo de control aparecen listados en la sección de menús de parámetros.

- “P “ Control proporcional.
- “P i d “ Control PID
- “o n F h” Control ON/OFF con histéresis.
- “L i c P “ Comparación de límite.

### “1 o u t “

En este punto se especifica si la salida del mando1 será directa ó invertida, es decir si el relé 1 actuará normalmente abierto o normalmente cerrado.

- “d i r “ Salida directa ó relé normalmente abierto.
- “i n v “ Salida invertida ó relé normalmente cerrado.



### “1 t c E”

En caso de ruptura de la termocupla o Pt100 el control entregará en el mando 1 una salida prefijada en este punto. El objetivo es evitar una operación errática del mando 1 que pueda dañar el proceso controlado hasta que el operador detecte la falla . Para los controles tipo ON/OFF o de límite se debe especificar solamente 0% o 100%. Para los proporcionales o PID la salida tendrá el porcentaje especificado en este punto con el tiempo de ciclo programado en el menú de parámetros.

$$“1 t c E” = \{0,2,5,10,15,20,25,30,35,40,50,60,70,80,90,100\} \%$$

### “2 t y P”

Tipo de control para el mando 2. Los menús de parámetros generados por cada tipo de control aparecen listados en la sección de menús de parámetros. los controles de tipo dual



son los que rastrean o siguen el setpoint del mando 1 (SP1 ) agregándole un desplazamiento (dSP2 ) para formar el setpoint 2  $SP2 = SP1 + dSP2$ .

“d P “	Control proporcional dual.
“d P i d “	Control PID dual.
“d o n F “	Control ON/OFF con histéresis dual.
“d L c P”	Comparador de límite dual.
“o n F h “	Control ON/OFF con histéresis .
“2 o n F”	Control ON/OFF con histéresis especificando los setpoint alto y bajo.
“L i c t “	Contacto de límite.
“L i c P “	Comparación de límite.
“N U L L”	Se desactiva o elimina el mando 2.

### “2 o u t “

En este punto se especifica si la salida del mando2 será directa o invertida, es decir si el relé 2 actuará normalmente abierto ó normalmente cerrado.

“d i r “	Salida directa ó relé normalmente abierto.
“i n v “	Salida invertida ó relé normalmente cerrado.

### “2 t c E”

Este parámetro cumple la misma función que “1 t c E” antes descrito, pero en este caso se refiere al mando 2.

“2 t c E”= {0,2,5,10,15,20,25,30,35,40,50,60,70,80,90,100} %

### “d i s b”

El display “ b “ es el superior, en este punto se configura la variable que estará indicando continuamente durante el funcionamiento del control. Normalmente se desea observar en la lectura la temperatura, pero a veces también es útil tener una lectura continua del porcentaje de salida de los mandos .

“t E n P”	Indica la temperatura en grados.
“t. E. n. P.”	Indica la temperatura con decimales de grados.
“d E S “	Indica la desviación o error de SP1 en grados. $dES = Temp - SP1$
“S P 1 “	Indica el setpoint 1.
“o u t. 1”	Indica el porcentaje de salida del mando 1.
“o u t. 2”	Indica el porcentaje de salida del mando 2.
“t i E n “	Indica el tiempo (en minutos) transcurrido en el segmento en curso.
“N.S E G “	Indica el número de repetición y de segmento en curso. Con el formato "RR.SS", donde RR son dos dígitos con el número de repeticiones restantes y SS el número del segmento.
“o F F “	Desactiva el display b durante el funcionamiento.

### **“d i s A”**

El display “ A “ es el inferior, en este punto se configura la variable que estará indicando continuamente durante el funcionamiento del control. Normalmente este display debe indicar el set point 1 (SP1) . Las opciones disponibles son las mismas que para el display B así es que no las repetimos.

### **“Prog”**

Se pregunta si se desea ó no programar el instrumento con los valores introducidos. De otra forma los valores recién colocados se borrarán al salir del menú. Si al colocar “S i “ aparece el mensaje “EEPr” en el display b, significa que se ha intentado programar sin colocar el puente de seguridad. ( ver PIN 6 en figura "FIG-14" )

“N o “	No se programa.
“S i “	Programar

### **“SALi”**

Poner “Si” para salir o retornar al modo de operación y “N o” para retornar al principio del menú de configuración.

