

Caracterización del Proceso térmico sobre-amortiguado utilizando técnicas de control en lazo abierto de primer orden para el M2CI.

Alexander Flórez Martínez, Jesús Omar Vargas Flórez
Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Fecha de Recepción: 21/05/15 – Fecha de Aceptación: 14/08/15

Resumen

En los sectores productivos, llámense de baja escala o de nivel industrializado, se manejan diversidad de procesos sobre las materias primas que sumado a la aplicación de las diversas fuentes de energía, finalmente dan lugar a los bienes, productos o servicios que terminamos consumiendo o utilizando. Para cualquiera de estos se debe tener claro el concepto de “proceso” pero no desde la productividad, sino desde el punto de vista del control, tema de interés central de este artículo, donde podemos identificar un proceso como una o más variables asociadas cuyos valores son importantes conocer y controlar, cuyo comportamiento se puede representar mediante un modelo matemático. Para comprender más claramente estos conceptos nos apoyaremos en métodos y técnicas de control en lazo abierto de primer orden que están ya predefinidos y demostrados por autores de amplia trayectoria, con los que podemos efectuar la caracterización del proceso; estos métodos serán aplicados sobre la curva de reacción del proceso térmico del M2CI, cuyo análisis fue expuesto en un artículo anterior. Recordemos que el Modulo entrenador de Instrumentación y Control Industrial (M2CI) [1], [2], es un equipo disponible en el laboratorio del CEAD Bucaramanga, el cual basa su proceso térmico en un horno tostador común, que a su vez tiene adaptado también un ventilador de modo extractor. Internamente el horno genera calor por radiación a través de dos resistencias eléctricas, en las cuales circula una corriente en la medida que se conecta el horno a línea de voltaje de 120Vac. Se tendría entonces, a la temperatura como variable de proceso, siendo esta de las más complejas para controlar a nivel industrial pues por la inercia que mantiene luego de haber alcanzado el valor deseado, confunde los parámetros con los que se configuran los sistemas de control, y de la misma manera se dificulta la caracterización del proceso.

Palabras Clave: Calentamiento, Curva de Reacción del proceso, Lazo Abierto, Ley de Joule, Métodos, Métodos de dos puntos, Método de Alfaro, Método de Smith, Tangente de ZIEGLER y NICHOLS, Temperatura.

Abstract

In the productive sectors, whether they are small-scale or industrial level, diversity of processes on raw materials which, together with the implementation of the various energy sources are handled, eventually leading to the goods, products or services that ended up consuming or using. For any of these should be clear about the concept of "process" but not from productivity, but from the point of view of control, issue of central concern of this article, where we can identify a process as one or more variables associated with values they are important to know and control, whose behavior can be represented by a mathematical model. To more clearly understand these concepts we will rely on control methods and techniques open first order are predefined and proven by authors with wide experience, with which we can make the characterization of the process loop; these methods will be applied to the thermal reaction curve M2CI process, whose analysis was discussed in a previous article. Recall that the Modulo coach Instrumentation and Control (M2CI) is a computer available in the laboratory of CEAD Bucaramanga, which bases its thermal process in a common toaster oven, which in turn has also adapted a fan extractor mode. Internally the furnace generates heat by radiation through two resistors in which a current flows in as the oven is connected to line voltage 120Vac. It would then have to temperature and process variable, this being the most complex to control industrial level because the inertia that keeps after reaching the desired value, confuses the parameters that control systems are configured, and in the same way the characterization of the process difficult.

Keywords: Warm, Process Reaction Curve, Open Loop, Joule's Law, METHODS, colon, Alfaro method, Method Smith, Tangent ZIEGLER and NICHOLS, Temperature.

I. INTRODUCCIÓN

Existen unos métodos con los cuales se puede hacer la caracterización, mediante una ecuación o modelo matemático, de la curva de reacción que tiene una planta de proceso, con la que posteriormente se podrían encontrar los parámetros proporcionales, integrales y derivativos con los

cuales se logra sintonizar un controlador. Si recordamos, para la identificación de la curva de reacción del proceso térmico del M2CI, la respuesta de la planta a una entrada de tipo escalón unitario se obtuvo de manera experimental, efectuando unas modificaciones para que esta consiguiera alcanzar un comportamiento estable, lo que en otras palabras traduciría que el proceso térmico no contiene integradores, ni polos dominantes complejos conjugados[3], con lo cual la curva de reacción o de respuesta al escalón unitario, tendría una forma similar a la de una “S”. De debe tener muy presente que si la curva obtenida en el proceso experimental no se muestra en la forma deseada, no sería acertado aplicar los métodos que se explicaran en este documento.

