

XXIV Cursos de verano
de la UNED, 2013

**Control de Procesos:
Aplicaciones en el entorno MATLAB-SIMULINK**

Ajuste de controladores

Fernando Morilla García
Dpto. Informática y Automática
E.T.S.I. Informática, UNED

Segovia 8 al 12 de julio de 2013



Contenido

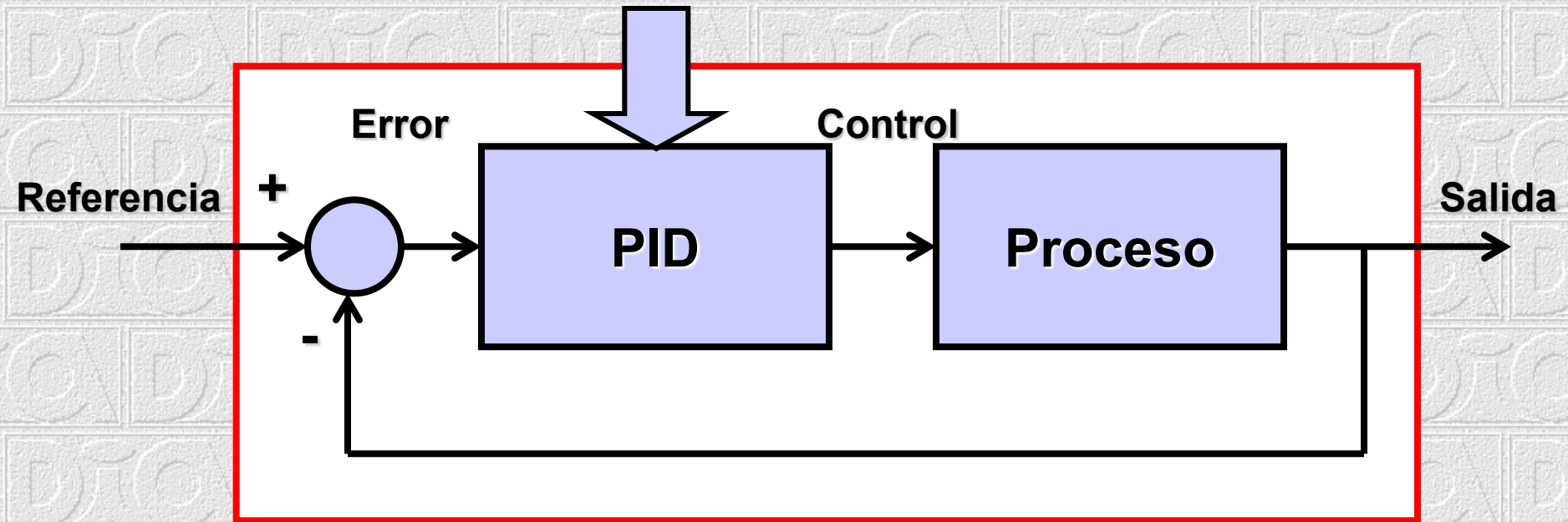
- ▶ 1 Introducción
- ▶ 2 Ajuste por prueba y error
- ▶ 3 Fórmulas de sintonía (ajuste empírico)
 - ▶ 3.1 Aspectos generales
 - ▶ 3.2 Fórmulas más importantes
 - ▶ 3.3 Ejemplos de aplicación
- ▶ 4 Ajuste analítico
- ▶ 5 Resumen
- Bibliografía



1 Introducción

¿Qué se entiende por ajuste (sintonía)?

¿ K_p , T_i , T_d ?





1 Introducción

¿Qué se entiende por ajuste (sintonía)?

Determinación de los parámetros de control, de acuerdo con algún conjunto de especificaciones (**criterio de sintonía**)

¿Cuándo es necesaria la sintonía?

En la puesta en marcha de un sistema de control (1ª sintonía o presintonía)

Cuando el usuario observa un deterioro del comportamiento del sistema de control (**supervisión + sintonía**)

Tanto la supervisión como la sintonía se pueden automatizar; de ahí los términos “sintonía automática” y “autosintonía”



2 Ajuste por prueba y error

¿Qué se entiende por prueba y error?

Modificaciones sucesivas de los parámetros de control hasta conseguir las especificaciones.

¿Qué inconvenientes presenta?

Sucesivas comprobaciones del comportamiento del sistema en lazo cerrado; **NO** permitidas en la planta real (por el coste en tiempo y el coste en la producción), **SÍ** posibles off-line (en simulación).

No hay certeza de poder conseguir las especificaciones.

¿Por qué se utiliza?

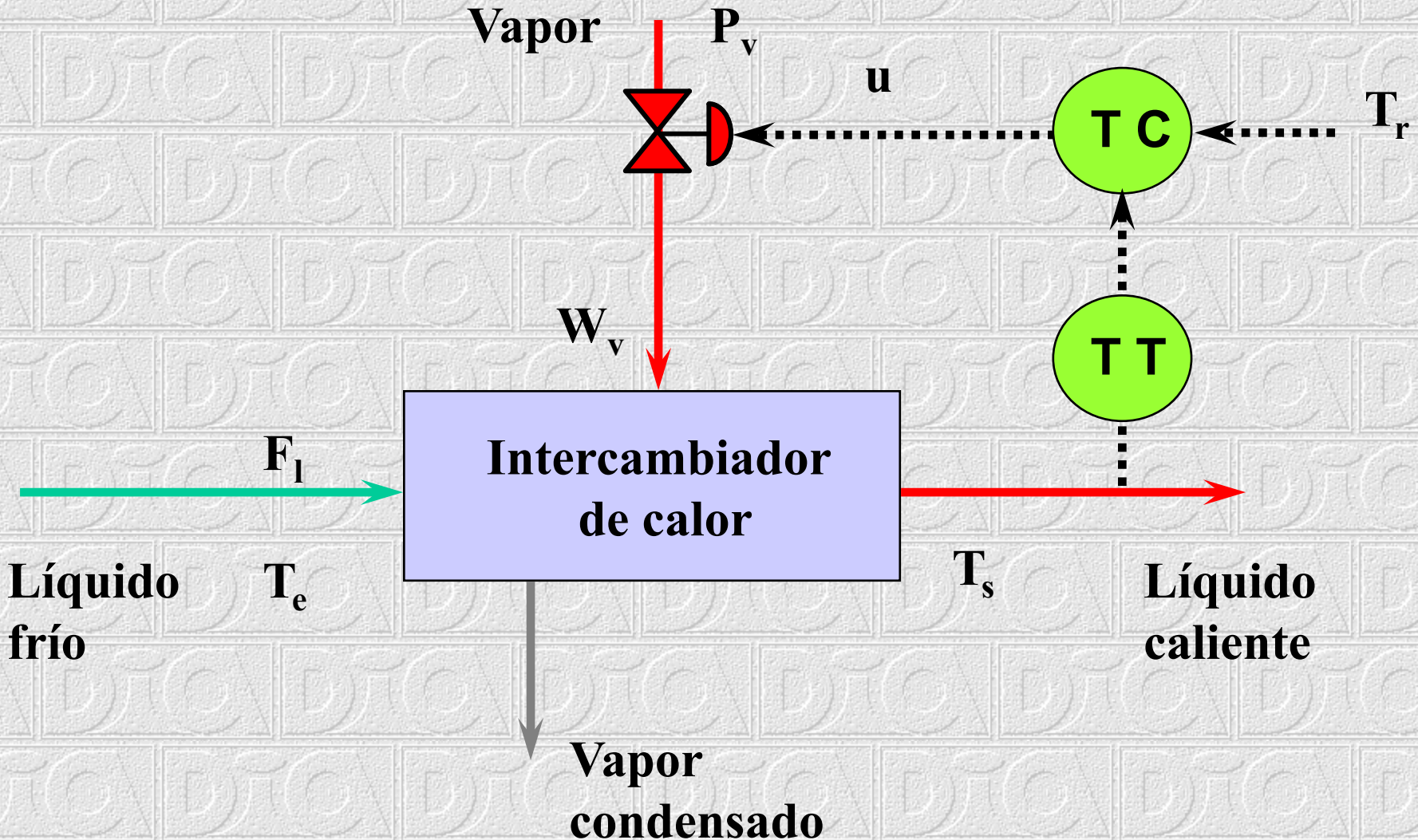
Porque hay personas muy experimentadas, con modelos empíricos del sistema de control (proceso+controlador)

Es complemento (**ajuste fino**) de otros procedimientos de ajuste.



2 Ajuste por prueba y error

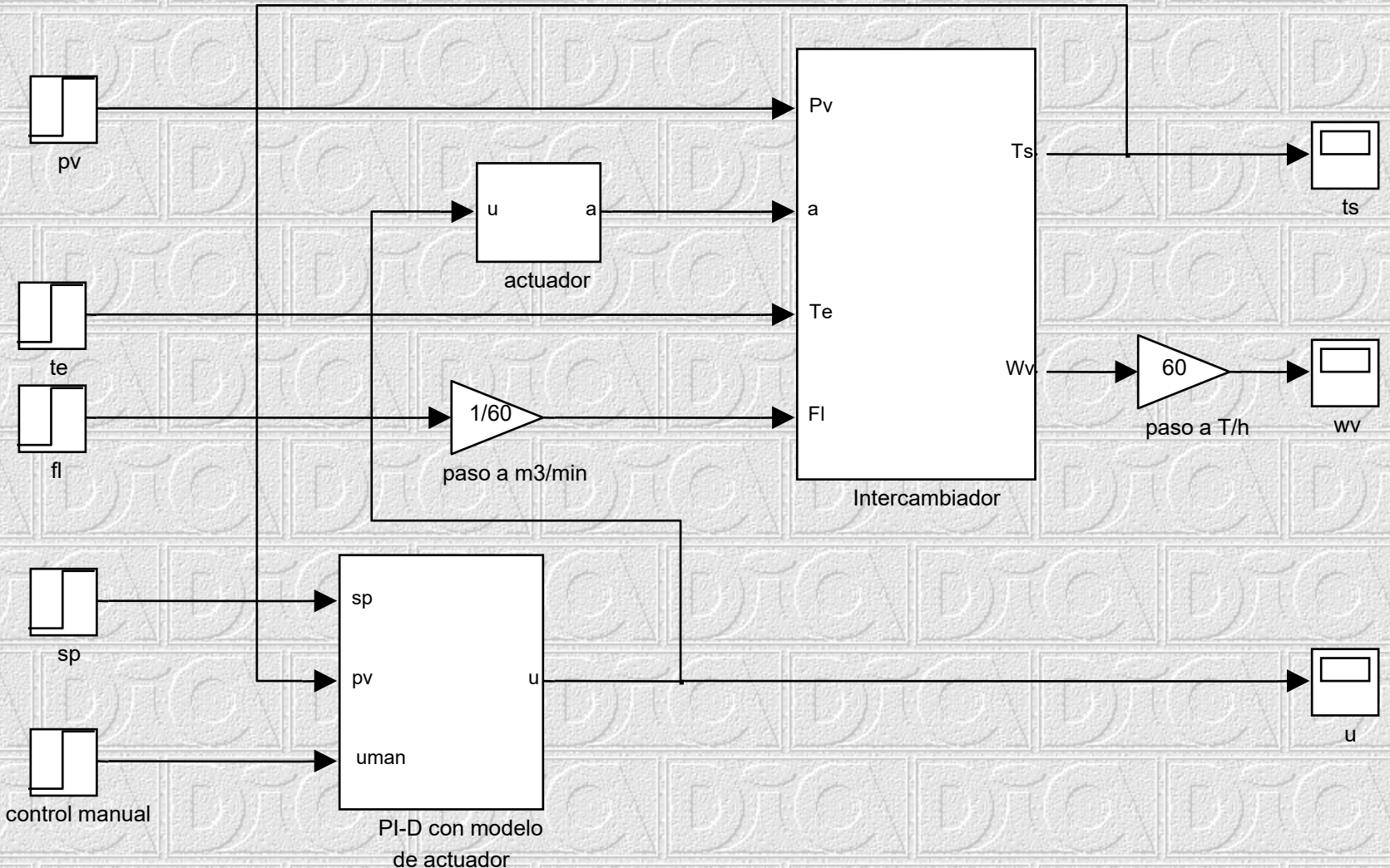
Control de temperatura en un intercambiador de calor