“N o “	Continuar en el menú.
“S i “	Salir.

## **3 INSTALACION**

### **3.1 MONTAJE EN EL PANEL.**

El controlador está diseñado para montaje de panel en un hueco de 92 x 92 mm. (formato DIN 1/4) o en un hueco de 92 x 45 mm. (formato DIN 1/8).

Para sostenerlo se utiliza el arnés incluido en el instrumento. Antes del montaje es recomendable revisar que el panel tenga suficiente profundidad como para introducir el instrumento (mínimo 175 mm.).

### **3.2 CONEXIONES ELECTRICAS.**

Las conexiones eléctricas al instrumento, se hacen a través de los conectores traseros con terminales numerados, tal como se ve en el dibujo de la figura de la siguiente página. Se debe tener especial cuidado en hacer conexiones limpias y ordenadas de modo de evitar posibles cortocircuitos o conexiones erróneas.

#### **Entrada del sensor.**

Dependiendo del tipo de sensor o entrada se deben hacer las conexiones en los terminales 1, 2, 3 . En el caso de entrada de termocupla, el terminal 3 está conectado a la tierra interna del instrumento y sirve para la conexión de blindaje de algunas termocuplas.

#### **Mandos y alarma.**

La opción estándar para los mandos de salida es con relés. Como se ve en la figura , el mando de calentamiento (OUT 1) va a los terminales 6 y 7, el de enfriamiento (OUT 2) a los terminales 8 y 9, ambos se entregan con salidas normalmente abiertas (NO) .

Se debe tener cuidado de no exceder la corriente máxima de los relés ( 3 A.) , pues se dañarían rápidamente. A veces puede ocurrir accidentalmente una conexión que ponga en cortocircuito la red por una de las salidas, por eso recomendamos usar fusibles (2 A ) en serie con los relés para protegerlos.

#### **Alimentación.**

La fuente de poder del controlador, está diseñada para partir y funcionar con cualquier voltaje entre 90 y 260 volts AC sin necesidad de ajuste. Esto es una gran ventaja en lugares donde ocurren transientes y caídas de voltaje por debajo de lo normal, en estos casos el controlador seguirá funcionando a menos que la red caiga debajo de 50 VAC .

Como siempre es recomendable colocar un fusible (1 A) en la entrada de alimentación (terminales 4 y 5 ).