Figura1. Vista general del M2CI

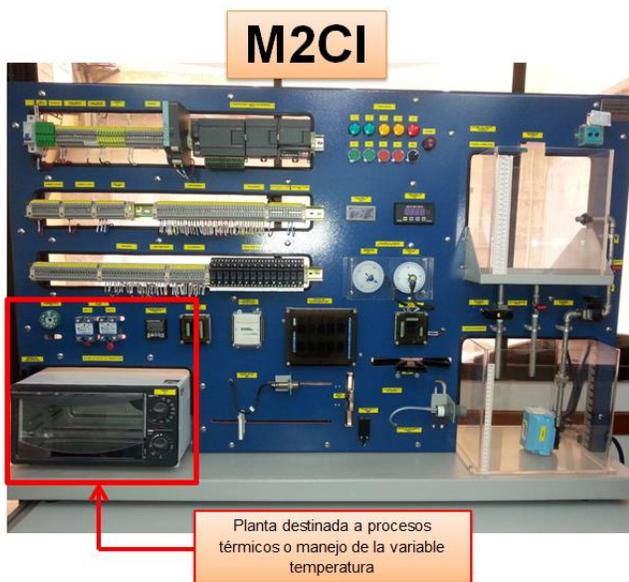
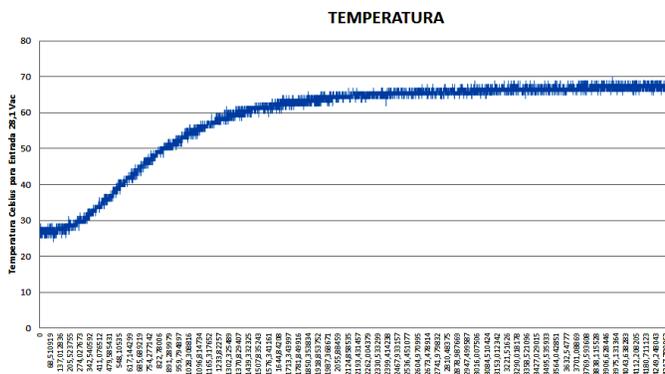


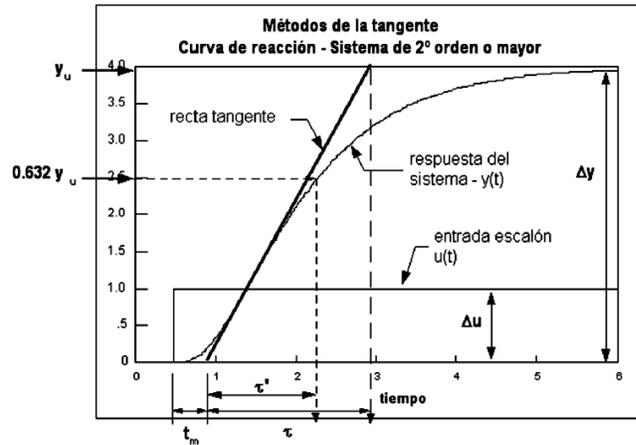
Figura2. Curva de reacción en lazo abierto para la planta térmica graficada en Excel.



Observamos pues, que el sistema térmico en lazo abierto[4] arrojo como resultado una curva de reacción en forma de “S”, en donde se pueden identificar parámetros como el tiempo muerto (t_m) y el valor máximo de estabilidad, con la cual podemos continuar el análisis de los métodos para

primer orden.

Figura3. Respuesta al escalón (curva de reacción) en lazo abierto de la planta.



II. CARACTERIZACION DEL PROCESO TERMICO SUBAMORTIGUADO UTILIZANDO LAS TECNICAS DE CONTROL EN LAZO ABIERTO:

De la curva presentada anteriormente, podemos identificar algunos valores que son importantes al momento de efectuar los métodos de caracterización, cuya respuesta nos puede clasificar la planta y el proceso en si como de primer orden.

Iniciaremos entonces aplicando el método de dos puntos de Alfaro y el método de Smith, que a su vez implemento su método basado en otros con procedimientos similares que toman dos puntos de la curva de reacción, diferenciándose únicamente en la selección de los dos instantes en que la respuesta del modelo se hace coincidir con la del proceso real.

Pueden establecerse, por consiguiente, ecuaciones generales para los métodos de dos puntos, con el fin de identificar un modelo de primer orden más tiempo muerto con base en los tiempos requeridos para alcanzar dos puntos específicos en la curva de reacción del proceso.

Si p_1 y p_2 son dos valores porcentuales del cambio en la respuesta del sistema a un cambio escalón en la entrada y t_1 y t_2 son los tiempos requeridos para alcanzar estos dos valores, como se muestra en la figura3, entonces los parámetros de un modelo de primer orden más tiempo muerto se pueden obtener de:

$$\tau = a t_1 + b t_2$$

$$t_m = c t_1 + d t_2$$

Tabla N° 1 - Constantes para la identificación de los modelos de primer orden más tiempo muerto

