



Title: Diseño e implementación de un sistema de control a lazo cerrado PID para manipular la temperatura en el proceso de termoformado

Authors: ROSALES-DAVALOS, Jaime, GIL ANTONIO, Leopoldo, MASTACHE-MASTACHE, Jorge Edmundo y LÓPEZ-RAMÍREZ, Roberto

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2020-04
BCIERMMI Classification (2020): 211020-0004

Pages: 12
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

OBJETIVO

Diseñar e implementar un controlador PID para controlar la temperatura en el sistema de termoformado para la elaboración de aglomerados a partir del reciclado de envases multicapa.

Metodología

1.-Caracterización de la planta.

2.-Obtención de la función de transferencia de la planta

3.-Sintonización del controlador PID bloque Simulink[®]

4.- Implementación de algoritmo del controlador PID

5.- Circuito de control de fase

6.- Circuito de aislamiento

7.- Circuito de potencia

Resultados

Característica de la planta

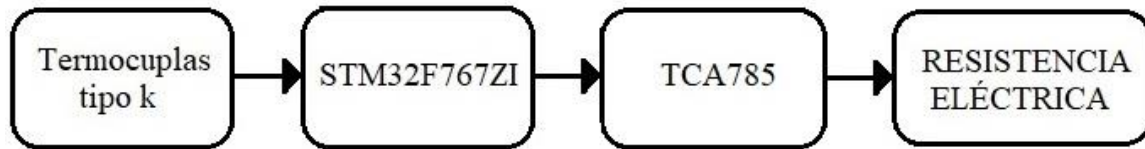


Figura 1.-Diagrama de bloques para la caracterización de la planta

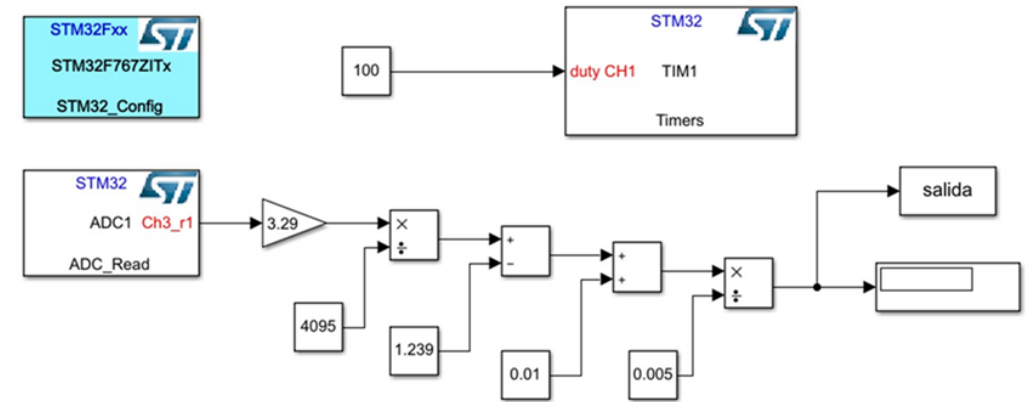


Figura 2.-Programa en Simulink® para adquisición de datos.

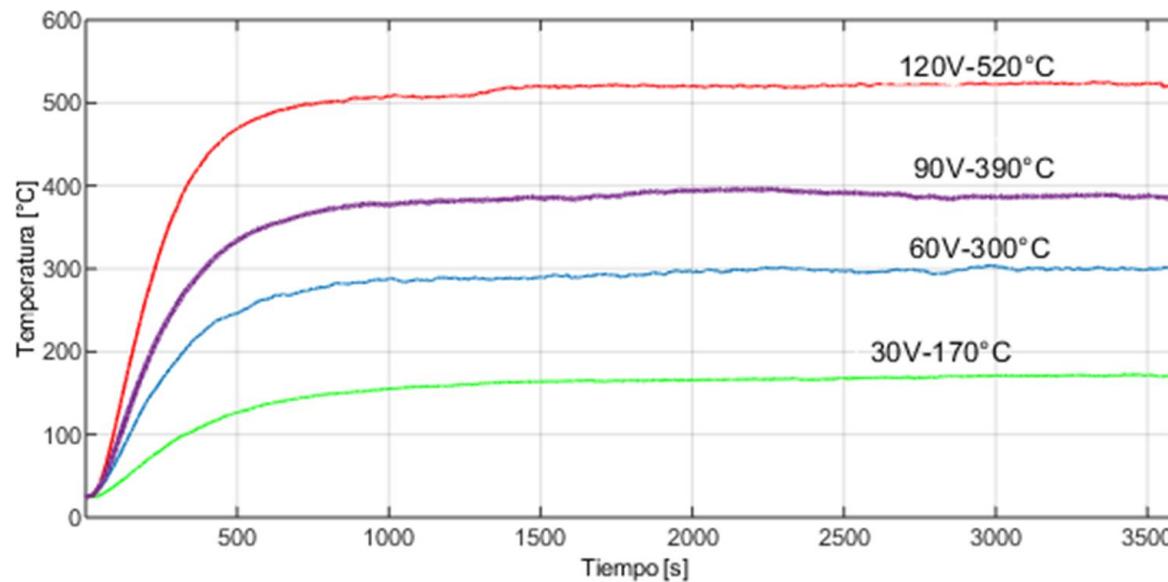


Figura 3. Curvas de la planta a diferentes voltajes.

