

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309314771>

Controladores Pid auto-ajustables Self-tuning Pid controllers

Article · May 2014

CITATIONS

0

READS

1,143

2 authors:



Julio Cesar Cuenca

Pontificia Universidad Javeriana

12 PUBLICATIONS 16 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Jorge Enrique Carrión González

Universidad Nacional de Loja (UNL)

11 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Proyecto de Investigación UNL: Desarrollo de un algoritmo inteligente para el estudio técnico económico del régimen de operación de la redes de distribución eléctrica de la ciudad de Loja [View project](#)

Controladores PID auto-ajustables

Self-tuning PID controllers

Investigadores: Ing. Julio César Cuenca Tinitana Mg. Sc.,
Ing. Jorge Enrique Carrión González Mg. Sc.

Introducción

El controlador que actualmente se encuentra en mayor porcentaje en funcionamiento en la industria es el de estructura PID, debido principalmente a que puede ser ajustado con relativa facilidad. Existen diferentes métodos de ajuste que permiten obtener los parámetros del controlador con los que se consigue un buen comportamiento del sistema a lazo cerrado, con un adecuado rechazo a perturbaciones. Es

por esta razón, principalmente, que durante muchos años se han incorporado este tipo de controladores en procesos industriales.

Por lo dicho anteriormente se ha invertido apreciable esfuerzo en desarrollar o amoldar nuevas estrategias de control a controladores PID. Como ejemplo está el caso de los controladores PID auto-ajustables.

La acción de auto-ajuste se puede interpretar como cambiar el comportamiento acorde a

las circunstancias. Intuitivamente, un controlador autoajustable es aquel capaz de modificar su comportamiento en respuesta a cambios en la dinámica del proceso a controlar o de las perturbaciones, cuando su sintonía es requerida.

En el trabajo se presenta el desarrollo de una estructura PID auto-ajustable, para una planta de prueba, y se muestra dos métodos para la sintonía de sus parámetros.

Metodología

PID auto-ajustable basado en margen de fase prefijado

Se desarrolla una función capaz de efectuar la simulación de una planta con un controlador auto-ajustable siguiendo el esquema mostrado en la figura 1.