Método	%p ₁ (t ₁)	%p ₂ (t ₂)	A	b	c	d
Alfaro	250	75.0	-0.910	0.910	1.262	-0.262
Bröida	28,0	40.0	-5.500	5.500	2.800	-1.800
Chen y Yang	33,0	67.0	-1.400	1.400	1.540	-0.540
Ho et al.	35.0	85.0	-0.670	0.670	1.300	-0.290
Smith	28.3	63.2	-1.500	1.500	1.500	-0.500
Vitecková et al.	33.0	70.0	-1.245	1.245	1.498	-0.498

$$k_p = \Delta y / \Delta u$$

La Función de transferencia en forma normalizada:

$$G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau s + 1}$$

A. Procedimiento preliminar con los datos obtenidos en la prueba final de Laboratorio.

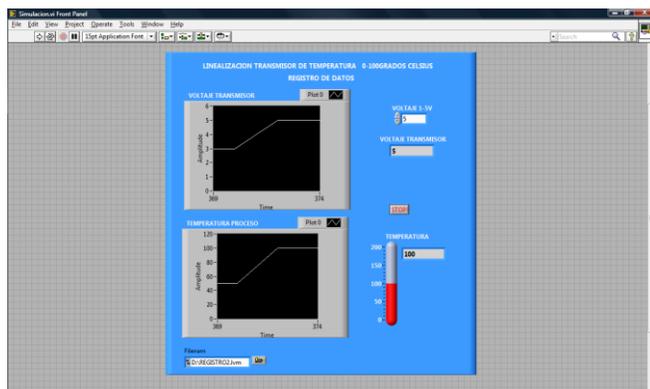
1. Recordemos que se capturaron los datos a través de un Sistema de adquisición de datos implementado con tarjeta National Instruments NI6008[5], [6], por puerto USB.

Figura4. Sistema de Adquisición de Datos (DAQ).



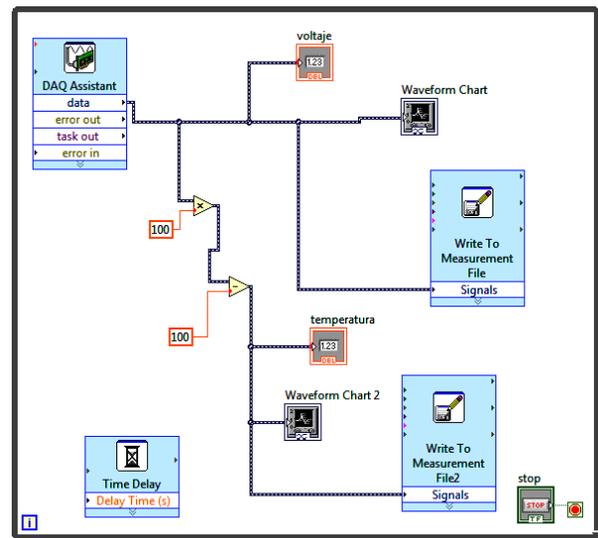
2. Interfaz gráfica de usuario, bajo plataforma LabView, registro y linealización del transmisor de temperatura y conversión a grados Celsius, rango de calibración 0-400 grados.

Figura5. GUI-LabView para el proceso térmico del M2CI



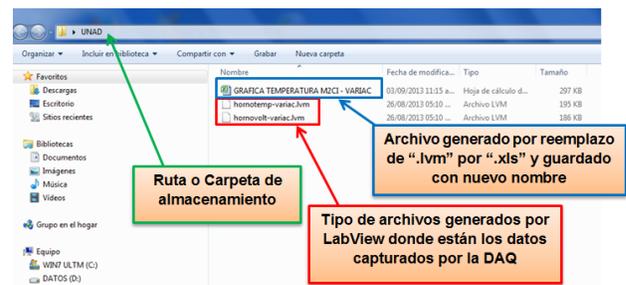
3. Se desarrolla el Código fuente y programa en Labview; Es importante tener en cuenta que Labview exporta un archivo con extensión “D:\hornotemp-variac.lvm” lo cual una vez el archivo este guardado es necesario borrar la extensión “.lvm” y sobre-escribir “.xls”; terminado este procedimiento, abrimos el archivo en formato EXCEL y nuevamente accedemos a la opción de ‘guardar como’ elegimos un nombre apropiado y en tipo de archivo seleccionamos ‘Libro de Excel’, posteriormente elegimos la carpeta de destino donde quedara almacenado este archivo, pero se recomienda que sea de fácil acceso pues nuevamente será utilizado desde MATLAB[7].

Figura6. Programa en LabView para el DAQ del proceso térmico en el M2CI.



Los archivos generados con el comando de LabView “Write to Measurement” se guardan con extensiones “.lvm”, la manera mas facil de leerlo desde Excel es colocando y reemplazando esta extensión por “.xls” y automáticamente Office reconocera el archivo para que sea guardado con un nuevo nombre. Observemos la figura que se presenta a continuación:

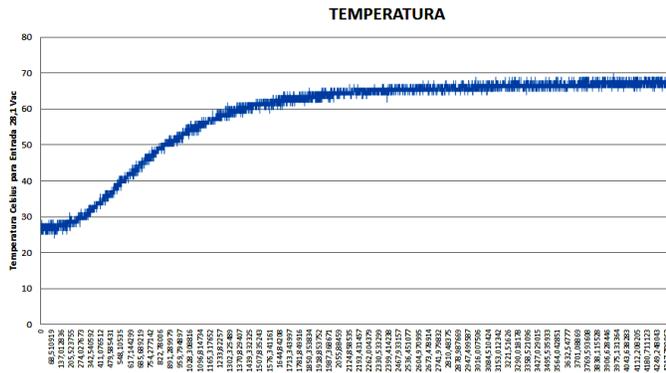
Figura7. Interpretación de los datos obtenidos por el DAQ.