Función de transferencia de la planta (software Matlab[®])

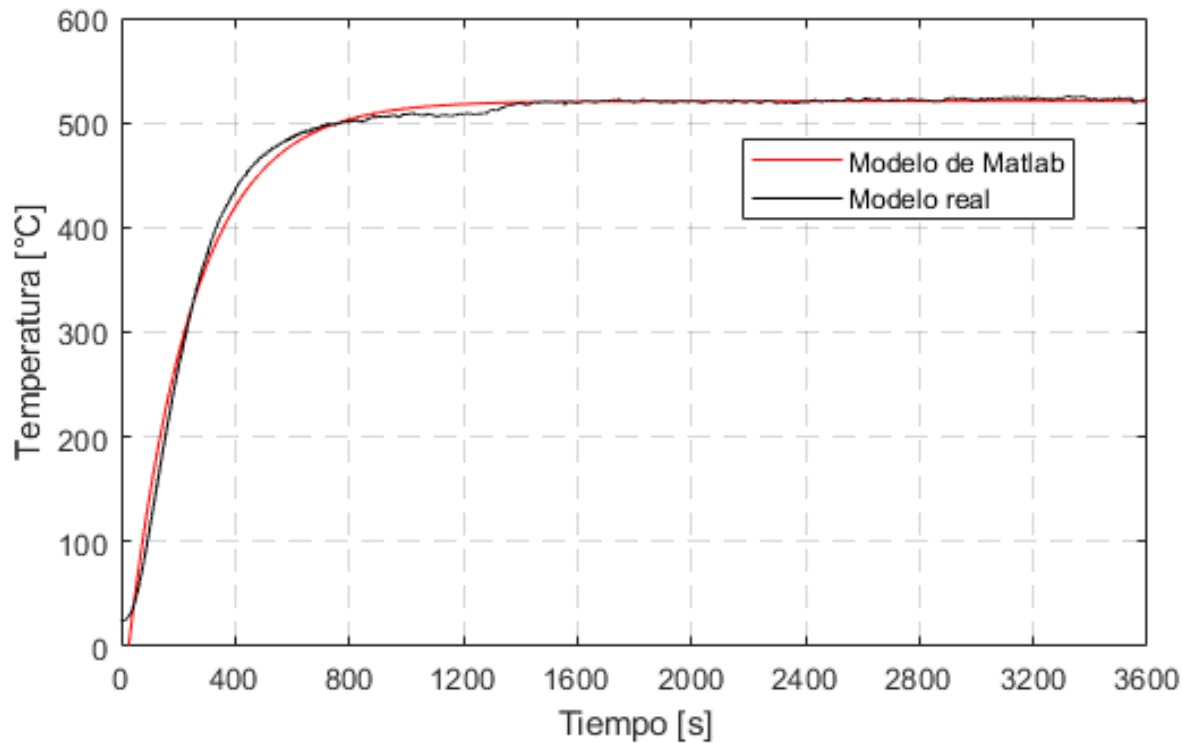


Figura 4. Comparación del modelo de Matlab[®] y el modelo real.

$$G(s) = \frac{K}{Ts+1}$$

$$k = 4.339$$

$$T = 227.9$$

$$G(s) = \frac{4.339}{227.9s + 1}$$

Función de transferencia de la planta (analíticamente)