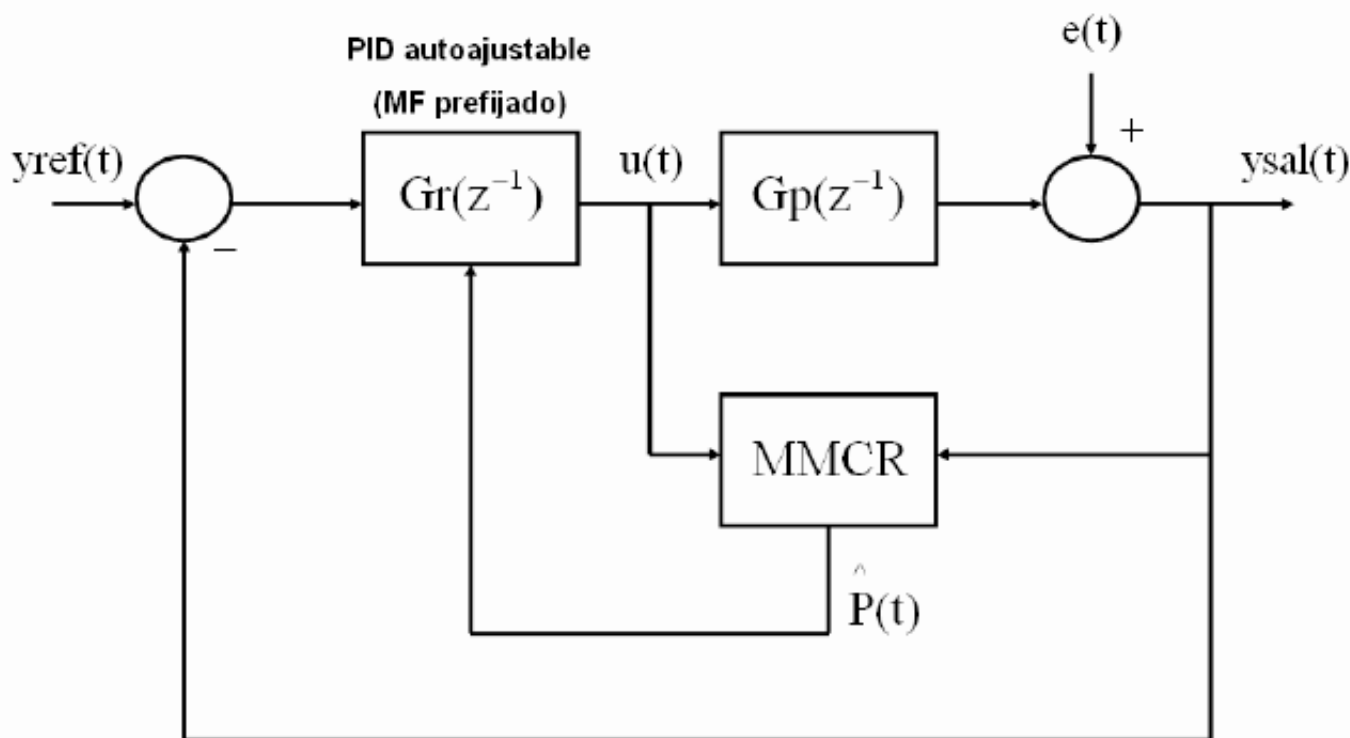


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema con controlador PID auto-ajustable basado en margen de fase prefijado
La metodología utilizada para programar el algoritmo se puede resumir en los siguientes puntos:

- Se define margen de fase, amplitud de ruido y ganancia k_m . Se resume en la Tabla I estos valores

Tabla 1. Parámetros Iniciales

Parámetro	Valor
Margen de fase	$\pi/3$ (60°)
Amplitud ruido	0, 0.1, 0.3, 0.5
K_m	0.5

Se toma varios coeficientes de amplitud para el error, esto para probar la eficacia del controlador.

- Se definen condiciones iniciales necesarias, como es el caso de: n orden del sistema, ϕ coeficiente de olvido exponencial, P vector con parámetros iniciales del sistema, entrada $u(t)$, salida $y(t)$, y referencia.

Se define además:

$$P(0) = \begin{bmatrix} 1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$Z(0) = 0 \quad (2)$$

$$C(0) = \begin{bmatrix} 100 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 100 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 100 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 100 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 100 \end{bmatrix} \quad (3)$$

En la Tabla II, se muestra un resumen de los parámetros con los que inicia el proceso de identificación:

Tabla 2. Condiciones Iniciales

Orden del sistema n	2
Vector P	$[1 \ 0.3 \ 1 \ -0.02 \ 0.63]$
Referencia	5
k	1
T_c	1

- Obtención de $u(t)$
- Cálculo de $y(t)$ y de $e(t)$.
- Estimación de $P(t)$, de aquí se regresa al punto 3 hasta terminar el ciclo.
- Finalmente, se muestran los resultados gráficos.

PID auto-ajustable basado en asignación de polos

Se desarrolla una función capaz de efectuar la simulación de una planta con un controlador auto-ajustable siguiendo el esquema mostrado en la figura 2.

La metodología utilizada para programar el algoritmo se puede resumir en los siguientes puntos:

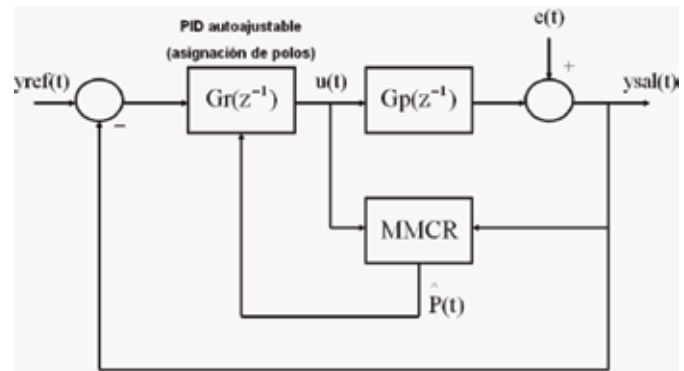


Figura 2. Diagrama de bloques del sistema con controlador PID auto-ajustable basado en asignación de polos

- Se define polo triple, amplitud de ruido y ganancia K_m . Se resume en la Tabla III estos valores.

Tabla 3. Parámetros Iniciales

Parámetro	Valor
Polo triple a	5
Amplitud ruido	0, 0.1, 0.3, 0.5
K_m	0.8

Se toma varios coeficientes de amplitud para el error, esto para probar la eficacia del controlador.