4. Con los Resultados obtenidos por el sistema de adquisición de datos en Excel podemos realizar la gráfica

temperatura en el eje Y, versus tiempo de muestras en segundos para el eje X.

Figura8. Curva de reacción en lazo abierto para la planta térmica graficada en Excel



Sin embargo, es posible exportar el registro de Excel y leerlo desde MATLAB por medio de los siguientes pasos:

- Se guarda una copia del archivo pero en versión Excel 97/2000 en la carpeta de MATLAB ubicada en “C:\Program Files\MATLAB\R2012b\bin”
- El nuevo nombre asignado para este archivo en Excel será “M2CI”
- Abrimos el archivo en Excel, y renombraremos la hoja de cálculo en la parte inferior como “REGISTRO”
- Identificaremos desde que fila y en que columna están ubicados los datos que necesitaremos; para este caso específico los valores de tiempo inician en la columna “A” fila 23 (A23) y finalizan en la columna “A” fila 8738 (A8738), así mismo los valores registrados para temperatura se inician en la posición B23 y finalizan en la posición B8730, tal como se muestran en las figuras a continuación:

Figura9-10. Interpretación de los datos obtenidos desde Excel hacia Matlab.

	A	B
1	LabVIEW Measurement	
2	Writer_Version	2
3	Reader_Version	2
4	Separator	Tab
5	Decimal_Separator	,
6	Multi_Headings	No
7	X_Columns	Multi
8	Time_Pref	Absolute
9	Operator	ING_JESUS_VARGAS
10	Date	26/08/2013
11	Time	15:57,8
12	***End_of_Header***	
13	TEMPERATURA	
14	Channels	1
15	Samples	1
16	Date	26/08/2013
17	Time	15:57,8
18	X_Dimension	Time
19	X0	0,00E+00
20	Delta_X	1
21	***End_of_Header***	
22	X_Value	Untitled
23	0	28,151945
24	0,497028	28,151945
25	0,997057	26,112062
26	1,497086	26,112062

8735	4358,29128	66,909718
8736	4358,790308	66,909718
8737	4359,290337	68,949601
8738	4359,790366	66,909718
8739		
8740		
8741		

REGISTRO

- A continuación abrimos el programa de MATLAB, e ingresamos los siguientes comandos que nos permitirán leer los datos que contiene el excel:

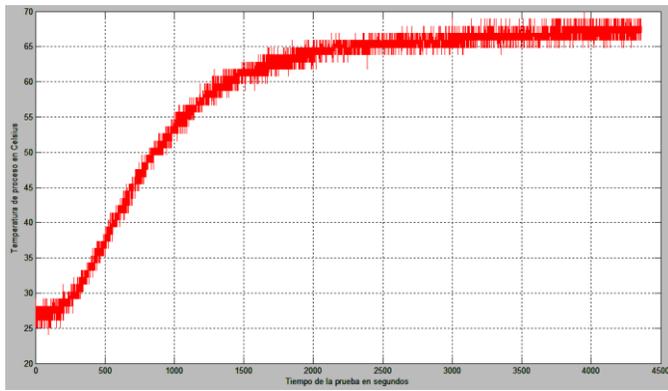
```
>>tiempo=xlsread('M2CI.xls','REGISTRO','A23:A8738')
>>grados=xlsread('M2CI.xls','REGISTRO','B23:B8738')
```

Donde 'M2CI.xls' es el nombre del archivo que se había indicado en un paso anterior. A continuación dibujamos los resultados con el comando:

```
>> plot (tiempo,grados,'r')
```

Se debe tener en cuenta que para este comando primero se enuncia la variable que corresponde al eje X, luego la variable que relaciona el eje Y, y por último, si se desea, la 'r' identifica el color que tomara la gráfica que para este caso será RED (rojo). A continuación se muestra la gráfica obtenida en MATLAB[8], [9]:

Figura11. Curva de reacción en lazo abierto para la planta térmica graficada en Matlab.



Como se observa, es muy similar a la gráfica que se obtuvo con Excel[10], por lo tanto se considera como la señal de salida en lazo abierto para el sistema térmico.

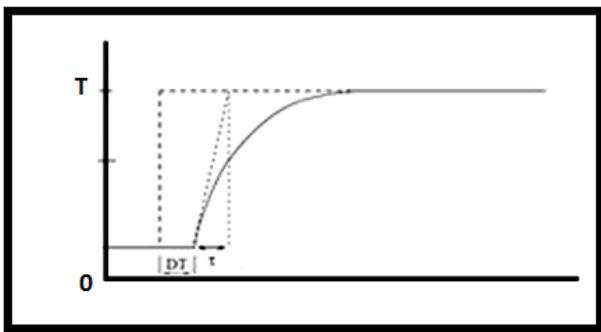
B. Caracterización del sistema empleado en el laboratorio.