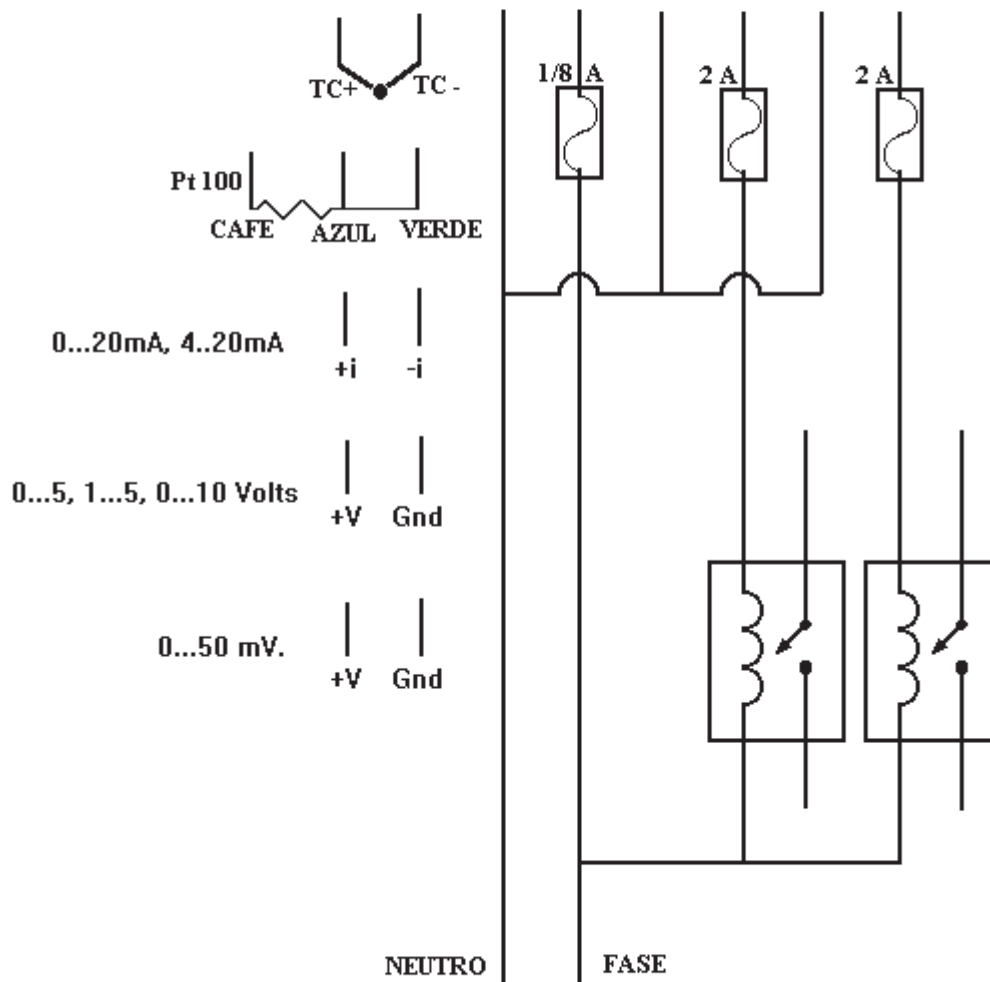
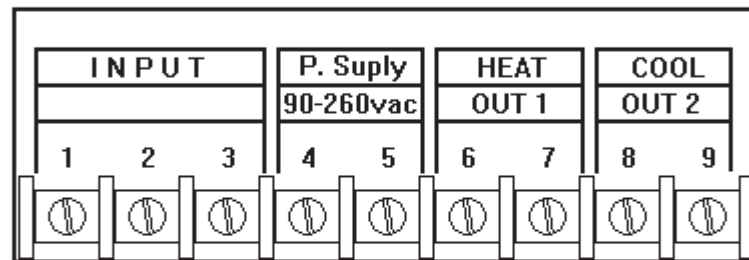


FIG-17

## HOJA DE PROGRAMACION BT400

---

### MENU DE CONFIGURACION.

<b>"I n t Y"</b>	Tipo de entrada " t c J ", " t c k ", " t c t ", " t c r ", " t c s ", " t c b ", " P100 ", "0 - 20. ", "4 - 20. ", "0 - 5v.", "1 - 5 v.", "0 - 10v. ", "0 - 50mV"
<b>"L. i n F "</b>	Límite inferior = [                      ]
<b>"L. S u P "</b>	Límite superior = [                      ]
<b>"U n i t"</b>	Unidades de temperatura "C. deg." , "F. deg."
<b>"F I L t"</b>	Filtraje de entrada. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
<b>"1 t y P"</b>	Tipo de control para el mando 1. "P ", "P i d " "o n F h", "L i c P "
<b>"1 o u t "</b>	Salida del mando 1 "d i r ", "i n v "
<b>"1 t c E"</b>	Salida en caso de ruptura de la termocupla ó Pt100 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
<b>"2 t y P"</b>	Tipo de control para el mando 2. "d P ", "d P i d ", "d o n F ", "d L c P", "o n F h ", "2 o n F", "L i c t ", "L i c P ", "N U L L",
<b>"2 o u t "</b>	Salida del mando2 "d i r ", "i n v "
<b>"2 t c E"</b>	Salida mando 2 en caso de ruptura de la termocupla ó Pt100 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100
<b>"d i s b"</b>	Display B "t E n P", "t. E. n. P.", "d E S ", "S P 1 ", "o u t. 1", "o u t. 2", " t i E n ", "N. S E G" "o F F "
<b>"d i s A"</b>	Display A "t E n P", "t. E. n. P.", "d E S ", "S P 1 ", "o u t. 1", "o u t. 2", " t i E n ", "N. S E G" "o F F "