- Se definen condiciones iniciales necesarias, como es el caso de: n orden del sistema, ϕ coeficiente de olvido exponencial, P vector con parámetros iniciales del sistema, entrada $u(t)$, salida $y(t)$, y referencia.

Se define además:

$$P(0) = \begin{bmatrix} 1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$Z(0) = 0 \quad (5)$$

$$C(0) = \begin{bmatrix} 100 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 100 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 100 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 100 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 100 \end{bmatrix} \quad (6)$$

En la Tabla IV, se muestra un resumen de los parámetros con los que inicia el proceso de identificación:

Tabla 4. Condiciones Iniciales

Orden del sistema n	2
Coeficiente ϕ	0.99
Vector P	$[1 \ 0.3 \ 1 \ -0.02 \ 0.63]$
Referencia	5

- Obtención de $u(t)$
- Cálculo de $y(t)$ y de $e(t)$.
- Estimación de $P(t)$, de aquí se regresa al punto 3 hasta terminar el ciclo.
- Finalmente, se muestran los resultados gráficos.

Resultados

Simulando los algoritmos para los datos y los diferentes coeficientes de error, se obtienen los siguientes resultados:

Para una amplitud del error = 0

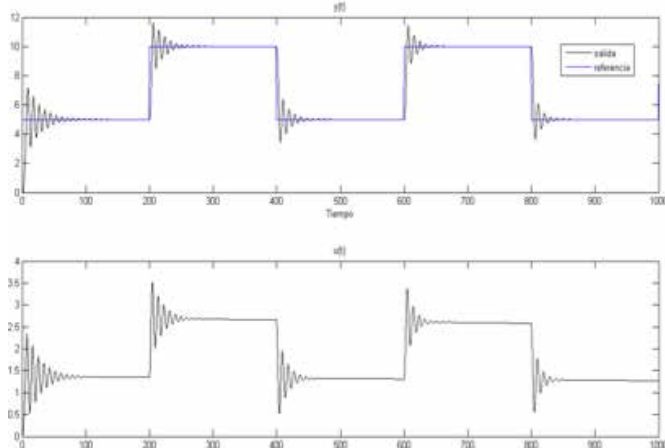


Figura 3. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado en margen de fase $Amp_error=0$

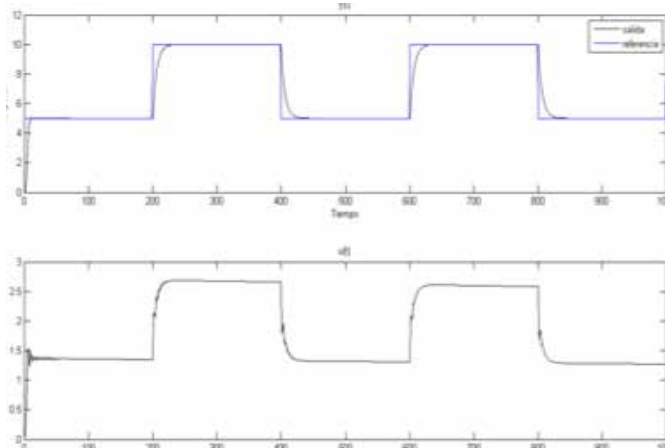


Figura 4. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado asignación de polos $Amp_error=0$

Para una amplitud del error = 0.1

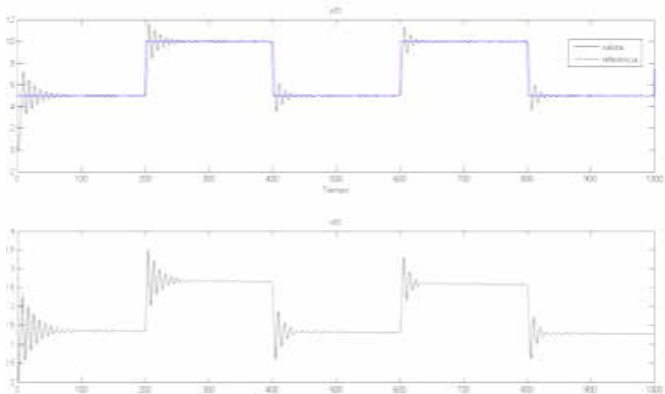


Figura 5. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado en margen de fase $Amp_error=0.1$