Señal de entrada en lazo abierto con Voltaje alimentación aplicado a la resistencia eléctrica es 28,1V_{AC}, tiempo total de la prueba fueron 72 minutos; Teniendo en cuenta los datos recopilados podemos identificar los siguientes parámetros:

- Temperatura ambiente promedio= 27,132003°C (Offset)
- Temperatura estado estable= 66,909718 °C
- Tiempo en alcanzar el estado estable= 35,49minutos

La Señal de offset[11] está relacionada con la temperatura ambiente, pues se toma como un desfase y no permite que el sistema arranque desde 0°C.

Figura12. Curva de reacción en lazo abierto para una planta ideal.



La función de transferencia del sistema estará determinada por:

$$G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau s + 1}$$

La temperatura de entrada del sistema, se referencia con respecto al valor que arroja el indicador de temperatura, que posee el controlador local:

Figura13. Temperatura estable arrojada por el indicador del controlador.



Por lo tanto la temperatura de entrada= 64 °C

Calculo de la ganancia del sistema en lazo abierto K_p :
 $K_p = \Delta y / \Delta x$

$$\Delta x = 64 - 27,132003 = 36,867997^\circ\text{C}$$

$$\Delta y = 66,909718 - 27,02 = 39,777715^\circ\text{C}$$

$$K_p = 1,078922595$$

Aplicando el Método de dos puntos según Alfaro tenemos:

Constantes para la identificación de los modelos de primer orden más tiempo muerto						
Método	% $p_1(t_1)$	% $p_2(t_2)$	A	b	c	d
Alfaro	250	75.0	-0.910	0.910	1.262	-0.262

Determinar el % $P_1(t_1)$ con el 25% del valor de salida (según tabla).

Regla de tres:
 Δy -----100%
 Amp1 ----25%

Entonces: 39,777715°C -----100%
 Amp1-----25%

$$\text{Amp1} = (39,777715^\circ\text{C} * 25) / 100 = 9,94442875^\circ\text{C}$$

$$\text{Amp1} = 9,94442875^\circ\text{C} + \text{offset}$$

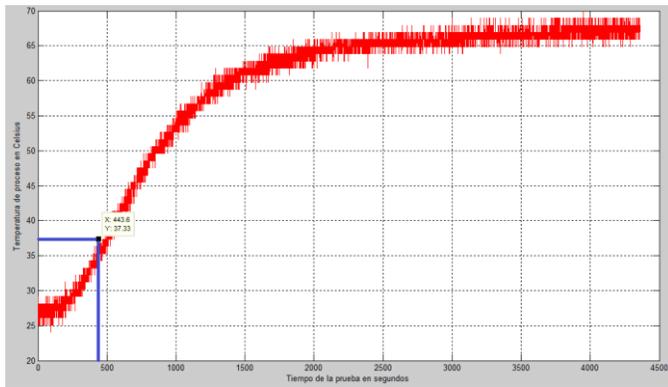
$$\text{Amp1} = 9,94442875^\circ\text{C} + 27,132003^\circ\text{C}$$

$$\text{Amp1} = 37,07643175^\circ\text{C}$$

Seleccionar de la gráfica, señal de salida en lazo abierto, la primera amplitud (amp1) con motivo de determinar el tiempo1:

Para una amplitud de 37,07643175°C el tiempo1 equivale a 443,581371segundos.

Figura14. Tiempo1 tomado de la Curva de reacción graficada en Matlab.



Tiempo1= 443,581371seg

Determinar el %P₂(t₂) con el 75% del valor de salida (según tabla).

Regla de tres:

Δy -----100%

Amp2-----75%

39,777715°C-----100%

Amp2-----75%

Amp2= (39,777715°C*75)/100= 29,83328625°C

Amp2= 29,83328625°C + offset

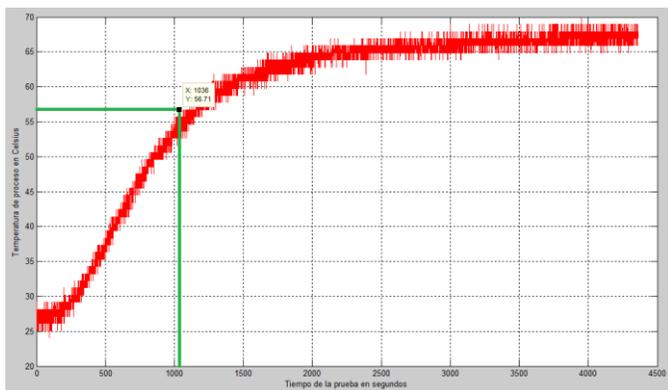
Amp2= 29,83328625°C + 27,132003°C

Amp2= 56,96528925°C

Seleccionar de la gráfica, señal de salida en lazo abierto, la amplitud (Amp2) con motivo de determinar el tiempo2:

Para una amplitud de 56,96528925°C el tiempo2 equivale a 1033,309102segundos.