2 Ajuste por prueba y error

Simulación en SIMULINK del control de temperatura en un intercambiador de calor





3 Fórmulas de sintonía

¿Qué se entiende por fórmulas de sintonía?

Expresiones de los parámetros de control en función de determinadas características (modelo simple) del proceso.

El PASO 2 de un típico procedimiento de ajuste.

¿Qué características presentan?

Resumen la experiencia de otras personas.

Son específicas para un tipo de modelo, un tipo de controlador y un criterio de sintonía.

Son aproximaciones en un rango limitado de características del proceso, requieren un posterior ajuste fino.

Son muy utilizadas en la industria y están implícitas en muchos reguladores industriales.



3.1 Aspectos generales

Características (modelo simple) del proceso

Experiencia en lazo abierto (respuesta a un escalón):

ganancia, constante de tiempo y retardo

(K, T_p, T_o)

ganancia, constantes de tiempo y retardo

(K, T_{p1}, T_{p2}, T_o)

ganancia, coeficiente de amortiguamiento, frecuencia natural y retardo

$(K, \delta, \omega_n, T_o)$

Experiencia de oscilación mantenida en lazo cerrado:

ganancia crítica y período de la oscilación mantenida

(K_c, t_c)



3.1 Aspectos generales

Tipo de controladores

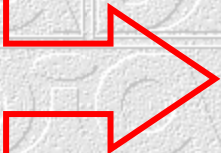
P

PI

PID no interactivo

PID interactivo

PID paralelo



tratados de forma independiente o como casos particulares del PID no interactivo



3.1 Aspectos generales

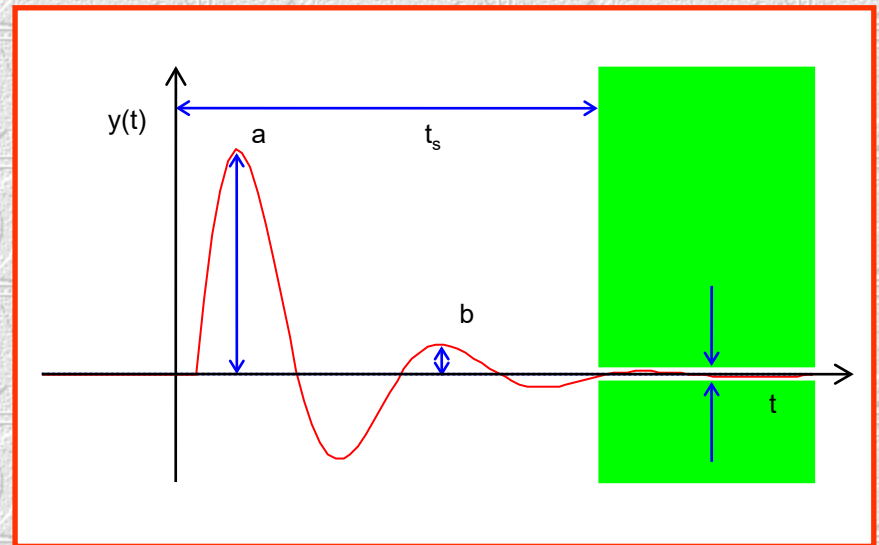
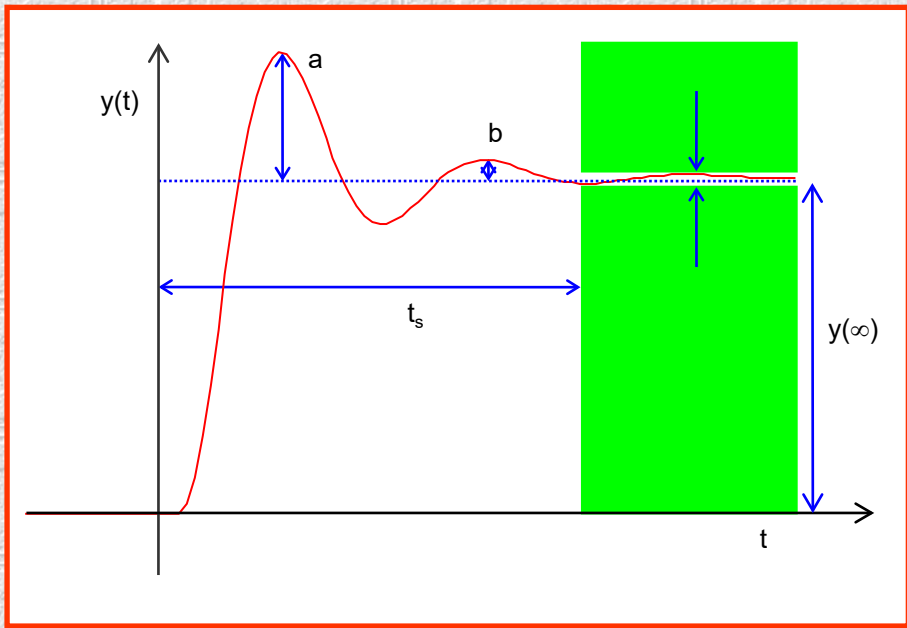
Criterios de sintonía

Características de la respuesta temporal para cambio en la carga o para cambio en la señal de referencia

Razón de amortiguamiento (b/a)

Tiempo de asentamiento (t_s)

Máxima sobreelongación (m_p)

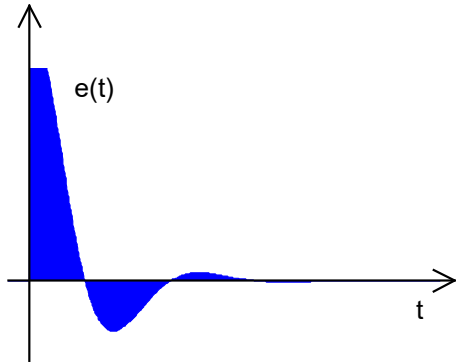




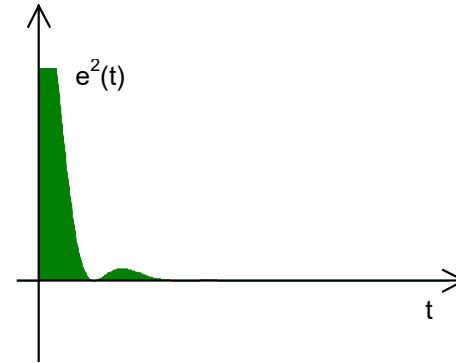
3.1 Aspectos generales

Criterios de sintonía

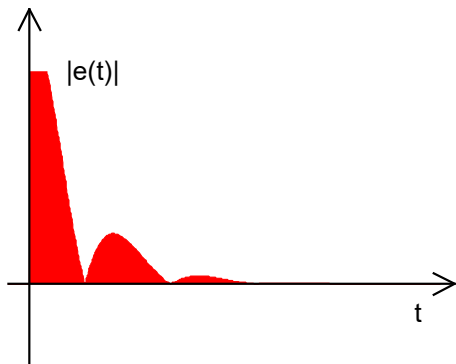
Minimización de integrales de la señal de error



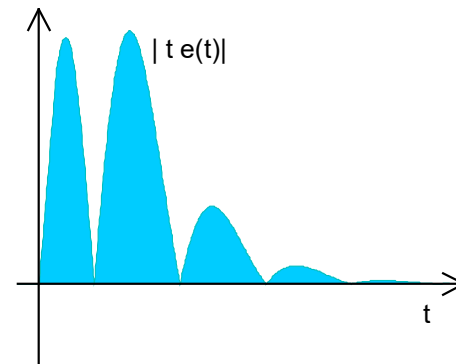
IE (Integral del error)



ISE (Integral del cuadrado del error)



IAE (Integral del valor absoluto del error)



ITAE (Integral del valor absoluto del error ponderado en el tiempo)