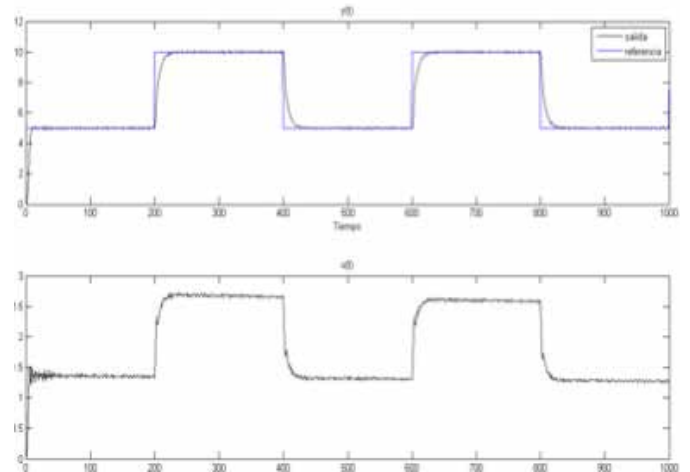


Figura 6. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado asignación de polos $Amp_error=0.1$

Para una amplitud del error = 0.3

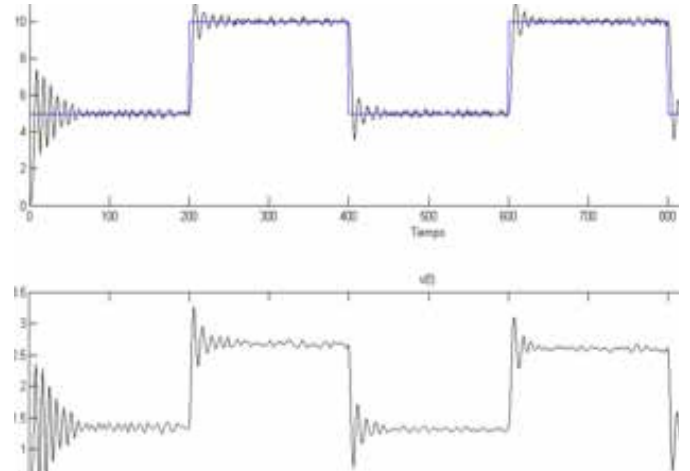


Figura 7. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado en margen de fase $Amp_error=0.3$

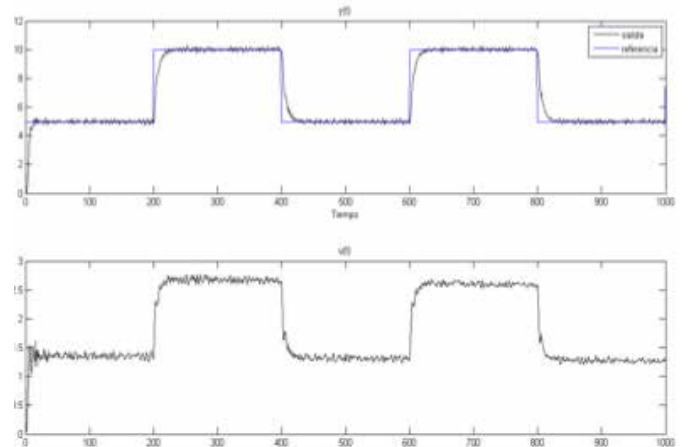


Figura 8. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado asignación de polos $Amp_error=0.3$

Para una amplitud del error = 0.5

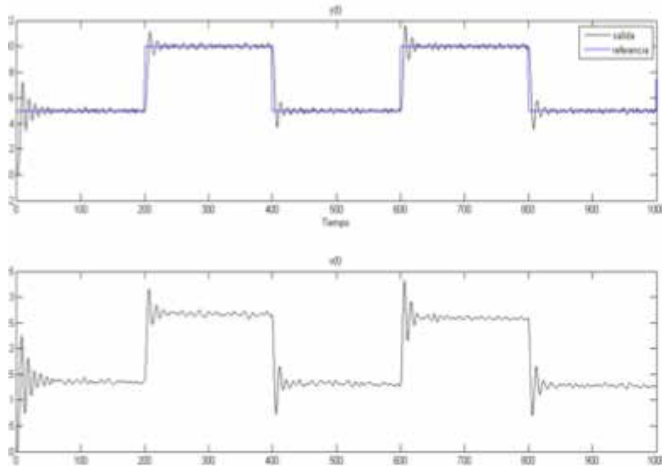


Figura 9. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado en margen de fase Amp_error=0.5