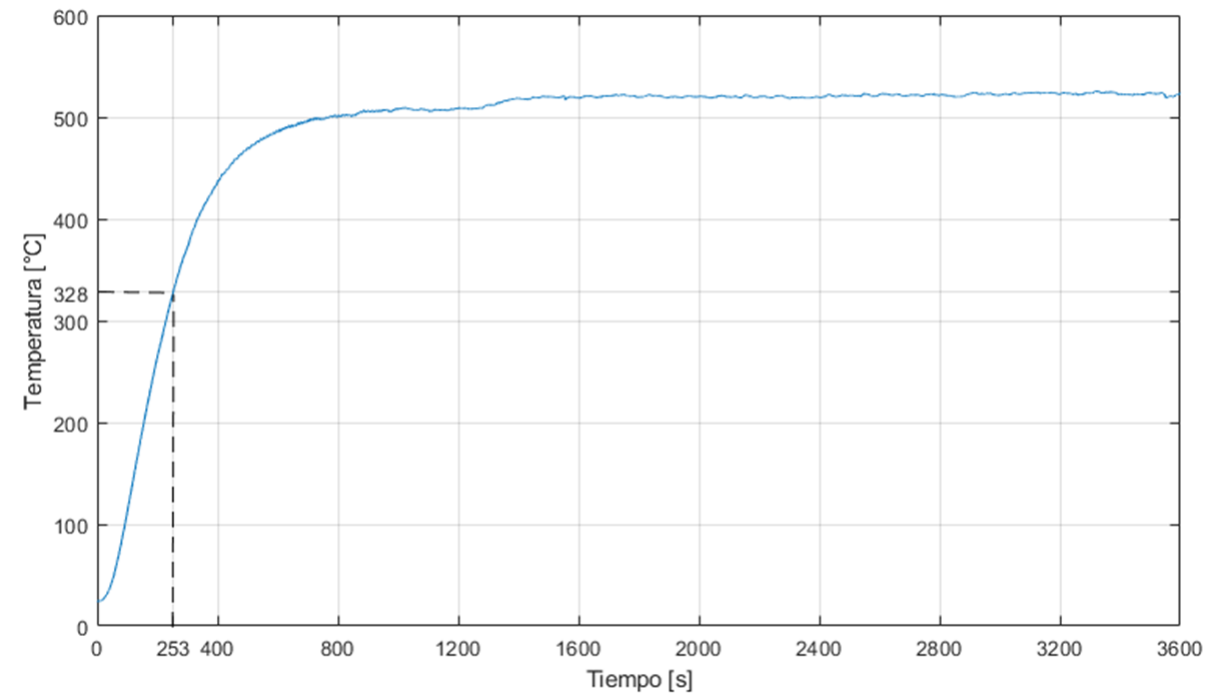


Figura 5. Respuesta del sistema de 1º orden

$$k = 4.33$$

$$T = 253$$

$$G(s) = \frac{4.33}{253s + 1}$$

Sintonización del controlador PID

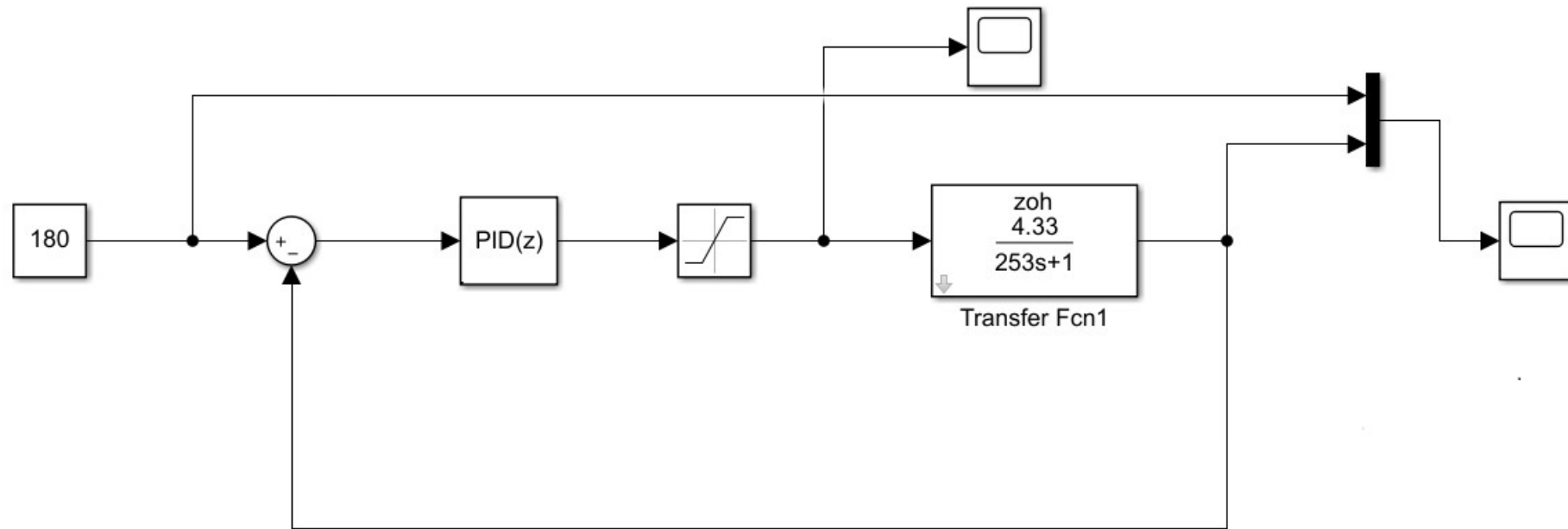


Figura 6. Diagrama en Simulink® para sintonización de controlador PID.

Donde $K_P = 0.4767$, $T_i = 0.00371$ y $T_d = 5.7580$.