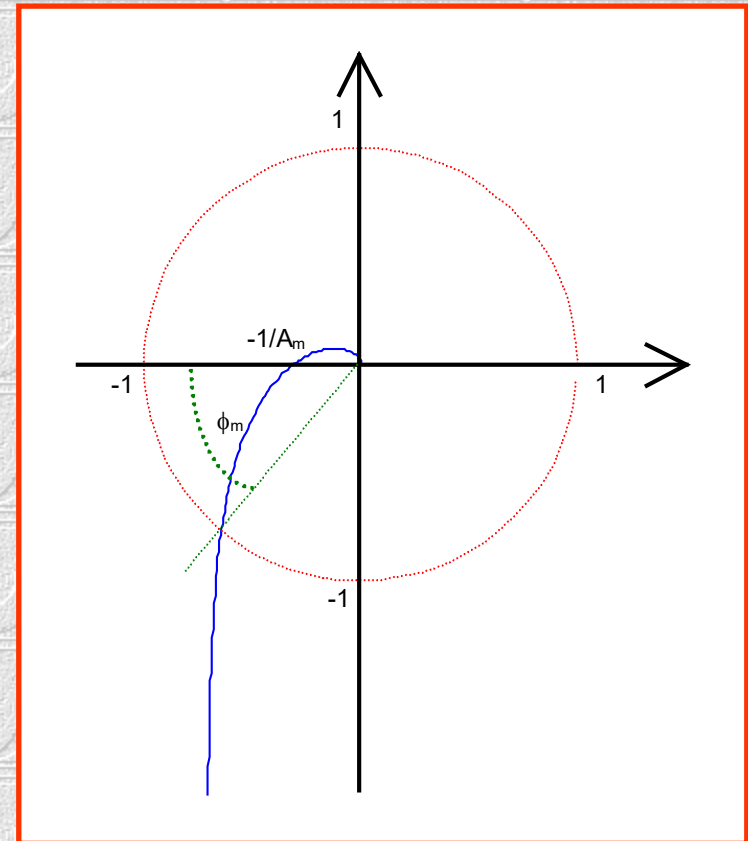
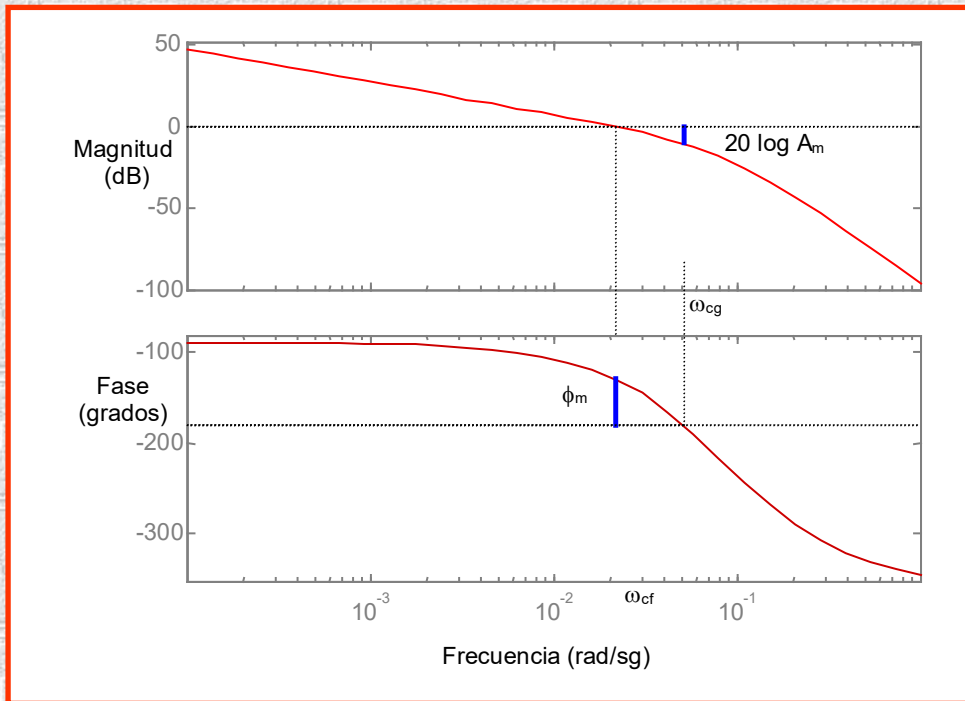
3.1 Aspectos generales

Criterios de sintonía

Características de la respuesta en frecuencia del controlador + proceso

Margen de fase (ϕ_m)

Margen de ganancia (A_m)





3.1 Aspectos generales

Criterios de sintonía

- Las características temporales son las más fáciles de inspeccionar (**validación de la sintonía**).
- Determinadas características se pueden cumplir con varios juegos de parámetros de control (**no unicidad de la sintonía**).
- El mínimo absoluto de una integral siempre está asociado a unos parámetros de control (**unicidad de la sintonía**).
- Los mismos criterios temporales para cambios en la carga y cambios en la consigna no son posibles (**¿tipo de cambio?**).
- Los criterios de respuesta en frecuencia tratan de garantizar estabilidad (**combinación de ϕ_m y A_m**).
- No olvidar las relaciones que existen entre las características de respuesta temporal y de respuesta en frecuencia.



3.2 Fórmulas más importantes

Ziegler y Nichols (1942)

Características del proceso:

(K_c, t_c) obtenidas de una experiencia de oscilación mantenida

(K, T_p, T_o) obtenidas de una experiencia en lazo abierto

Estable en lazo abierto

Criterio de sintonía:

Razón de amortiguamiento 1/4 para cambio en la carga

Características de las fórmulas:

Controladores: P, PI y PID (no interactivo)

Para PID; $T_D = T_I/4$

Importancia de las fórmulas:

Las primeras, las más conocidas, las más citadas

Han inspirado las de otros autores



3.2 Fórmulas más importantes

Ziegler y Nichols (1942)

Controlador	Parámetros	Lazo cerrado	Lazo abierto
P	K_p	$0.5 K_c$	$\frac{T_p}{K T_o}$
PI	K_p	$0.45 K_c$	$0.9 \frac{T_p}{K T_o}$
	T_I	$\frac{t_c}{1.2}$	$\frac{T_o}{0.3}$
PID no interactivo	K_p	$0.6 K_c$	$1.2 \frac{T_p}{K T_o}$
	T_I	$\frac{t_c}{2}$	$2 T_o$
	T_D	$\frac{t_c}{8}$	$0.5 T_o$



3.2 Fórmulas más importantes

Lopez, Murrill y Smith (1967)

Criterios de sintonía: MISE, MIAE, MITAE cambio en la carga

Controladores: PI, PID no interactivo

Rovira, Murrill y Smith (1969)

Criterios de sintonía: MISE, MIAE, MITAE cambio en la referencia

Controladores: PI, PID no interactivo

Kaya y Scheib (1988)

Criterios de sintonía: MISE, MIAE, MITAE cambio en la carga y en la referencia

Controladores: PID interactivo y PID paralelo

Expresión general y análisis comparativo de estas fórmulas
(Morilla, 1990)



3.2 Fórmulas más importantes

Aström y Hägglund (1984)

Características del proceso:

(K_c , $\omega_c=2\pi/t_c$) obtenidas por el método del relé

Criterio de sintonía: a elección del usuario

(ϕ_m) margen de fase

(A_m) margen de ganancia

Características de las fórmulas:

Controladores: P, PID no interactivo

Grado de libertad en el caso PID: $\alpha = T_I/T_D$

Importancia de las fórmulas:

Sin limitación a priori

Se han impuesto en los reguladores industriales comerciales



3.2 Fórmulas más importantes

Aström y Hägglund (1984)

Controlador	Ajuste por margen de fase (ϕ_m)	Ajuste por margen de ganancia (A_m)
P		$K_p = \frac{K_c}{A_m}$
PI		
PID no interactivo	$K_p = K_c \cos \phi_m$ $T_I = \frac{1}{2 \alpha \omega_c} \left(\operatorname{tg} \phi_m + \sqrt{4 \alpha + \operatorname{tg}^2 \phi_m} \right)$ $T_D = \alpha T_I$	$K_p = \frac{K_c}{A_m}$ $T_I = \frac{1}{\sqrt{\alpha} \omega_c}$ $T_D = \alpha T_I$



3.2 Fórmulas más importantes

Ho y colaboradores (1995 y 1997)

Características del proceso:

(K, T_p, T_o) , (K, T_{p1}, T_{p2}, T_o) o $(K, \delta, \omega_n, T_o)$

Obtenidas de una experiencia en lazo abierto

Estable en lazo abierto

Criterio de sintonía: a elección del usuario

Márgenes de fase (ϕ_m) y de ganancia (A_m)

Características de las fórmulas:

Controlador PI si (K, T_p, T_o)

Controlador PID interactivo si (K, T_{p1}, T_{p2}, T_o)

Controlador PID no interactivo si $(K, \delta, \omega_n, T_o)$

Importancia de las fórmulas:

Las primeras en combinar especificaciones (ϕ_m) y (A_m)



3.2 Fórmulas más importantes

Ho y colaboradores (1995 y 1997)

$$\omega_p = \frac{A_m \left(\frac{\pi \phi_m}{180} - \frac{\pi}{2} \right) + \frac{\pi}{2} A_m^2}{(A_m^2 - 1) T_o}$$

Modelo del proceso	$\frac{K}{T_p s + 1} e^{-T_o s}$	$\frac{K}{(T_{p1} s + 1)(T_{p2} s + 1)} e^{-T_o s}$	$\frac{K}{(s^2 + 2 \delta \omega_n s + \omega_n^2)} e^{-T_o s}$
Controlador	PI	PID interactivo	PID no interactivo
K_p	$\frac{\omega_p T_p}{A_m K}$	$\frac{\omega_p T_{p1}}{A_m K}$	$\frac{2 \omega_p (\pi \delta \omega_n + \pi \omega_p - 2 \omega_p^2 T_o)}{\pi A_m K}$
T_I	$\frac{1}{2 \omega_p - \frac{4 \omega_p^2 T_o}{\pi} + \frac{1}{T_p}}$	$\frac{1}{2 \omega_p - \frac{4 \omega_p^2 T_o}{\pi} + \frac{1}{T_{p1}}}$	$\frac{2 (\pi \delta \omega_n + \pi \omega_p - 2 \omega_p^2 T_o)}{\pi \omega_n^2}$
T_D	0	T_{p2}	$\frac{\pi}{2 (\pi \delta \omega_n + \pi \omega_p - 2 \omega_p^2 T_o)}$



3.2 Fórmulas más importantes

Aström y Hägglund (2005): AMIGO

Características del proceso:

(K_c, t_c) obtenidas de una experiencia de oscilación mantenida

(K, T_p, T_o) obtenidas de una experiencia en lazo abierto

Estable en lazo abierto

Criterio de sintonía: a elección del usuario

Máximo de la función de sensibilidad ($M_s=1.4$), para garantizar

$\phi_m \geq 41^\circ$ y $A_m \geq 3.5$

Características de las fórmulas:

Controladores: PI, PID

Importancia de las fórmulas:

Las más ambiciosas, intentan reemplazar a las de ZN



3.2 Fórmulas más importantes

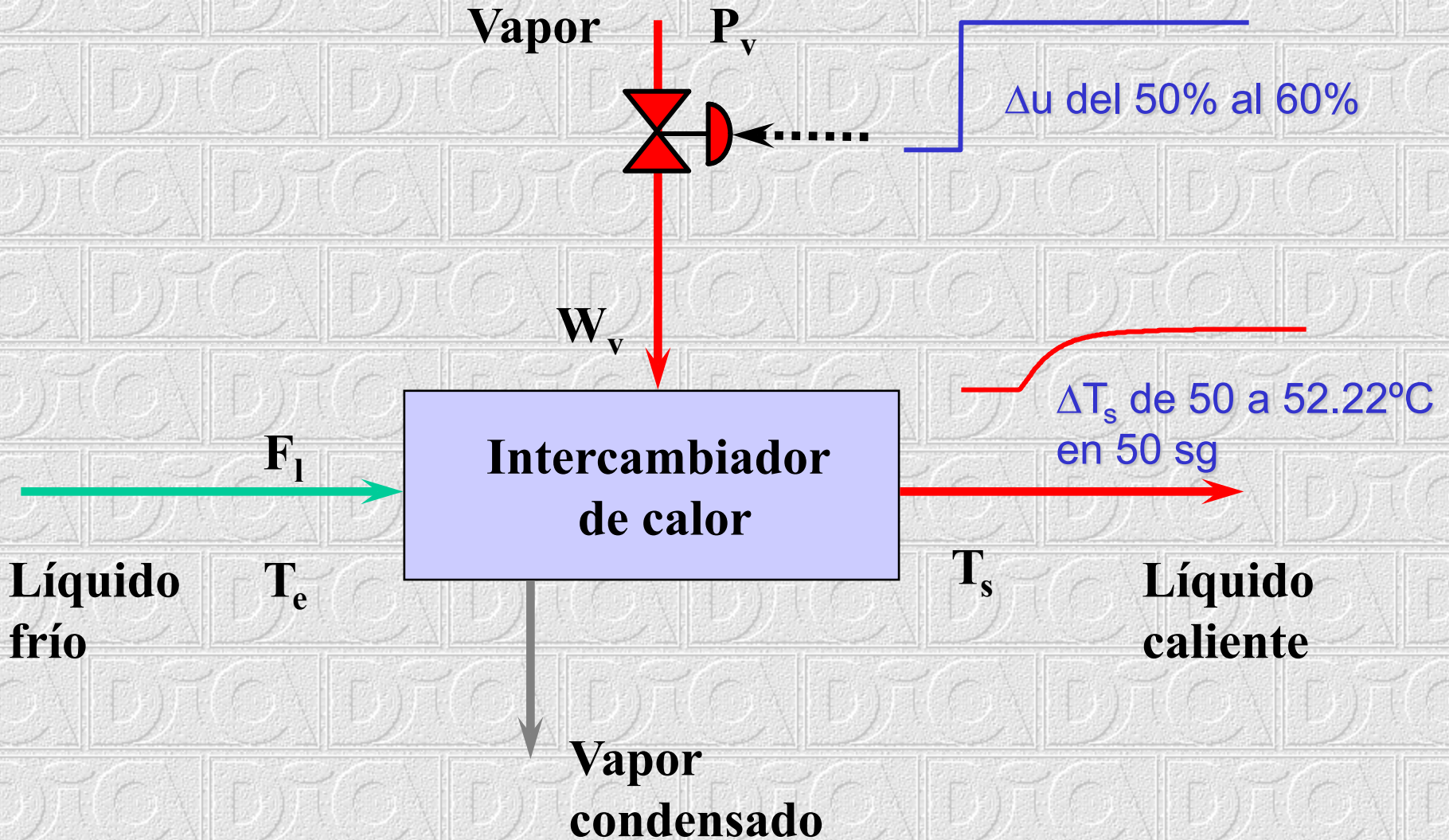
Aström y Hägglund (2005): AMIGO

Controlador	Parámetros	Lazo cerrado	Lazo abierto
PI	K_P	$\frac{0.16}{k_c}$	$\frac{0.15}{K} + \left(0.35 - \frac{T_o T_p}{(T_o + T_p)^2} \right) \frac{T_p}{K T_o}$
	T_I	$\frac{t_c}{1 + 4.5 \frac{k_c}{K}}$	$0.35 T_o + \frac{13 T_o T_p^2}{T_p^2 + 12 T_o T_p + 7 T_o^2}$
PID no interactivo	K_P	$\frac{0.3 - 0.1 \left(\frac{k_c}{K} \right)^4}{k_c}$	$\frac{1}{K} \left(0.20 + 0.45 \frac{T_p}{T_o} \right)$
	T_I	$\frac{0.6 t_c}{1 + 2 \frac{k_c}{K}}$	$\frac{0.4 T_o + 0.8 T_p}{T_o + 0.1 T_p} T_o$
	T_D	$\frac{0.15 \left(1 - \frac{k_c}{K} \right) t_c}{1 - 0.95 \frac{k_c}{K}}$	$\frac{0.5 T_o T_p}{0.3 T_o + T_p}$



3.3 Ejemplos de aplicación

Ejemplo: intercambiador de calor





3.3 Ejemplos de aplicación

¿Ajustes para el intercambiador de calor?

Características del proceso:

Respuesta monótona creciente
($K=0.22$, $T_p=5.45$, $T_o=0.51$)
"Fácil" de controlar

No se pueden emplear todas las fórmulas de sintonía.

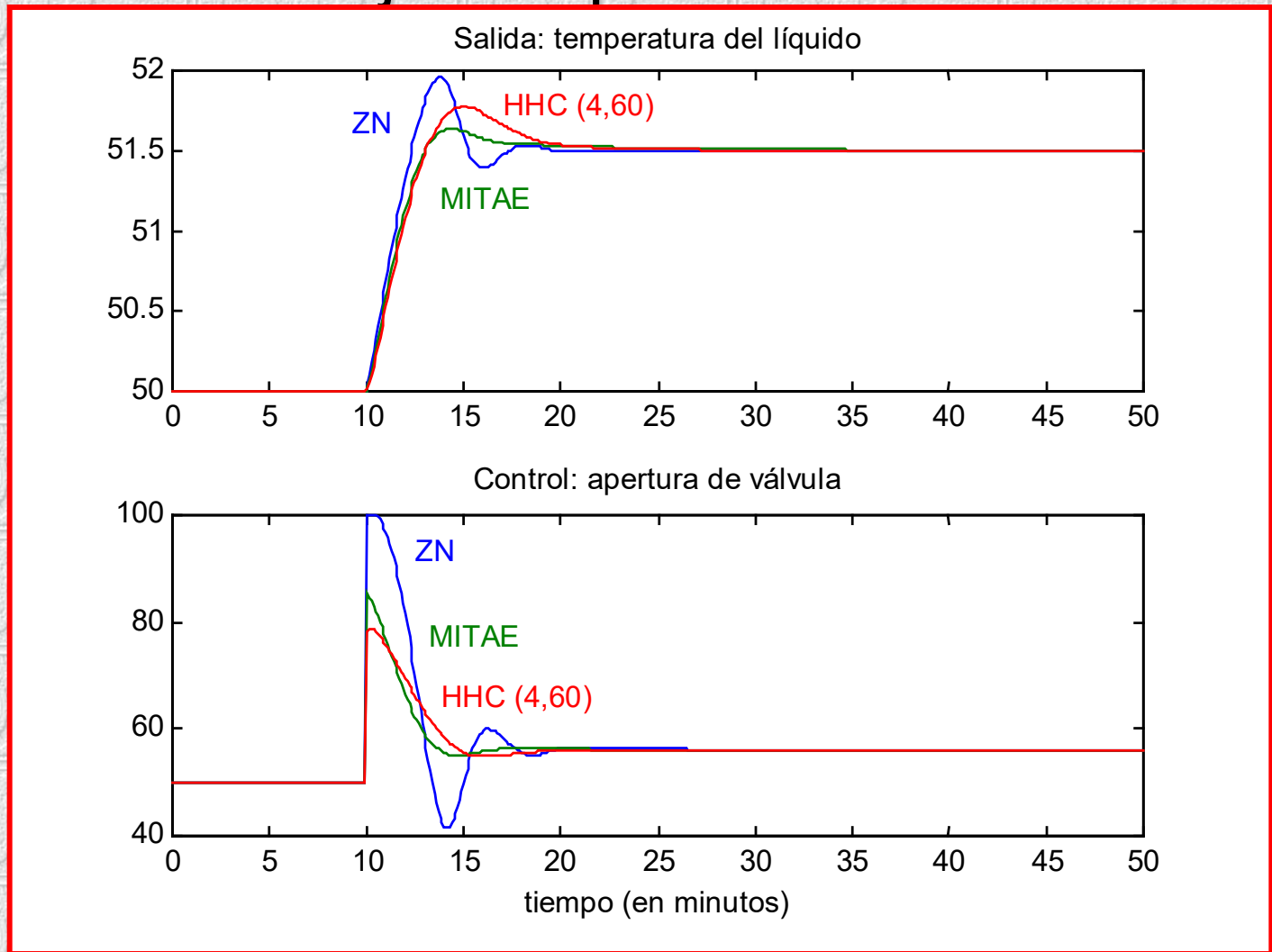
	Fórmula	Especificaciones	K_P	T_I	T_D
PI	ZNIa		43.7	1.7	0
PI	HAH		7.5	2.2	0
PI	MITAE	consigna	23.3	5.4	0
PI	HHC	$\phi_m=60$ y $A_m=4$	18.7	3.2	0
PI	AMIGO		13.9	3.2	0