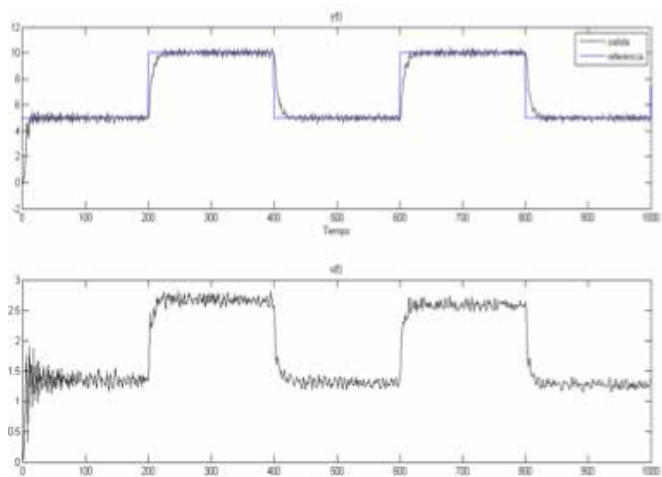


Figura 10. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado asignación de polos Amp_error=0.5

En el presente trabajo se ha desarrollado los algoritmos para el control de una planta de segundo orden mediante PID auto-ajustable basado en dos criterios: margen de fase prefijado y asignación de polos. Manipulando el valor de la amplitud del ruido se pudo analizar

Palabras clave: Mínimos Cuadrados Recursivo, ARX, PID, PID auto-ajustable

Para una amplitud del error = 1

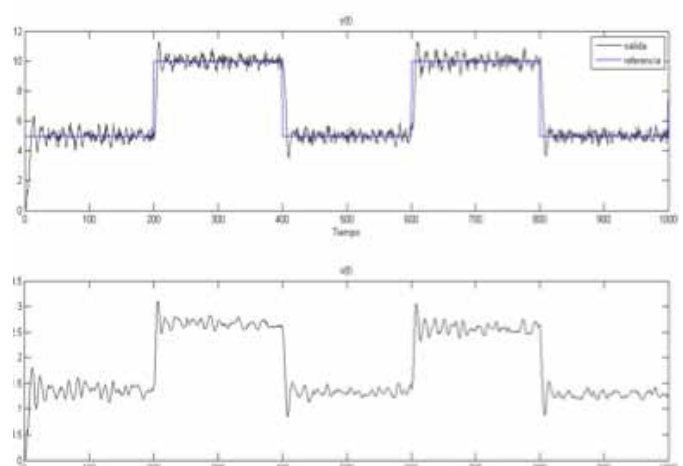


Figura 11. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado en margen de fase Amp_error=1

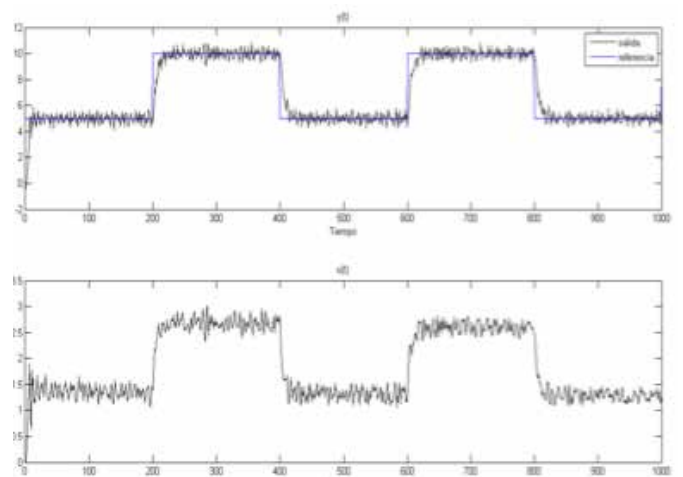


Figura 12. Gráfica salida, referencia y señal de control para sistema PID auto-ajustable basado asignación de polos Amp_error=1

el comportamiento del sistema ante estas variaciones, para los dos métodos, obteniéndose resultados satisfactorios. Se ha utilizado un valor de ganancia adicional Km, para atenuar o eliminar las sobrecargas, cuyo valor se determina arbitrariamente.