Control PID

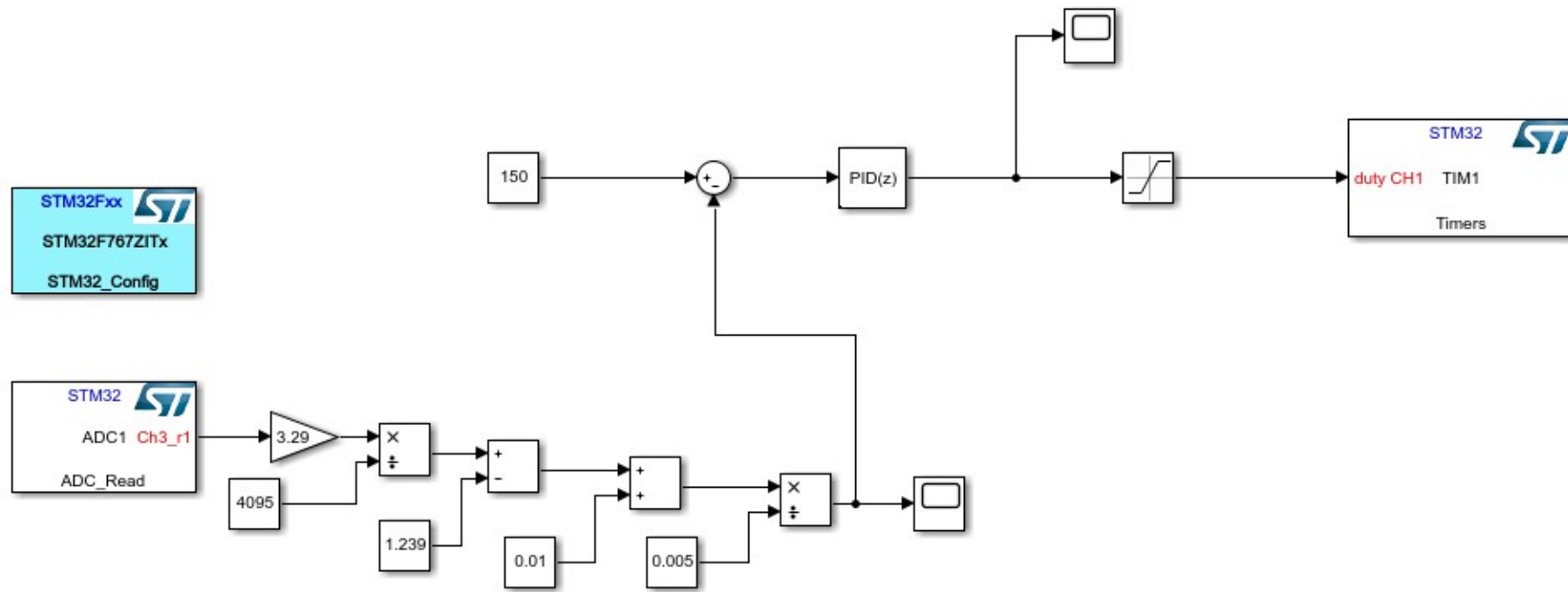


Figura 7. Programa de control en Simulink[®].

Diseño del sistema de control a lazo cerrado (PID)

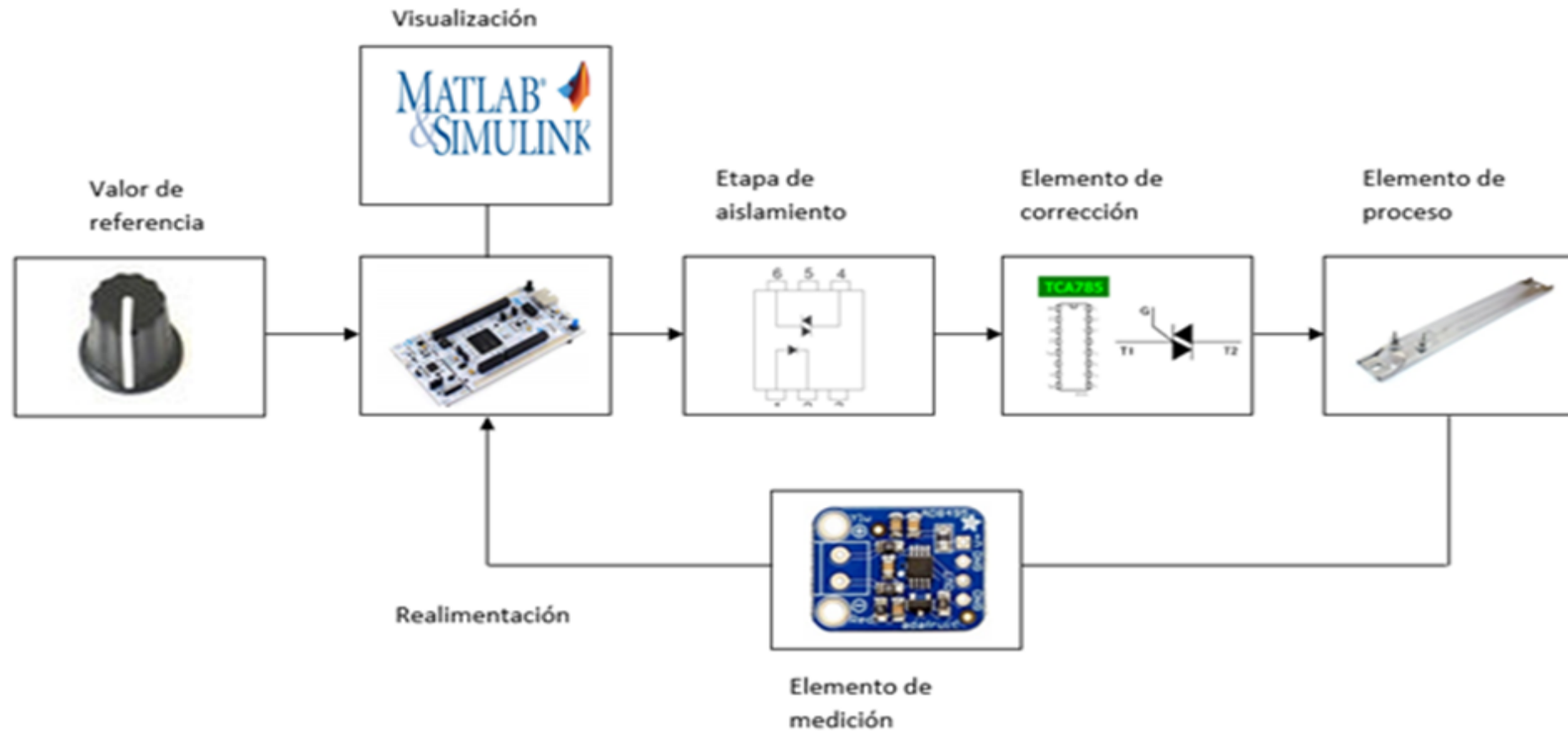


Figura 10. Sistema de control de temperatura.

