

**CONTROL DE TEMPERATURA
PARA PLACA CALEFACTORA
"COMBIMAX" S-230-A**

Juan Daniel Gallego

Informe Tecnico CAY 1990-7

1-INTRODUCCION.

En algunas tareas, como la soldadura con estaño, plomo, indio, o sus aleaciones, y en el curado de pegamentos del tipo epoxy, es necesario disponer de fuentes de calor controladas en el margen de 100 a 400 °C. Si las operaciones se realizan sobre elementos relativamente grandes ,como por ejemplo los chasis utilizados en circuitos híbridos de microondas (MIC), es necesaria una potente fuente de calor. Para este fin se dispone de una placa caliente COMBIMAX SELECTA S-230-A,del tipo utilizado en laboratorios de química. Dicha placa tiene una potencia de 500 W, se alimenta a 220 V AC e incorpora un termostato del tipo todo-nada para la regulación de la temperatura. En la práctica se ha encontrado que este sistema de control es muy poco satisfactorio, especialmente para las aplicaciones más críticas, y por ello se ha diseñado un nuevo control exterior de temperatura, mucho más fiable y preciso, basado en un termómetro digital con sensor de resistencia de platino (PT-100) y en un control proporcional de potencia con conmutación de "paso por cero". El nuevo sistema permite alcanzar la temperatura final deseada con mucha mayor rapidez, y con una precisión mejor de +/- 5° C en el margen de temperaturas de 100 a 400° C.

2-SENSOR DE TEMPERATURA Y TERMOMETRO DIGITAL.

Se ha construido una placa de duraluminio que protege la superficie calefactora de la placa caliente y aloja el sensor PT-100 roscado en un lateral. Dicha placa actúa además como elemento difusor, evitando que la placa calefactora se deforme debido a un posible calentamiento desigual en su superficie.

La sonda PT-100 suministrada por DITEL [1] tiene unas dimensiones de 5x40 mm., y la rosca es de M-8.

El termómetro digital es el modelo DITEL 85600234 (s/n 30918) [1]. Las características principales son:

Entrada:	sonda PT-100		
Display:	-100 / +800° C		
Salida analógica:	0° C	---->	0 V
	1000° C	---->	5 V
	5 mV / °C (modificado del original)		
Alimentación:	230 V AC 50/60 Hz.		

La carcasa de la sonda está aislada electricamente de los terminales, de modo que la masa analógica del termómetro (salida de 5 mV/°C) puede ser conectada sin peligro a cualquiera de los terminales de la red. El aislamiento del transformador de alimentación es de 1500 V AC pp.

3-CONTROL PROPORCIONAL.

El control de potencia está basado en el circuito integrado L-121-AB de SGS. Dicho integrado contiene toda la lógica para realizar la conmutación en los pasos por cero de la tensión de red, una referencia de tensión e incluso un amplificador operacional. El circuito utilizado aparece en la figura 1.

La constante de tiempo (número de ciclos completos de red) viene fijada por el valor del condensador del pin 1, y en nuestro caso es de aproximadamente 1 seg. En el pin 1 aparece el diente de sierra de la base de tiempo que varía entre aproximadamente 0.8 y 6 V.

Existen dos referencias de tensión que pueden ser utilizadas en los pines 4 y 6, con valores de 1.5 y 9 V aproximadamente. En nuestro caso se utiliza únicamente la de 9 V (pin 6) para alimentar el potenciómetro de selección de temperatura.