3.3 Ejemplos de aplicación

Resultados de los ajustes para el intercambiador

PI en servo

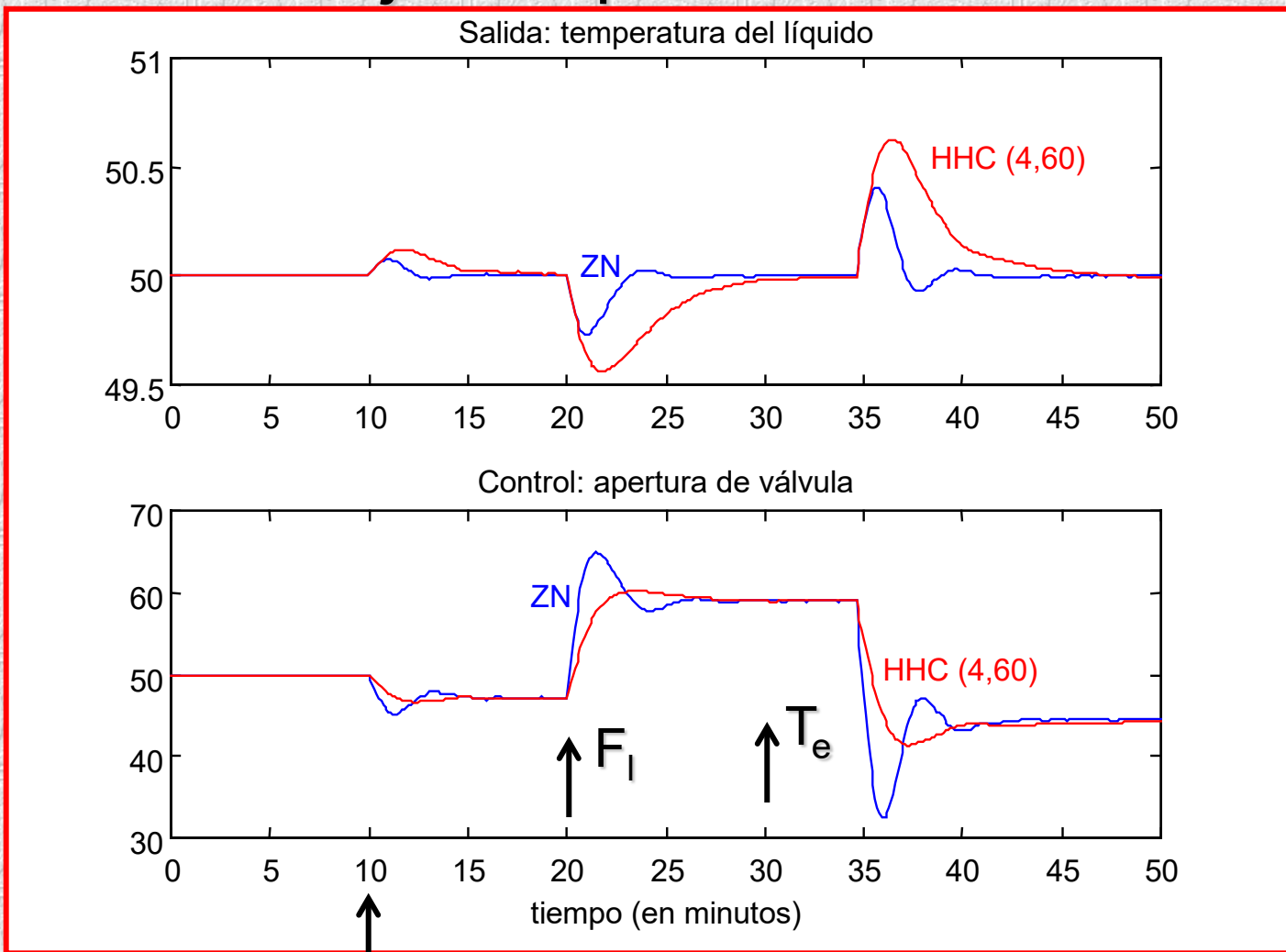




3.3 Ejemplos de aplicación

Resultados de los ajustes para el intercambiador

PI en regulación





3.3 Ejemplos de aplicación

Ejemplo: proceso de fase no mínima

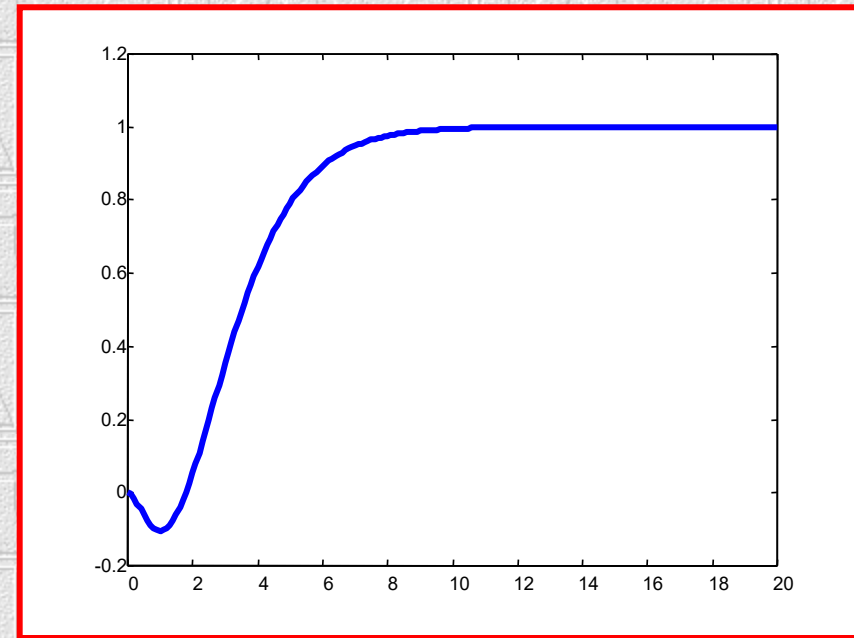
$$G(s) = \frac{1-s}{(s+1)^3}$$

Características:

($K=1, T_p=1.42, T_o=2.6$)
"Muy difícil" de controlar

($K_c=2, t_c=6.28$)

No se deben emplear las fórmulas ZN1a.
Se pueden emplear el resto de fórmulas de sintonía.





3.3 Ejemplos de aplicación

Ejemplos de ajuste para el proceso de fase no mínima

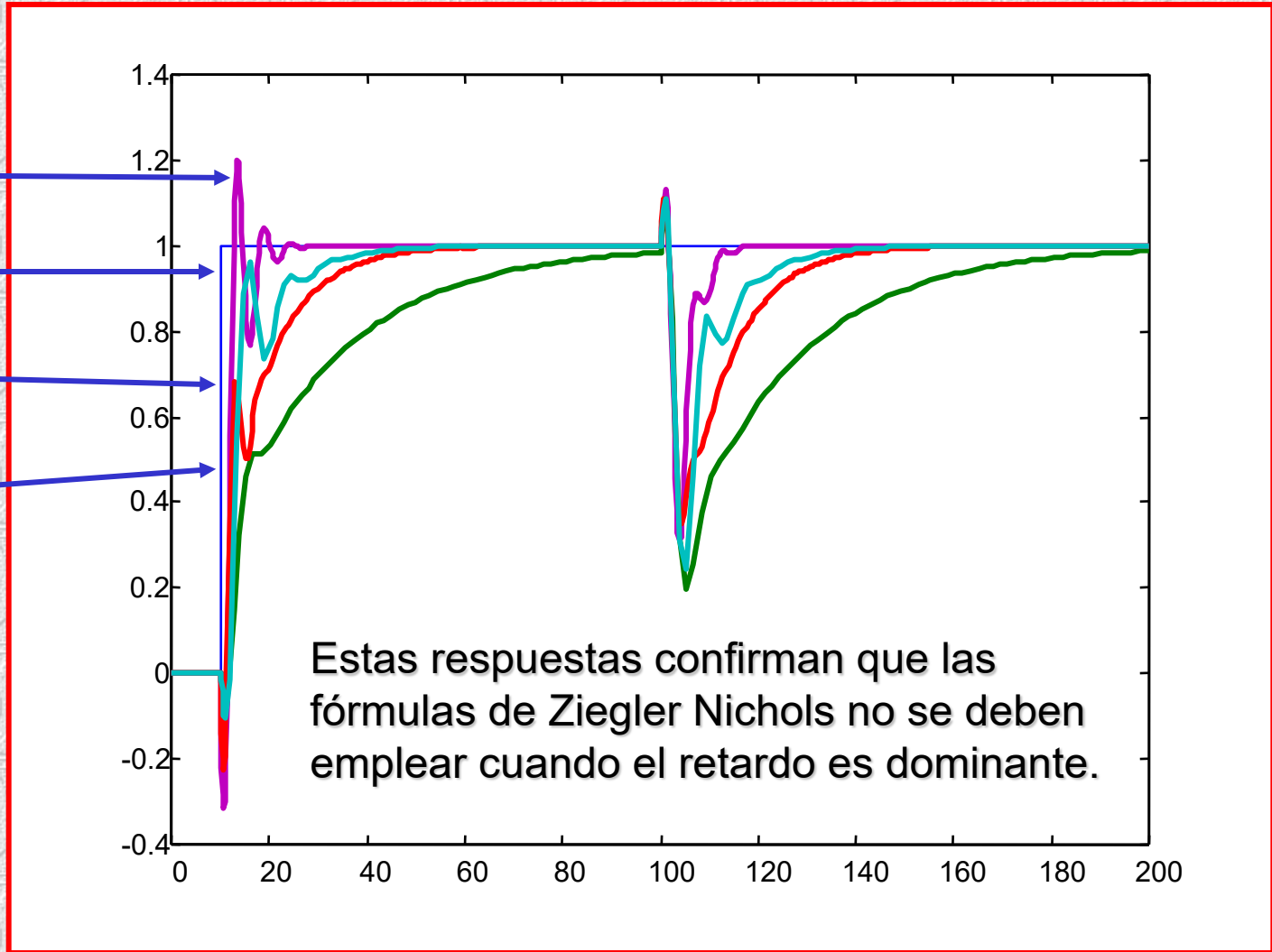
	Fórmula	Especificaciones	K_p	T_I	T_D
PI	ZNIa		0.49	8.7	0
PI	HHC	$\phi_m=45$ y $A_m=3$	0.27	1.3	0
PI	HHC	$\phi_m=60$ y $A_m=3$	0.29	1.4	0
PI	AMIGO		0.22	1.6	0
PID	ZNIa		0.66	5.2	1.3
PID	AMIGO		0.45	2.1	0.8
PI	ZNIc		0.90	5.2	0
PID	ZNIc		1.20	3.1	0.8
PID	AH	$\phi_m=60$ y $\alpha=0.1$	1.00	17.9	1.8
PID	AH	$A_m=3$ y $\alpha=0.1$	0.67	3.2	0.3