Ángulo de disparo

Elemento de Corrección

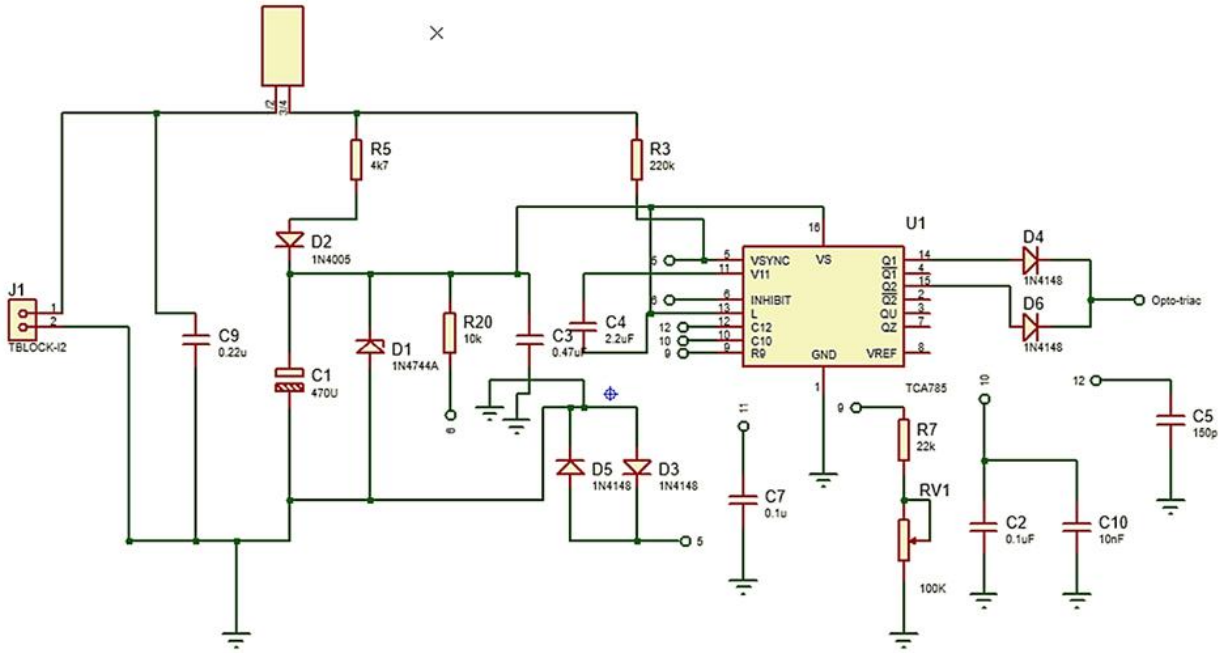
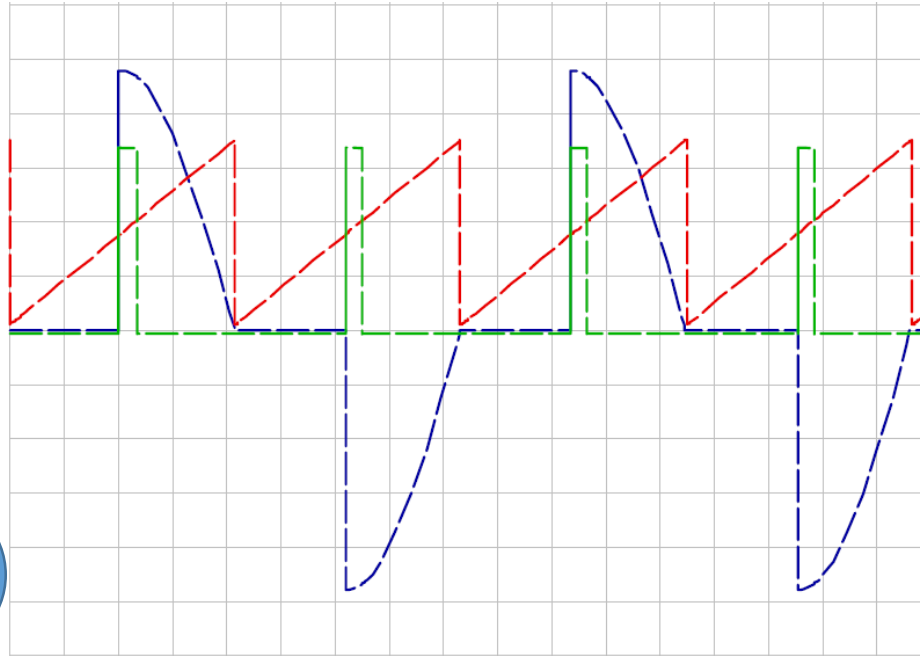
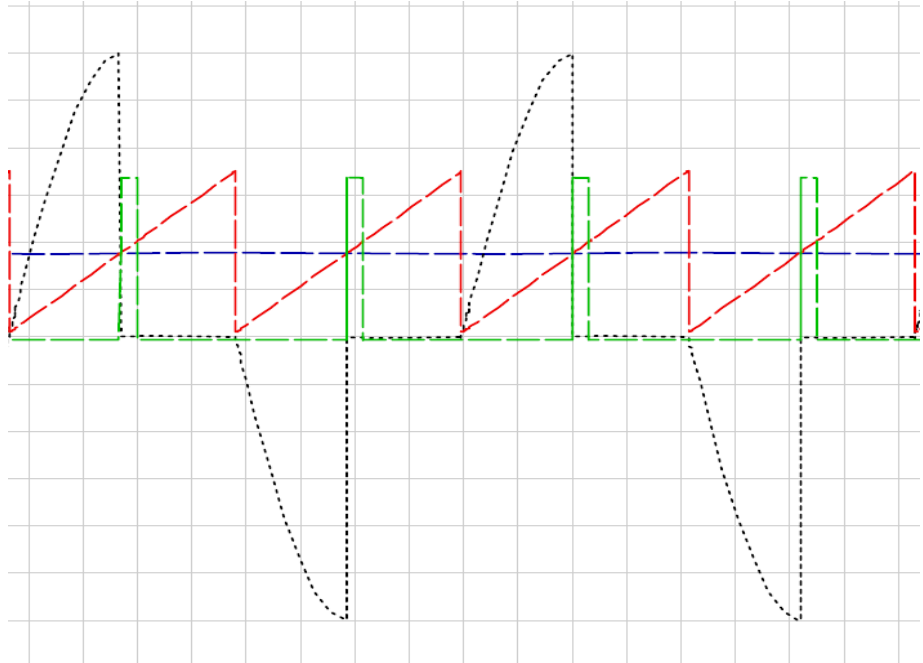


Figura 11. circuito de control de fase.