Figura15. Tiempo2 tomado de la Curva de reacción graficada en Matlab.



Tiemp2= 1033,309102seg

Aplicando las ecuaciones según el método de dos puntos, podemos hallar el T(tao) y tiempo muerto:

$$\tau = a t_1 + b t_2$$

$$t_m = c t_1 + d t_2$$

Reemplazado en la formula tenemos que:

$$T=(-0,91*443,581371)+(0,91*1033,309102)$$

$$T=536,6522352seg$$

$$t_m=(1,262*443,581371)+(-0,262*1033,309102)$$

$$t_m=289,0727055seg$$

La función de transferencia en lazo abierto queda determinada por:

$$G(S)=[Kp*exp(-t_m*s)]/(T*s + 1)$$

Reemplazando:

$$G(S) = \frac{1,078922595 \cdot e^{(-289,0727055 \cdot s)}}{(536,6522352 \cdot s + 1)}$$

MÉTODO ALFARO

Se efectúa Código en Matlab para verificar si el sistema corresponde a un sistema de primer orden con retardo.

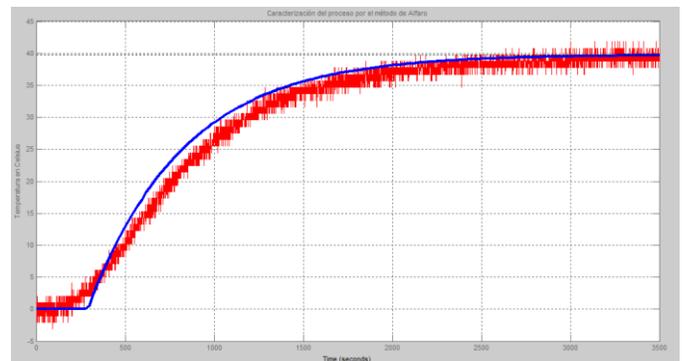
Teniendo en cuenta que la señal de entrada se representa con Δx al ingresar el código se debe multiplicar el numerador en este caso por 36,867997°C.

Código:

```
>> num=1.078922595*36.867997
>> den=[536.6522352 1]
>> G=tf(num,den)
>> G.iodelay=289.0727055
>> step(G)
>> grid on
>> hold on
```

Grafica obtenida en comparación con la inicial tomada experimentalmente:

Figura16. Grafica de la función de transferencia por el método de Alfaro en Matlab (azul).



Aplicando el Método de dos puntos según Smith tenemos:

Constantes para la identificación de los modelos de primer orden más tiempo muerto						
Método	%P ₁ (t ₁)	%P ₂ (t ₂)	A	b	c	d
Smith	28.3	63.2	-1.500	1.500	1.500	-0.500

Determinar el %P₁(t₁) con el 28,3% del valor de salida (según tabla).

Regla de tres:

Δy -----100%

Amp1----28,3%

Entonces: 39,777715°C -----100%

Amp1-----28,3%

$$Amp1 = (39,777715^{\circ}C * 28,3) / 100$$

$$Amp1 = 11,25709335^{\circ}C$$

$$Amp1 = 11,25709335^{\circ}C + \text{offset}$$

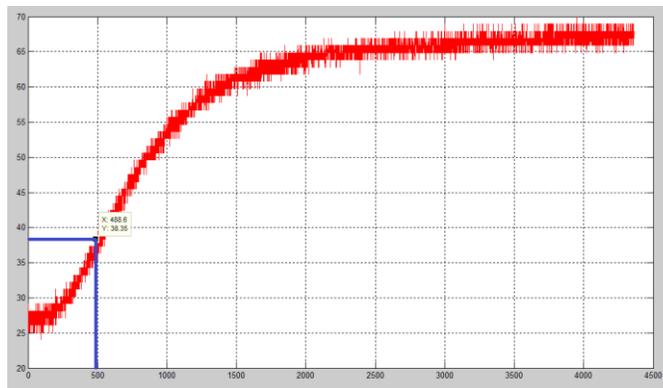
$$Amp1 = 11,25709335^{\circ}C + 27,132003^{\circ}C$$

$$Amp1 = 38,38909635^{\circ}C$$

Seleccionar de la gráfica, señal de salida en lazo abierto, la primera amplitud (amp1) con motivo de determinar el tiempo1:

Para una amplitud de 38,38909635°C el tiempo1 equivale a 488,585945segundos.

Figura17. Tiempo1 tomado de la Curva de reacción graficada en Matlab.



Tiempo1= 488,585945seg

Determinar el %P₂(t₂) con el 75% del valor de salida (según tabla).