3.3 Ejemplos de aplicación

Resultados de algunos ajustes para el proceso de fase no mínima

- PID ZNlc
- PI ZNlc
- PID ZNla
- PI ZNla



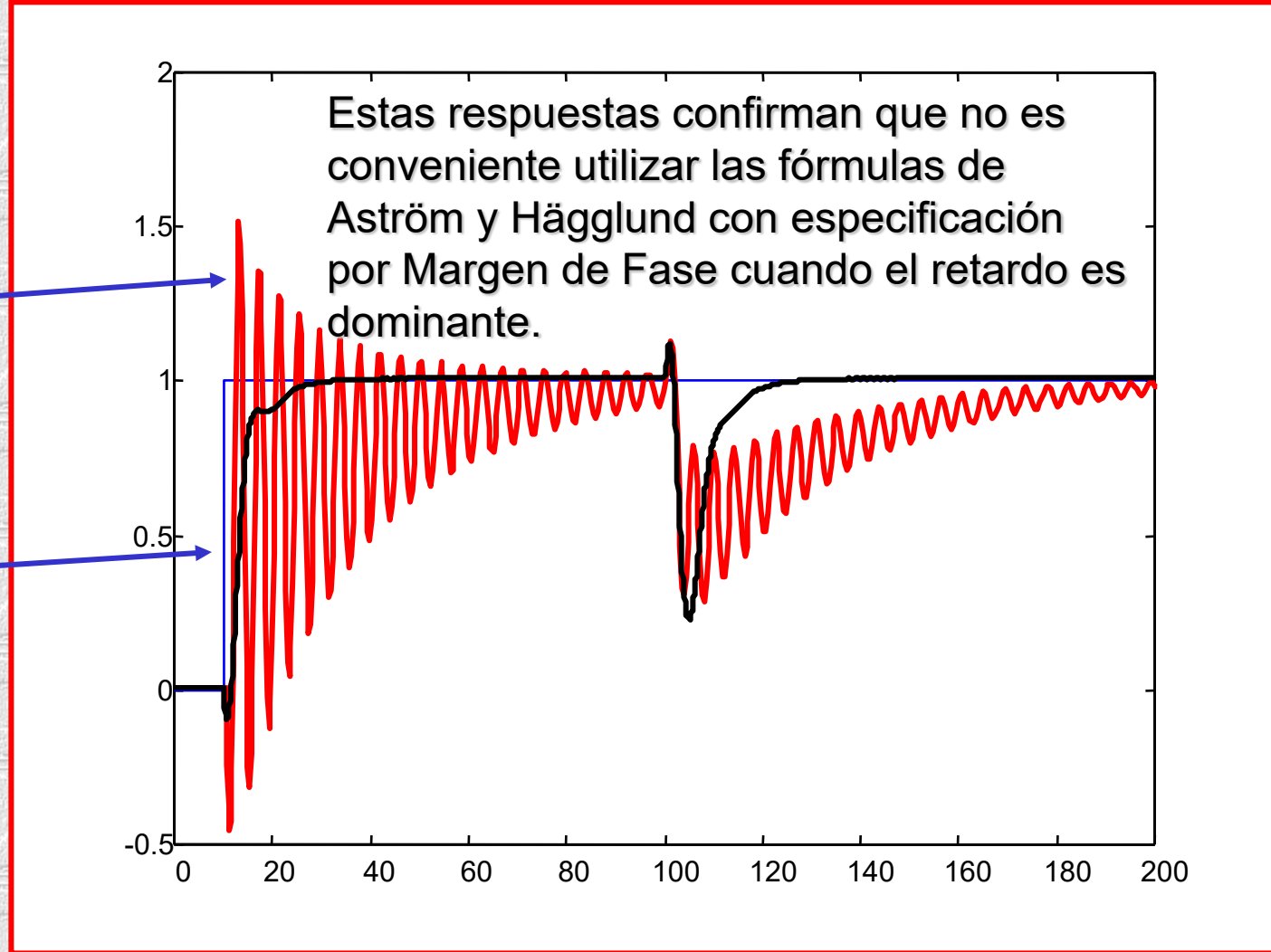


3.3 Ejemplos de aplicación

Resultados de algunos ajustes para el proceso de fase no mínima

PID AH (60°,0.1)

PID AH (3,0.1)



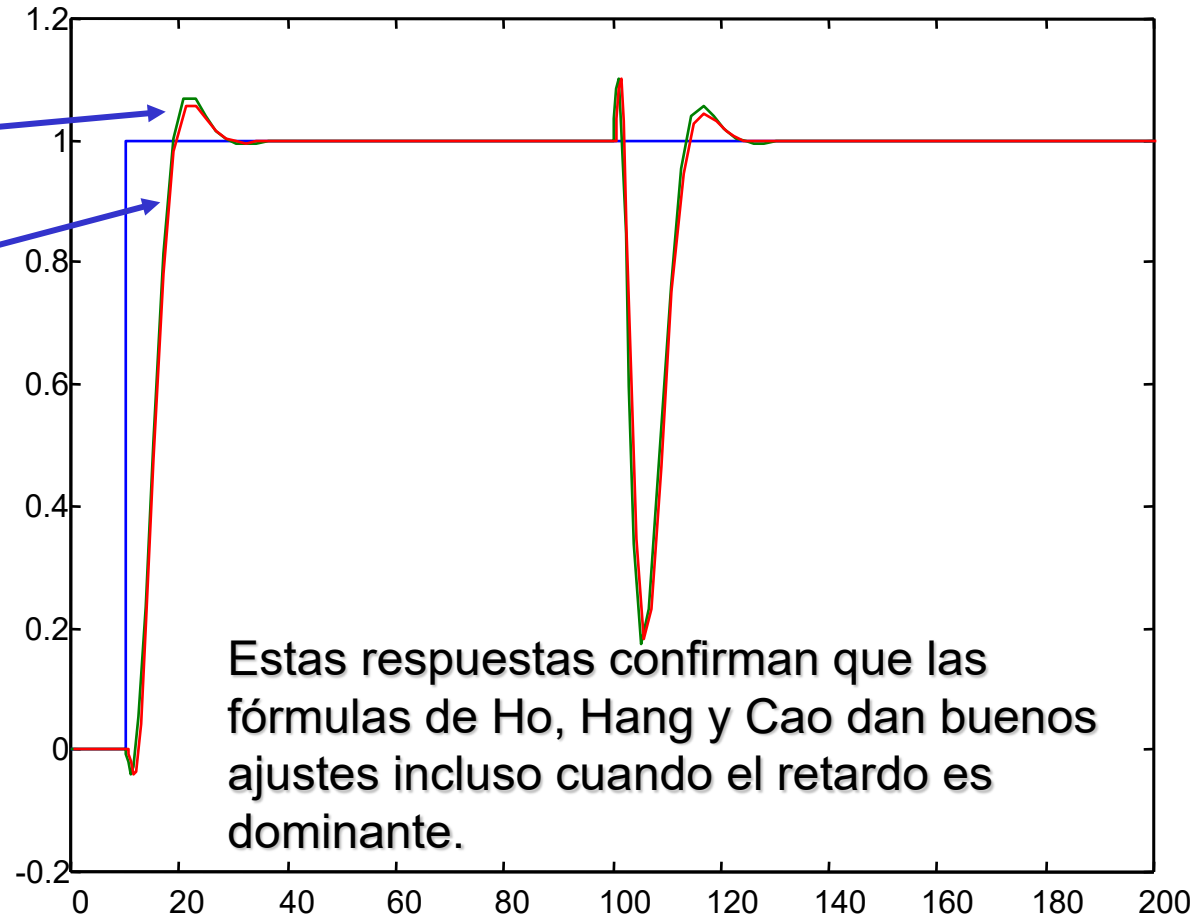


3.3 Ejemplos de aplicación

Resultados de algunos ajustes para el proceso de fase no mínima

PI HHC (45,3)

PI HHC (60,3)



Estas respuestas confirman que las fórmulas de Ho, Hang y Cao dan buenos ajustes incluso cuando el retardo es dominante.



4 Ajuste analítico

¿Qué se entiende por ajuste analítico?

Procedimiento sistemático para la determinación de los parámetros de control. (Ej. **El ajuste por asignación de polos**)

Particularizaciones de un método de diseño.

¿Qué características presentan?

Admiten un **modelo genérico** del proceso.

Ofrecen **grados de libertad** al usuario.

Se apoyan en herramientas de análisis y diseño clásicas.

Permiten alcanzar las especificaciones, sin necesidad de un posterior ajuste fino.



4 Ajuste analítico

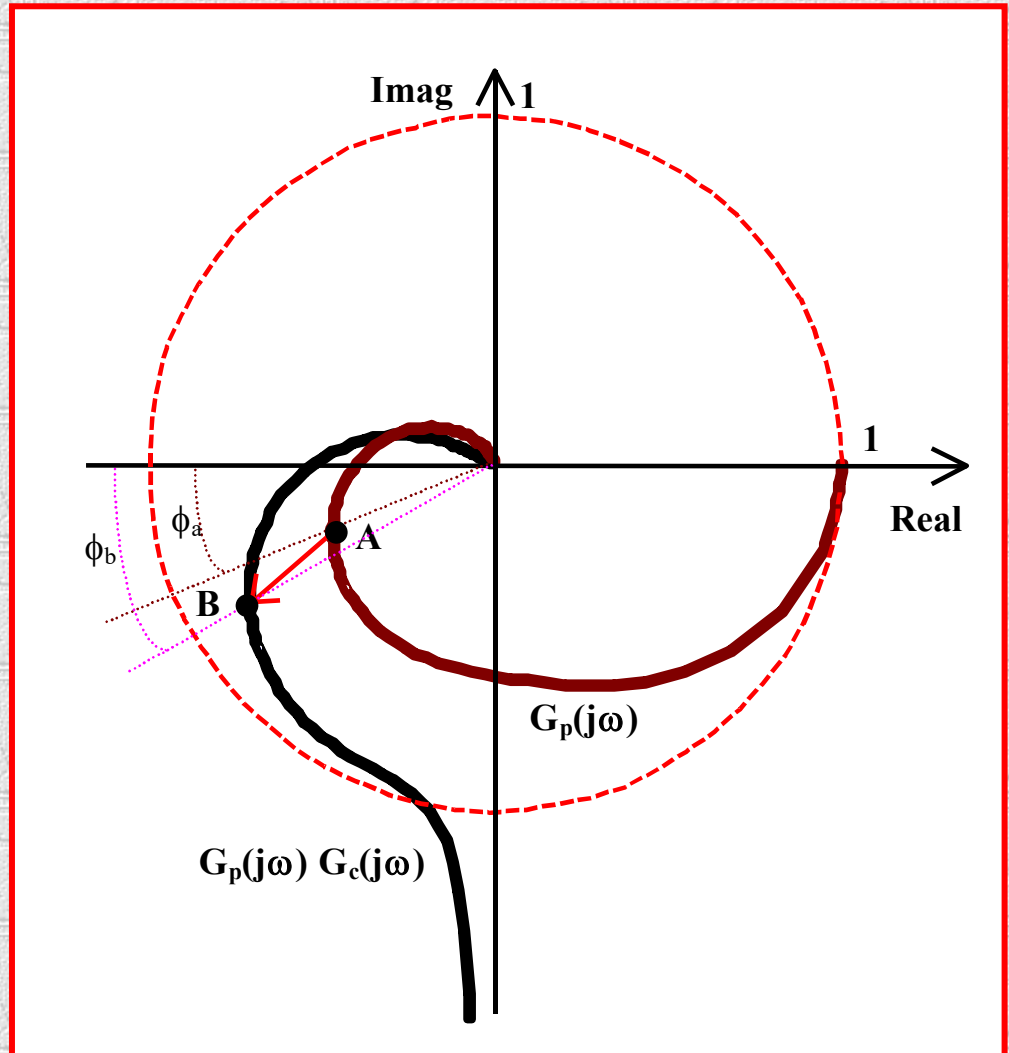
Ejemplo: Ajuste en el dominio de la frecuencia

Dados:

A (origen) y B (destino)

¿Qué parámetros de control permiten $A \rightarrow B$?