La salida del amplificador operacional es el pin 2, y las entradas inversora y no inversora en los pines 5 y 3 respectivamente. Con la configuración utilizada, el circuito se comporta de forma que si el valor de la tensión a la salida del OPAMP (V_{pin2}) es menor de aproximadamente 0.8 V, se proporciona plena potencia a la carga. Si por el contrario V_{pin2} es mayor de aproximadamente 6 V, nada de potencia es suministrada. Para V_{pin2} comprendido entre estos valores se produce una regulación de potencia casi lineal. Con los valores de resistencias de realimentación del circuito la ganancia es cercana a 50, y dado el valor de la salida analógica del termómetro (5 mV/°C), el margen de regulación proporcional es de unos 20 °C. Cuanto mayor sea la ganancia, menor es el error que se comete con respecto a la temperatura preseleccionada, y menores las variaciones de temperatura al cambiar la carga térmica, pero una ganancia excesiva también aumenta el tiempo que se tarda en alcanzar el equilibrio térmico. Si el margen de regulación proporcional se hace demasiado pequeño, la temperatura permanece oscilando largo tiempo en torno al valor preseleccionado. En el caso límite (ganancia infinita, control todo-nada), las oscilaciones jamás se extinguen. El valor de ganancia escogido resulta satisfactorio en todo el margen de temperatura utilizado.

4-CONSTRUCCION.

El conjunto de termómetro y regulador se han alojado en una caja RETEX-BOX tipo SOLBOX RS.12 de 200x80x140 mm. La entrada para la sonda PT-100 se hace por un conector tipo D de 9 pines (se utilizan el 1 y el 2). La entrada red y la salida para la placa calefactora son conectores tipo CANNON de 3 pines de sexo opuesto, de modo que si se desea se puede eliminar el regulador y conectar la placa directamente a la red con sólo conectar los respectivos CANNON entre si. Los planos de mecanizado de la caja y de la placa de circuito impreso se encuentran en el apéndice 1.

La selección de temperatura se realiza con un potenciómetro de 10 vueltas provisto de dial contador. La indicación a del dial se ha ajustado a 50 estando el potenciómetro al mínimo (CCW). El ajuste se ha realizado de forma que para una temperatura ambiente de 20° C la indicación del potenciómetro es con bastante aproximación igual a la temperatura obtenida para la placa sin carga en el margen de 100 a 400° C. El regulador es usable para temperaturas inferiores, pero la escala deja de ser lineal (tabla 1 y figura 2)

5-RESULTADOS. MEDIDAS.

El ajuste y las medidas fueron realizados a una temperatura ambiente de 20° C y sin carga térmica adicional sobre la placa calefactora. La tabla 1 y la figura 2 muestran la linealidad de la indicación del potenciómetro. En caso de necesitar temperaturas inferiores a 100° C puede utilizarse como guía la tabla I. En la figura 3 aparecen las curvas de calentamiento y de enfriamiento a 400° C. El equilibrio a 400° C se alcanza en unos 20 minutos. El enfriamiento a temperatura ambiente es bastante más lento, especialmente a bajas temperaturas.

La figura 4 muestra las curvas de calentamiento a 100, 200, 300 y 400° C, con saltos de 100° C. En todos los casos existe un sobre-impulso, que llega a ser de unos 20° C sobre el valor de final, antes de alcanzar el equilibrio. Dicho efecto es más acusado para temperaturas intermedias. En todos los casos se puede apreciar como la oscilación de temperatura se extingue rápidamente.

6-REFERENCIAS.

- [1] Termómetro DITEL 85600234, Manual de instrucciones, Diseños y Tecnología S.A., Travessera de Les Corts 180, 08028 BARCELONA, Tel. 93-339 47 58, Fax 93-490 31 45.

Tabla I

Linealidad de las indicaciones del mando selector de temperatura. La tercera columna presenta el valor de la tensión en el cursor del potenciómetro.

POSITION	TEMP(°C)	VOLTS
84	42.4	.321
88	67.	.343
92	83.	.365
96	92.	.386
100	100.	.407
150	152.	.672
200	202.	.937
250	252.	1.201
300	302.	1.466
350	350.	1.724
400	398.	1.984