Ángulo de conducción



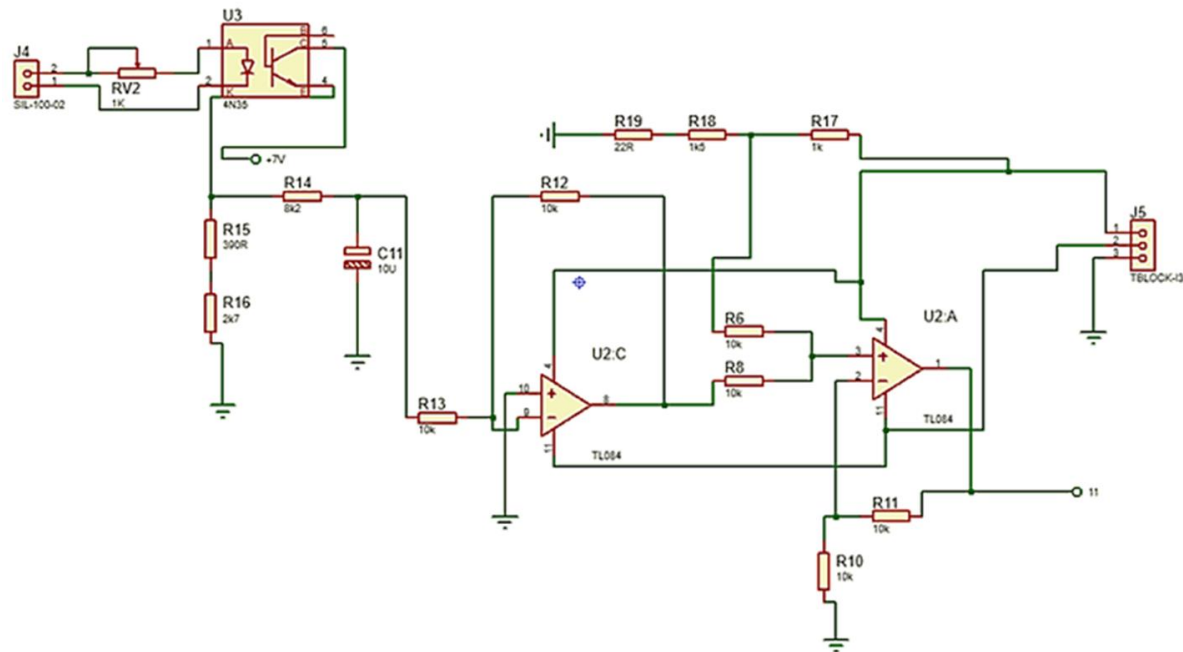


Figura 12. Circuito de aislamiento y acoplamiento entre el controlador y circuito de control de fase.

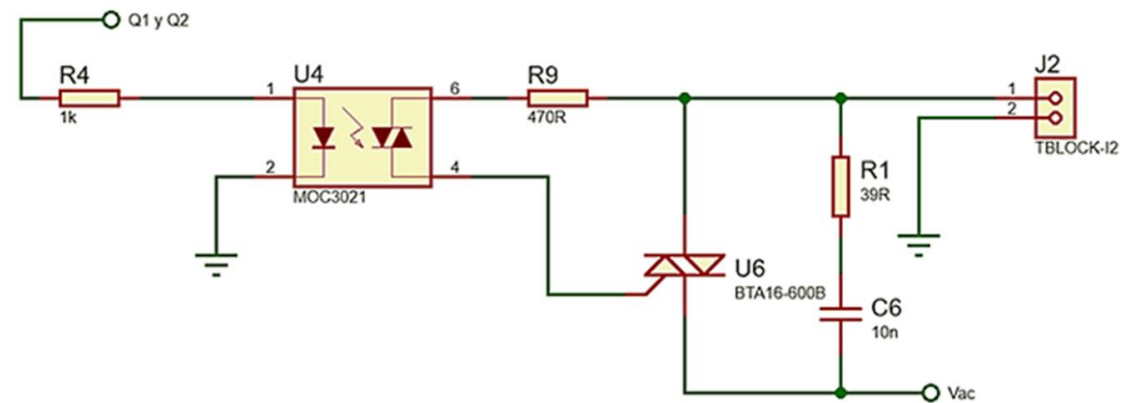
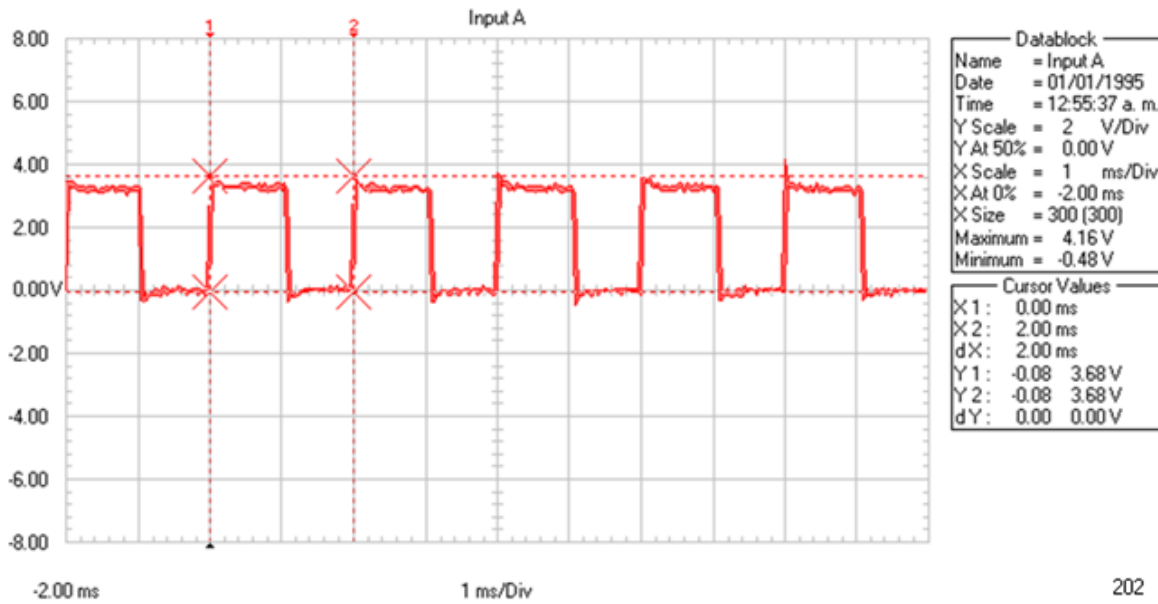