Metodología para este tipo de ajuste (Morilla y Dormido, 2000)



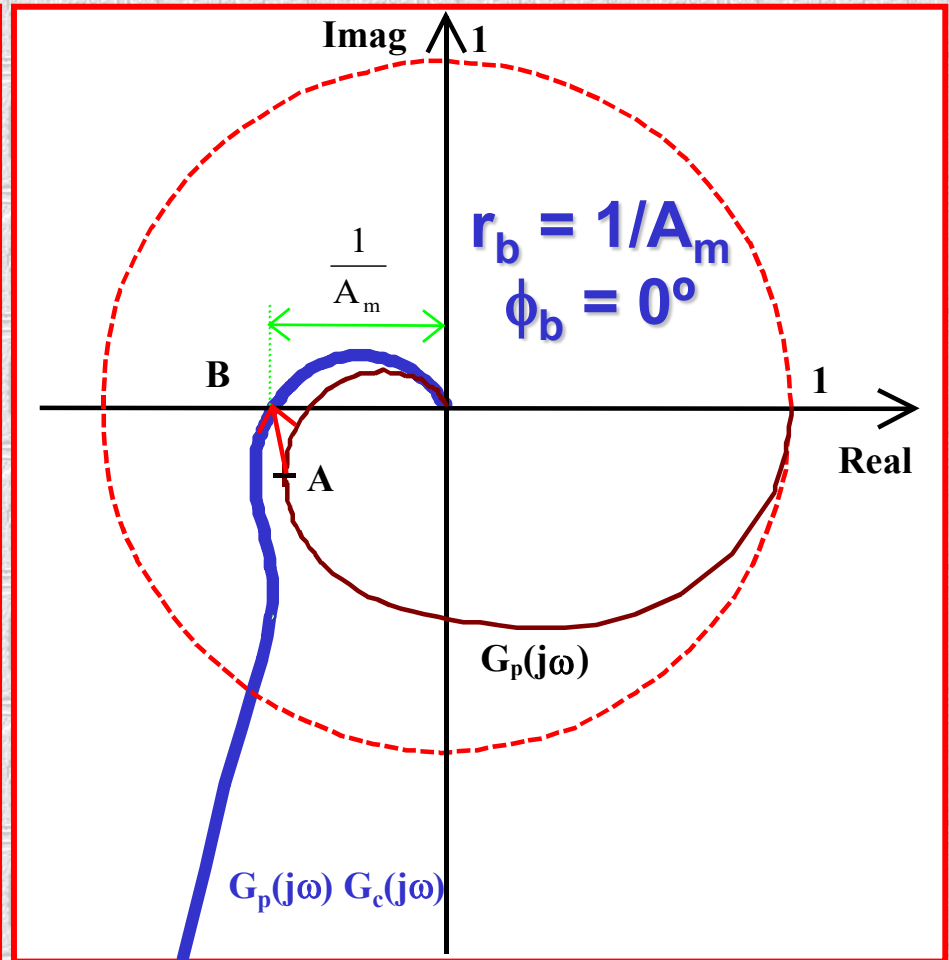
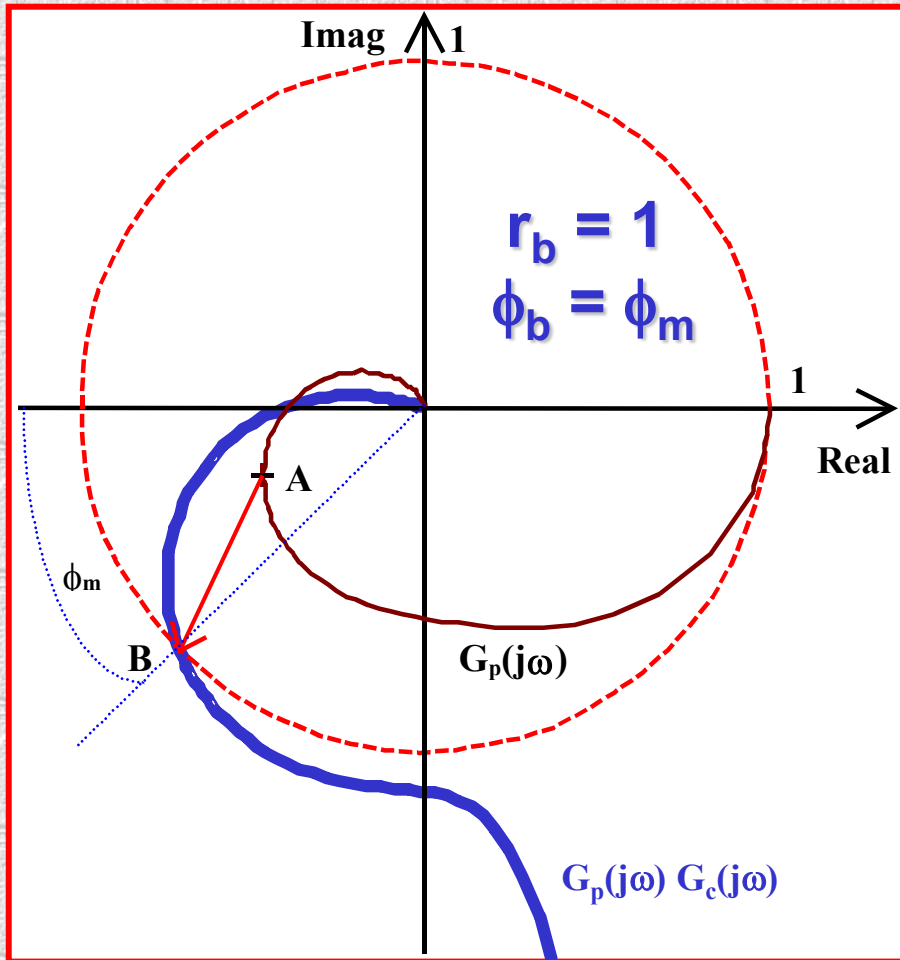


4 Ajuste analítico

Incluye como casos particulares

Ajuste por margen de fase

Ajuste por margen de ganancia





4 Ajuste analítico

Aström y Hägglund (1995)

Controladores PID no interactivos

$$G_C(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$

Cálculo de parámetros

$$K_P = \frac{r_b \cos(\phi_b - \phi_a)}{r_a}$$

$$T_I = \frac{1}{2 \alpha \omega_c} \left(\operatorname{tg}(\phi_b - \phi_a) + \sqrt{4 \alpha + \operatorname{tg}^2(\phi_b - \phi_a)} \right)$$

$$T_D = \alpha T_I$$



4 Ajuste analítico

Se puede particularizar a otros controladores

PI

$$T_I = - \frac{1}{\omega_c \operatorname{tg}(\phi_b - \phi_a)}$$

PD

$$T_D = \frac{\operatorname{tg}(\phi_b - \phi_a)}{\omega_c}$$

PID interactivo = conversión (PID no interactivo)

PID con filtro derivativo \cong PID



4 Ajuste analítico

Deja abierto varios interrogantes

¿Elección de A y de B?

Posible en PIDLoopShaping

¿Elección del controlador?

Posible en PIDLoopShaping

¿Elección de α ?

Posible en PIDLoopShaping, donde se sustituye por la elección de la pendiente en B



4 Ajuste analítico

PIDLoopShaping (<http://aer.ual.es/ilm/>):

- El tercer módulo del ILM (Interactive Learning Modules) Project
 - J.L. Guzmán (U. Almería), S. Dormido (UNED), K.J. Aström y T. Hägglund (Lund Institute, Sweden)
- Complemento al libro “Advanced PID Control” de Aström y Hägglund, 2005
- Manual de usuario y ejecutable disponible en esa dirección
- Desarrollado en Sysquake 3 (www.calerga.com)



4 Ajuste analítico

PIDLab - Sysquake Runtime

File Edit Settings Plots Figure Layout View Help

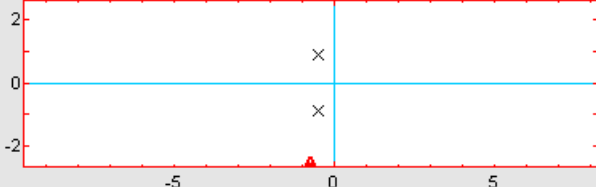
ILM: PID LoopShaping

Instructions Theory

Process

Kp: 1
delay: 0.000

Mode: Move Add Remove
Gp(s): Poles Zeros Integrator



Controller

Tuning: Constrained PI Constrained PID Free

Constraints: No Pm Gm Ms Mt M

wdesign: 1.2 slope: 60

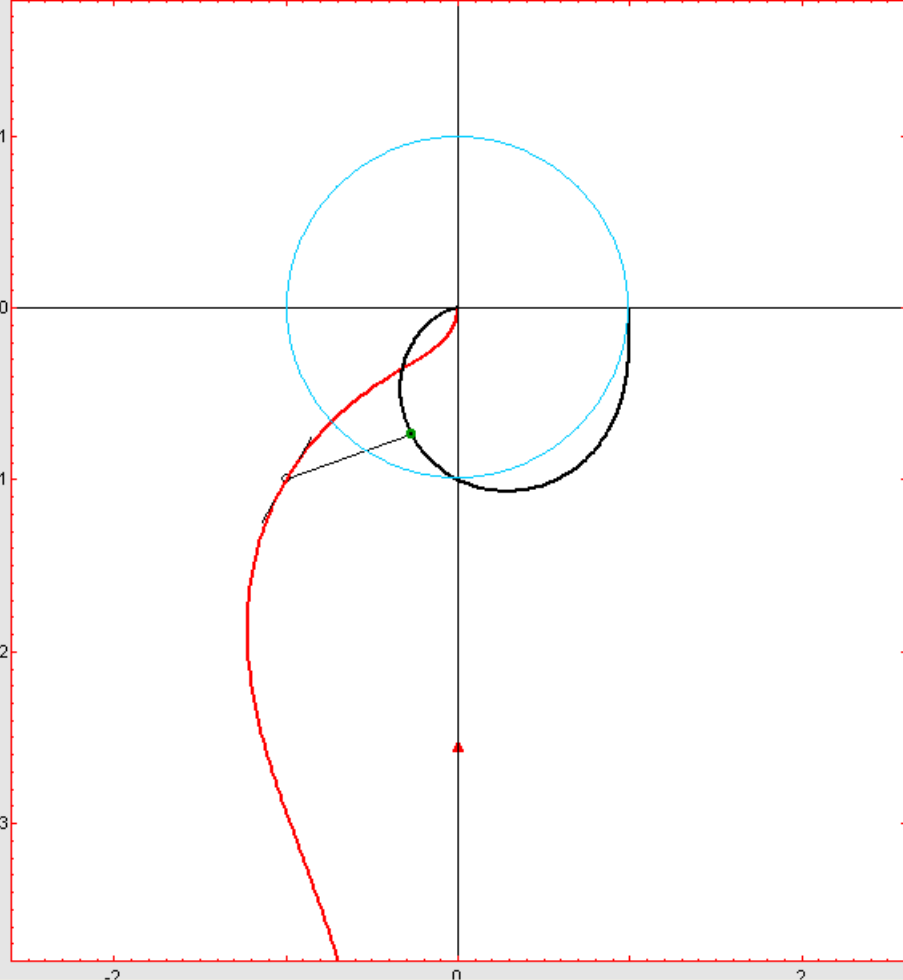
k (Proportional gain): 1.64	K (Proportional gain): 1.64
ki (Integral gain): 1.89	Ti (Integral time): 0.87
kd (Derivative gain): 0.68	Td (Derivative time): 0.41