Regla de tres:

Δy -----100%

Amp2----75%

39,777715°C-----100%

Amp2-----63,2%

$$Amp2 = (39,777715^{\circ}C * 63,2) / 100$$

$$Amp2 = 25,13951588^{\circ}C$$

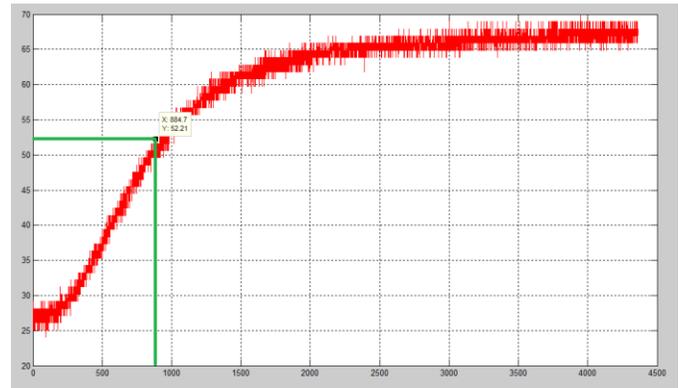
$$Amp2 = 25,13951588^{\circ}C + \text{offset}$$

$$Amp2 = 25,13951588^{\circ}C + 27,132003^{\circ}C$$

$$Amp2 = 52,27151888^{\circ}C$$

Seleccionar de la gráfica, señal de salida en lazo abierto, la amplitud (Amp2) con motivo de determinar el tiempo2: Para una amplitud de 52,27151888°C el tiempo2 equivale a 884,788607segundos.

Figura18. Tiempo2 tomado de la Curva de reacción graficada en Matlab.



Tiempo2= 884,788607seg

Aplicando las ecuaciones según el método de dos puntos, podemos hallar el T(tao) y tiempo muerto:

$$\tau = a t_1 + b t_2$$

$$t_m = c t_1 + d t_2$$

Reemplazado en la fórmula tenemos que:

$$T = (-1,5 * 488,585945) + (1,5 * 884,788607)$$

$$T = 594,303993 \text{seg}$$

$$t_m = (1,5 * 488,585945) + (-0,5 * 884,788607)$$

$$t_m = 290,484614 \text{seg}$$

La función de transferencia en lazo abierto queda determinada por:

$$G(s) = [K_p * \exp(-t_m * s)] / (T * s + 1)$$

Reemplazando:

$$G(s) = \frac{1,078922595 \cdot e^{-290,484614s}}{594,303993s + 1}$$

III. MÉTODO SMITH

Se efectúa Código en Matlab para verificar si el sistema corresponde a un sistema de primer orden con retardo. Teniendo en cuenta que la señal de entrada se representa con Δx al ingresar el código se debe multiplicar el numerador en este caso por 36,867997°C.

Código:

```
>> num=1.078922595*36.867997
>> den=[594.303993 1]
>> G=tf(num,den)
>> G.iodelay=290.484614
>> step(G)
>> grid on
>> hold on
```

Grafica obtenida en comparación con la inicial tomada experimentalmente:

Ahora se efectúa el comparativo de los dos métodos de primer orden para proceder a las conclusiones, y además dejar como sugerencia revisar un próximo artículo donde se aplicaran métodos de segundo orden antes de pasar a los parámetros de sintonización para el controlador PID[12], [13].

Figura19. Grafica de la función de transferencia por el método de Smith en Matlab (Verde).

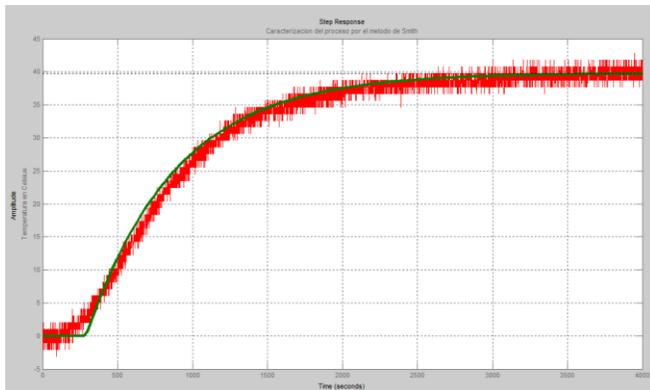
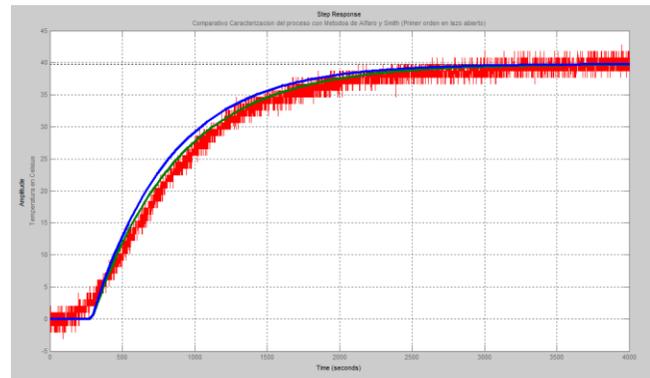


Figura20. Grafica comparativa de las funciones de transferencia por el método de Alfaro (Azul) y por el método de Smith en Matlab (Verde).