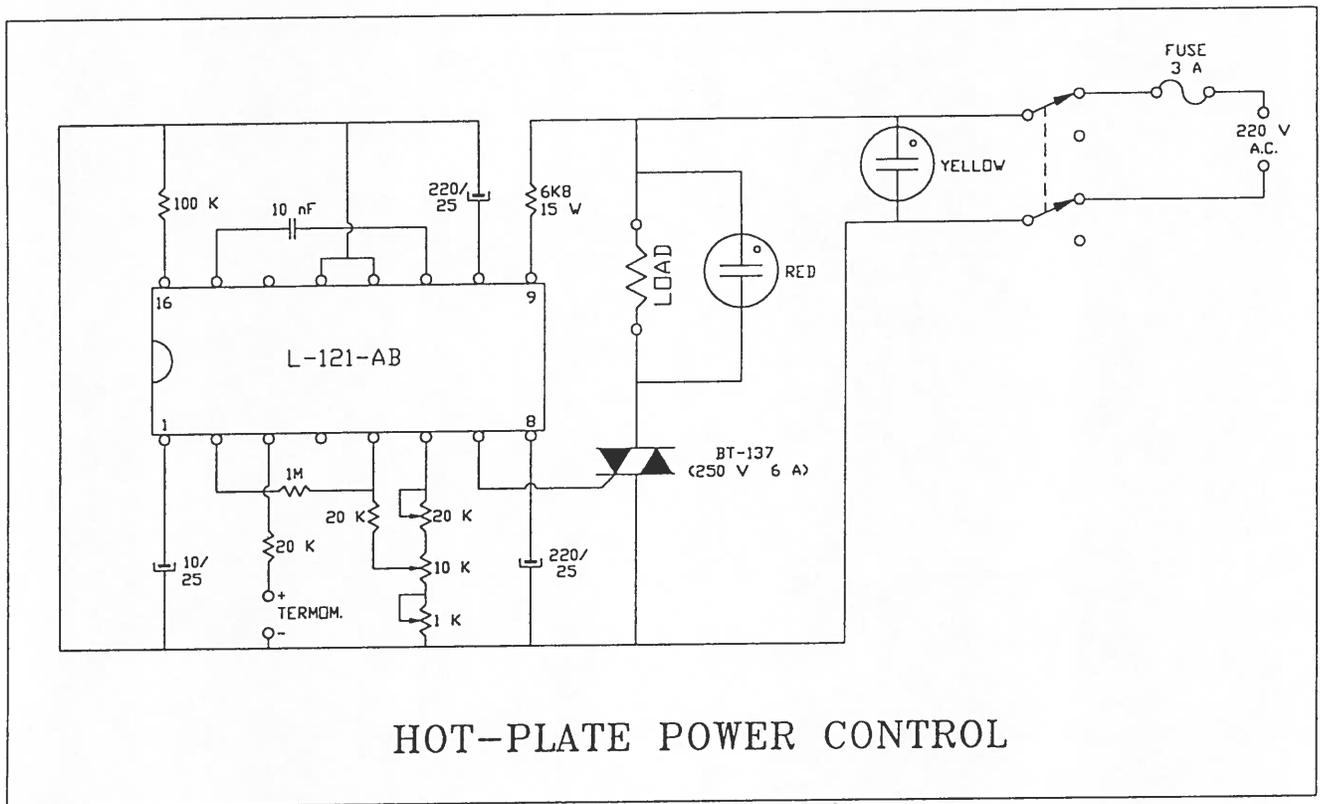


Figura 1 Circuito del regulador proporcional.

Figura 2

Gráfico de la linealidad de las indicaciones del potenciómetro de selección de temperatura.