Figura 13. Circuito de Potencia

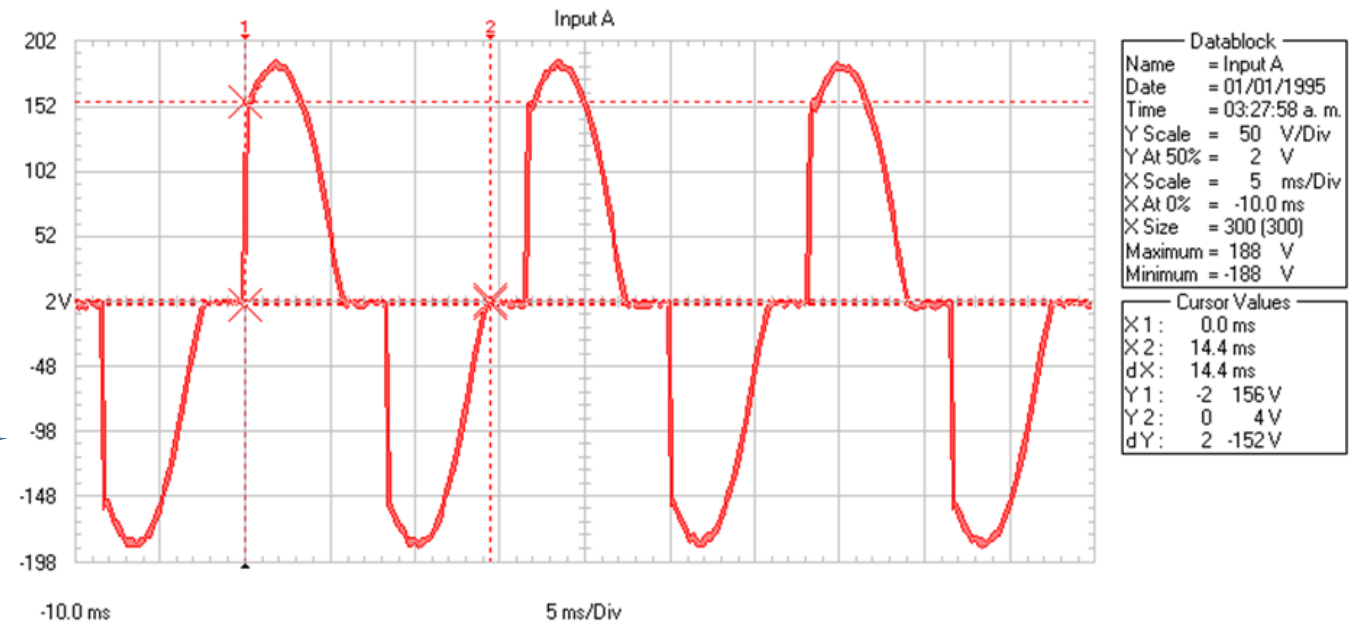
Dutycycle (PWM)	Voltaje de salida de del filtro RC	Voltaje en la carga	Voltaje de salida de del sumador	Voltaje en la carga
100%	7 V _{DC}	0 V _{AC}	7 V _{DC}	120 V _{DC}
50%	3.5 V _{DC}	60 V _{AC}	3.5 V _{DC}	60 V _{DC}
0%	0 V _{DC}	120 V _{AC}	0 V _{DC}	0 V _{DC}

Señales en la implementación de control PID



Frecuencia de 500Hz y dutycycle de 60%.

Periodo de 14.4ms y con ángulo de conducción de 130°.