IV. CONCLUSIONES

Aunque los métodos aplicados son gráficos y se basan en la curva de reacción de la planta, describen muy bien el comportamiento del proceso térmico del M2CI con respecto a la gráfica original, sin embargo en esa caracterización se observa una pequeña desviación mientras el proceso se encuentra en ascenso hacia el estado estable.

Comparados los dos métodos aplicados, el método de Smith se ajusta más a la tendencia que tiene la función de transferencia del proceso térmico del M2CI.

Antes de utilizar técnicas para hallar los parámetros de sintonización para aplicarlos a un controlador, se recomendaría revisar el proceso térmico del M2CI, basándose en un método de segundo orden y comparar las gráficas del proceso mediante la función de transferencia que se obtengan, y finalmente seleccionar la que mejor caracterice el comportamiento del proceso.

REFERENCIAS

- [1] L. R. Rugel and E. Q. Maya, “Diseño e implementación de un entrenador de instrumentación industrial, con aplicaciones en los procesos de temperatura, presión y nivel,” 2014.
- [2] N. S. Vera and F. I. Ramírez, “Diseño e implementación de un módulo entrenador de procesos industriales con aplicación a las variables de nivel y caudal,” 2007.
- [3] J. Esquivel and J. Ruiz, “Posicast Control with Nonzero Initial Conditions,” *IEEE Lat. Am. Trans.*, 2008.
- [4] C. Smith, A. Corripio, and S. Basurto, “Control automático de procesos: teoría y práctica,” 1991.
- [5] F. Enríquez, E. Sifuentes, G. Bravo, and A. Castro, “Sistema Embebido para Validar el Funcionamiento de la Tarjeta de Adquisición de Datos USB-6009 de National Instruments,” *Inf. tecnológica*, 2016.
- [6] A. Parrado, “Tarjeta de adquisición de datos de bajo

costo multiplataforma orientada a la enseñanza de los sistemas de control en tiempo real,” *Rev. Educ. en Ing.*, 2009.

- [7] D. Hanselman and B. Littlefield, “Mastering MATLAB 5: A comprehensive tutorial and reference,” 1997.
- [8] S. Nakamura, R. García, and R. Gutiérrez, “Análisis numérico y visualización gráfica con MATLAB,” 1997.
- [9] R. del Río, “Gráficas con Matlab,” *la aritmética al análisis Hist. y Desarro.*, 2004.
- [10] J. Walkenbach, “Excel 2007. Programación con VBA,” 2007.
- [11] D. B. Solé, “Control en modo deslizante aplicado a la generación de señal en convertidores conmutados DC/DC,” 1999.
- [12] V. Ruiz, “Métodos de sintonización de controladores PID que operan como reguladores,” *J. Trop. Eng.*, 2002.
- [13] I. Ruge, “Método básico para implementar un controlador digital pid en un microcontrolador pic para desarrollo de aplicaciones a bajo costo,” *Apl. en Control Pontecia y la Ind.*, 2008.



Ing. Alexander Flórez Martínez, Ingeniero en Instrumentación y Control Electrónico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bucaramanga, Especialista en

Automatización Industrial de la Universidad Santo Tomas de Bucaramanga, Diplomado en Instrumentación, Automatización y Control Virtual UPB, Diplomado en herramientas Computacionales para Ingeniería, certificación especializada en administración de energía para entornos TI Schneider Electric, certificación especializada en sistemas de RACK's y PDU'S Schneider Electric, Certificado movilidad (Wireless) DAC Dlink Advanced Certification, 5 años de experiencia como docente, 8 años de experiencia en sector industria enfocado al desarrollo de proyectos en el área de: electrónica, telecomunicaciones, automatización de procesos. Actualmente director de proyectos de la empresa Grupo SIATEC Ltda y como docente e Investigador en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, y adelanta estudios para optar por el título de Magister en Controles Industriales con la Universidad de Pamplona.

V. BIOGRAFIA



Ing. Jesús Omar Vargas Flórez, Ingeniero Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga y Especialista en Automatización Industrial de la Universidad Santo Tomas de Bucaramanga, con Formación de

Alto Nivel en Gestión Estratégica de la Innovación, Diplomado en Instrumentación, Automatización y Control Virtual, Diplomado en Herramientas Computacionales para Ingeniería, Certificaciones con D-Link Technology Institute como DPC (D-Link Partner Certification) D-Support for Wireless y DAC (D-Link Advanced Certification) para las nuevas Tendencias en Tecnologías de Conectividad y Movilidad en redes de datos. Más de 5 años de experiencia como docente, 8 años de experiencia en sector industria enfocado al desarrollo de proyectos en el área de electrónica, telecomunicaciones y automatización de procesos. Actualmente se desempeña como Gerente de la empresa Grupo SIATEC Ltda, además está vinculado como docente e Investigador en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, y adelanta estudios para optar por el título de Magister en Controles Industriales con la Universidad de Pamplona.