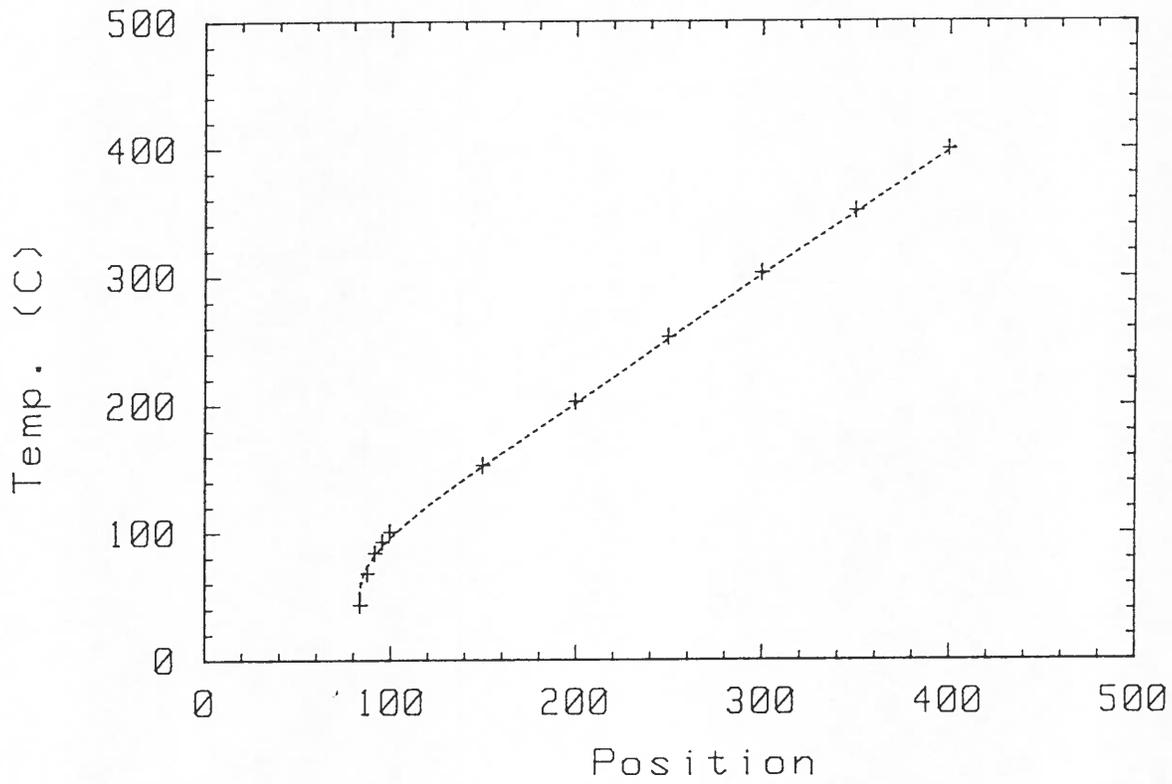


Figura 3

Curvas de calentamiento y enfriamiento a 400° C.