Control PID

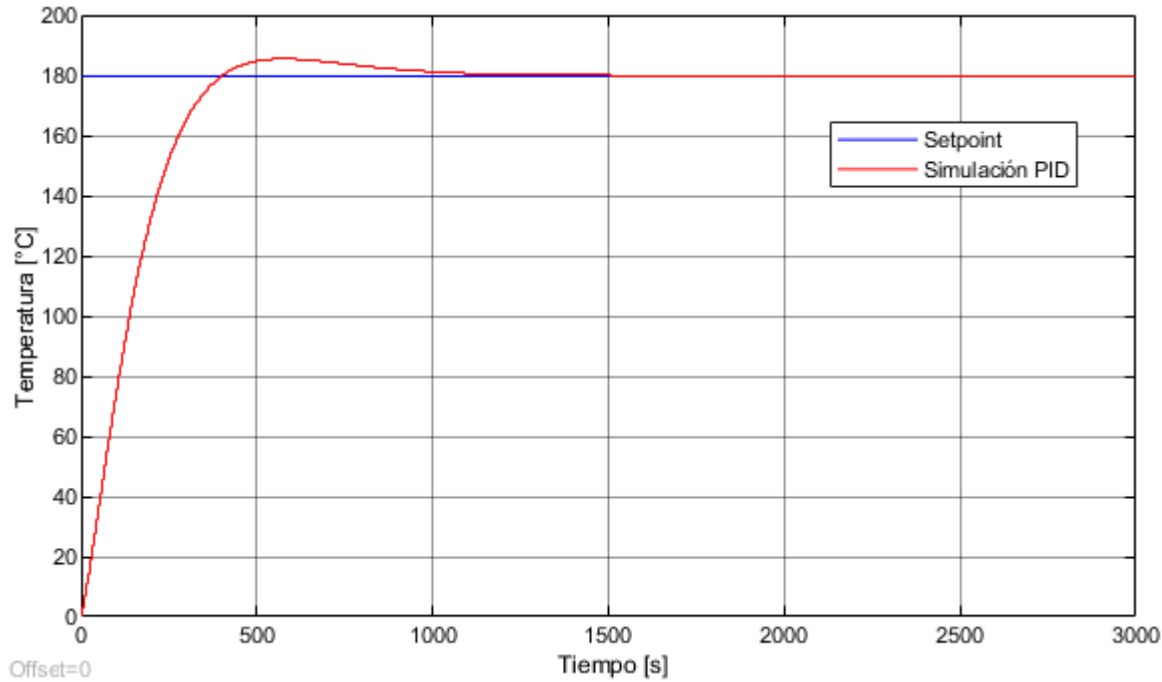


Figura 8. Curva característica del resultado de la simulación del controlador PID

Donde el valor de referencia= 180 °C:
Máximo sobre impulso (M_P) = 3.02%.
Tiempo de establecimiento (T_S) = 1150 seg.
 $Error = 0.1873^\circ\text{C}$.

Donde el valor de referencia= 180 °C:
Máximo sobre impulso (M_P) = 2.5%.
Tiempo de establecimiento (T_S) = 500 seg.
 $Error = 0.1876^\circ\text{C}$.

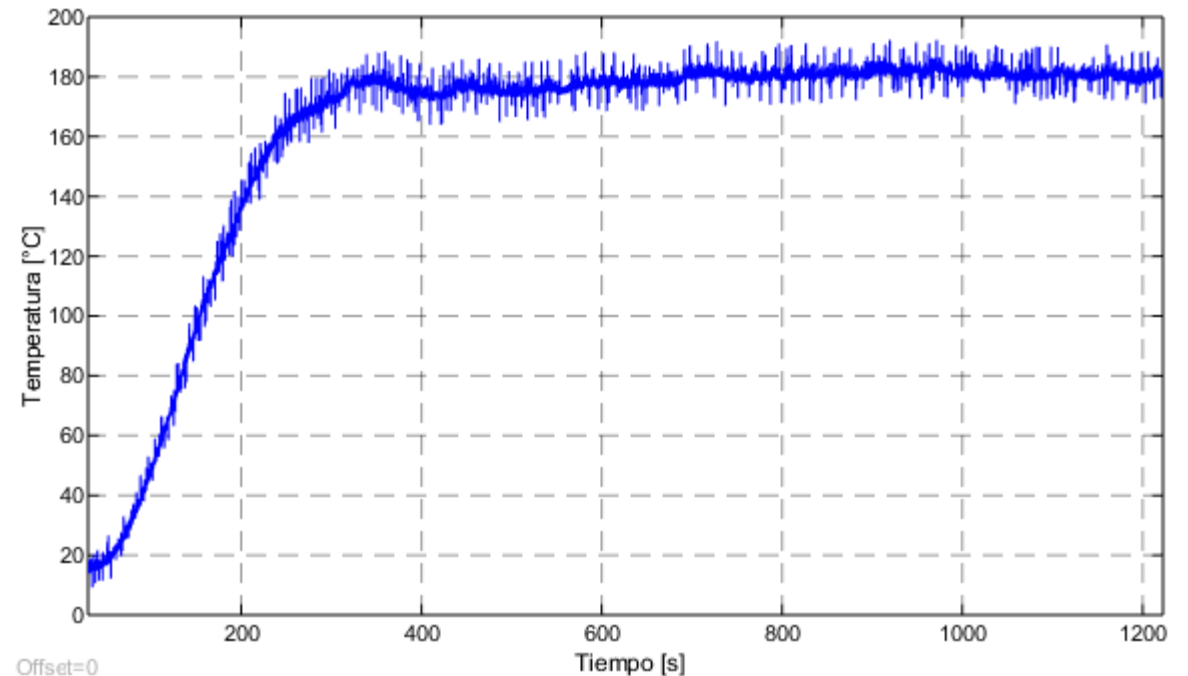


Figura 9. Curva característica del resultado de la implementación del controlador PID.

Conclusiones

Con el sistema a lazo cerrado considerando un controlador PID se obtuvo una respuesta más estable en comparación con el controlador ON-OFF; es decir, la amplitud de las oscilaciones es menor al sistema de control a lazo cerrado On-Off por esta razón se considera que la implementación del controlador PID es funcional para el control de temperatura del proceso de termoformado.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)