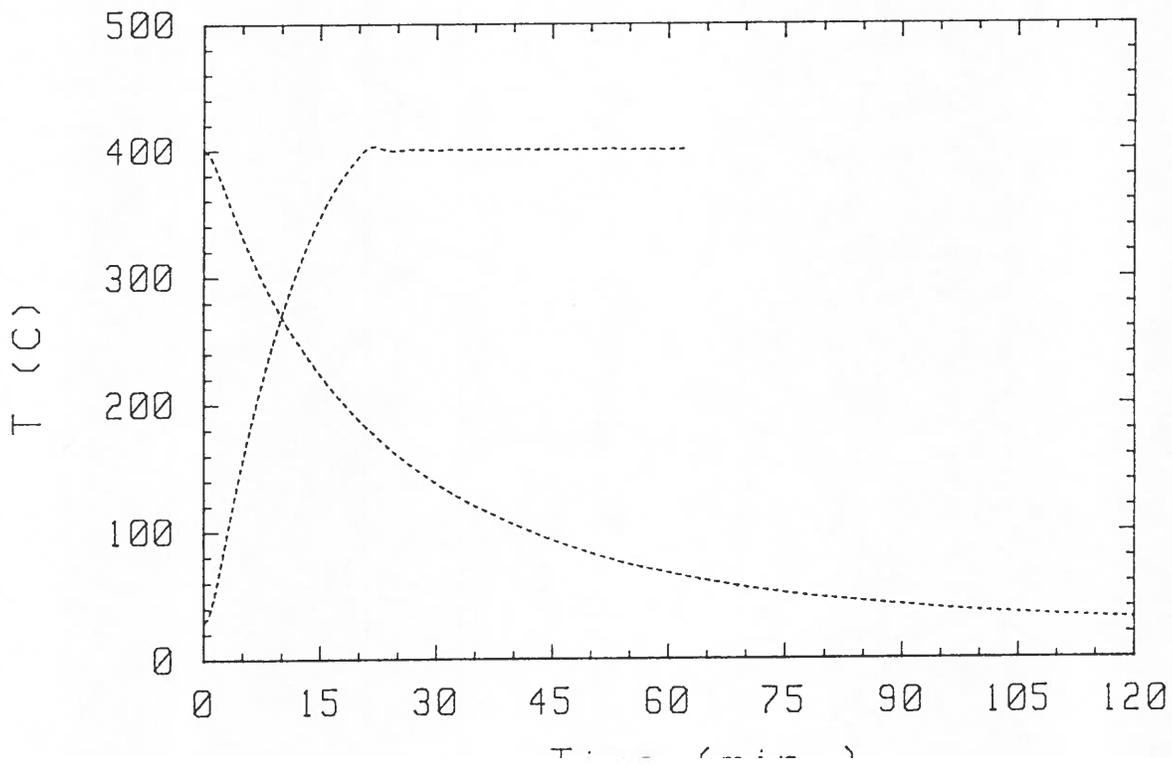
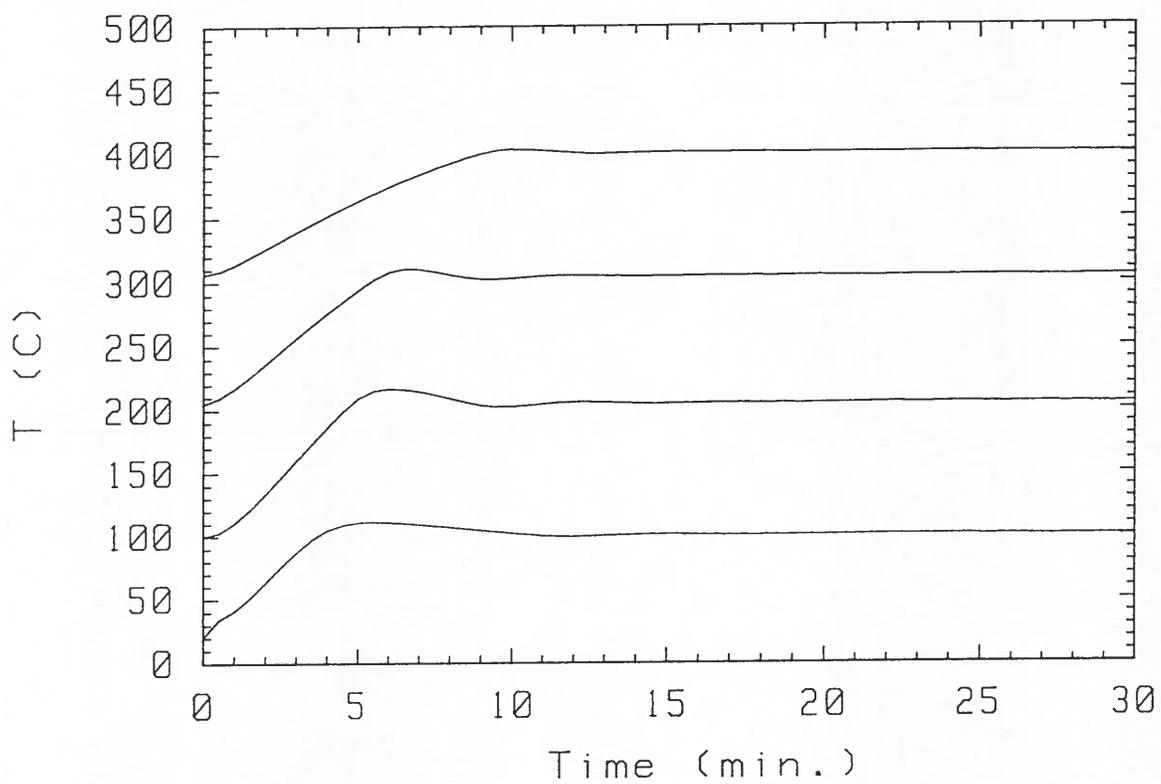


Figura 4 Curvas de calentamiento a 100, 200, 300 y 400° C, con saltos de 100° C.



APENDICE I:

- Placas de circuito impreso.
- Planos de mecanizado de la caja.