Robustness and Performance

Ms = 1.49	Mt = 1.45	Gm = inf	Pm = 41.88
Ws = 1.20	Wt = 1.66	Wgc = nan	Wt = 1.40

L-plane

Graphics: save delete





4 Ajuste analítico



Ajuste combinado por MF y MG

Dados:

A (origen) y B (destino)

MF

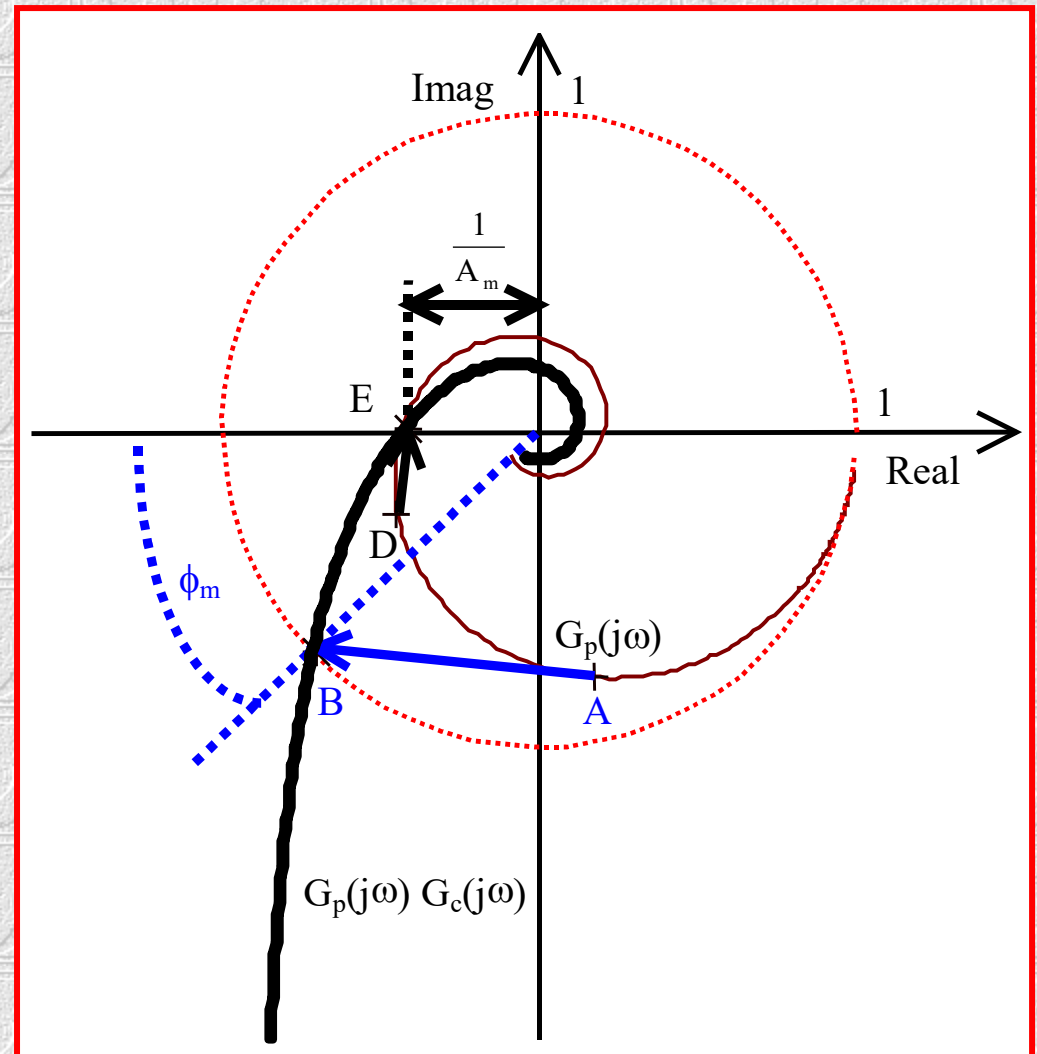
D (origen) y E (destino)

MG

¿Qué parámetros de control permiten simultáneamente

$A \rightarrow B$ y $D \rightarrow E$?

Metodología para este tipo de ajuste (Morilla y Dormido, 2000)





4 Ajuste analítico

Ajuste combinado por MF y MG

- Posible si existe una pareja de frecuencias (ω_a, ω_d)

$$\frac{\cos(\phi_m - \phi_a)}{r_a} = \frac{\cos(-\phi_d)}{A_m r_d}$$

$$\frac{1}{\omega_a} \left(\operatorname{tg}(\phi_m - \phi_a) + \sqrt{4\alpha + \operatorname{tg}^2(\phi_m - \phi_a)} \right) = \frac{1}{\omega_d} \left(\operatorname{tg}(-\phi_d) + \sqrt{4\alpha + \operatorname{tg}^2(-\phi_d)} \right)$$

- Parámetros de control (K_P , T_I y T_D) por MF a ω_a o por MG a ω_d



4 Ajuste analítico

Ajuste combinado por MF y MG

Ventajas:

- Garantiza estabilidad
- Desaparece el grado de libertad en frecuencia
- Permanece el grado de libertad en T_D/T_I

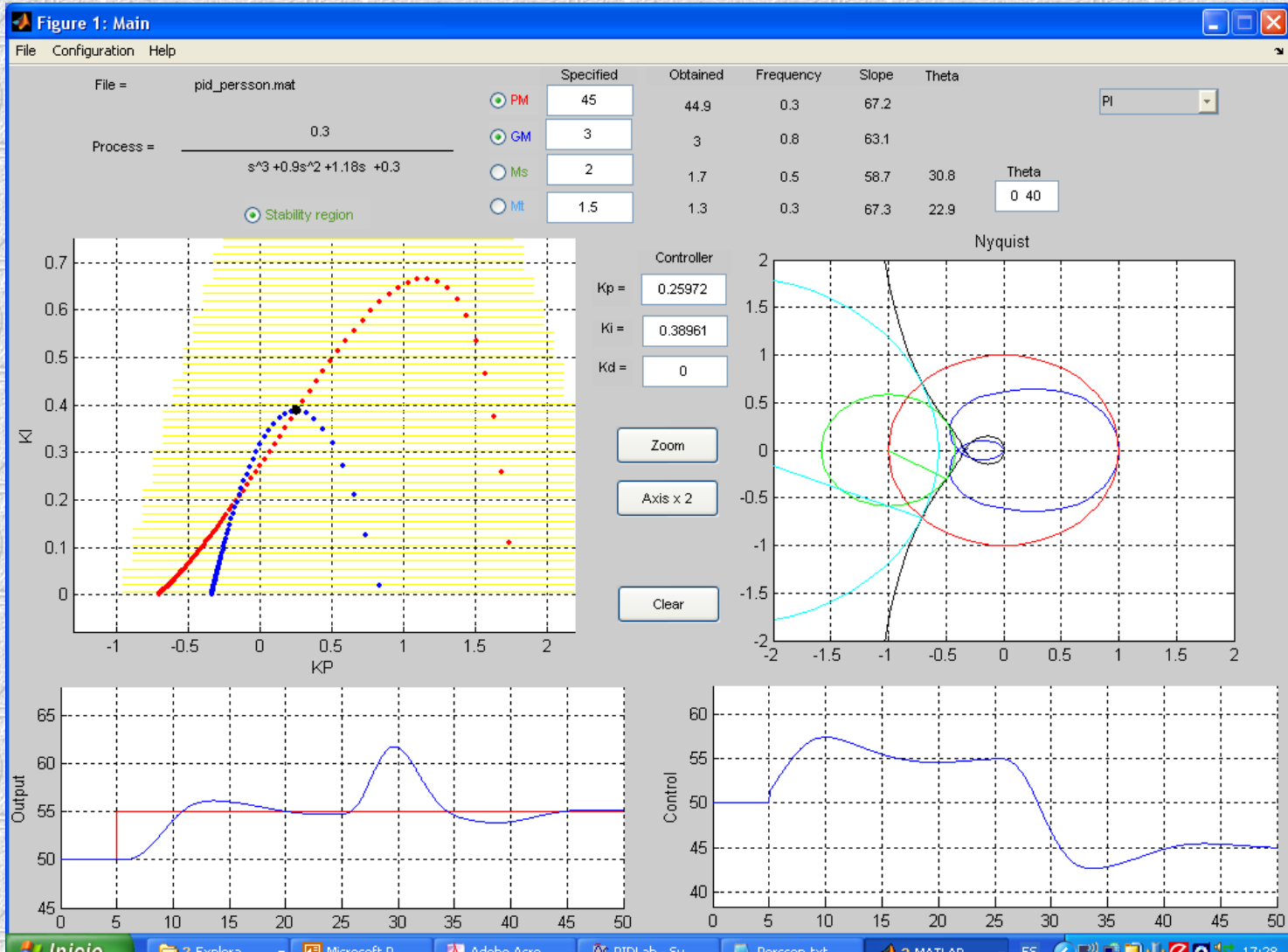
Desventajas:

- La solución puede no existir
- La solución no es inmediata (sist. de ecuaciones no lineales)
- Se recomienda recurrir a la solución gráfica



4 Ajuste analítico

Ejemplo de ajuste combinado con PIDGUI (herramienta en Matlab): <http://www.dia.uned.es/~fmorilla/>





5 Resumen



Ajuste (sintonía) de controladores PID

Tres tipos de ajustes

Los inconvenientes del ajuste por prueba y error

Las ventajas y limitaciones de las fórmulas

Los grados de libertad del ajuste analítico

Las ventajas del ajuste en el dominio en frecuencia



Bibliografía

- **Aström, K.J., and T. Hägglund**, Automatic tuning of simple regulators with specification on phase and amplitude margins, *Automatica*, Vol. 20, pp. 645-651, 1984.
- **Aström, K.J., and T. Hägglund**, *Advanced PID Control*. ISA - The Instrumentation, Systems, and Automation Society, Research Triangle Park, NC 27709, 2005
- **Guzmán, J.L., K.J. Aström, S. Dormido, T. Hägglund and I. Piguet**, Interactive learning modules for PID control, *ACE 2006, 7th IFAC Symposium on Advances in Control Education*, Madrid, June 21-23, 2006.
- **Hang, C.C., K.J. Astrom, W.K. Ho**, Refinements of the Ziegler-Nichols tuning formula. *IEE Proceedings-D*, vol. 138, nº 2, pp. 111-118, March 1991
- **Ho, W.K, C.C. Hang and L.S. Cao**, Tuning of PID controllers based on gain and phase margins specifications, *Automatica*, Vol. 31, pp. 497-502, 1995.
- **Ho, W.K, C.C. Hang and J.H. Zhou**, Self-Tuning PID Control of a Plant with Under-Damped Response with Specifications on Gain and Phase Margins, *IEEE Trans. Contr. Syst. Technol.*, Vol. 5, pp. 446-452, 1997.
- **Kaya, A., and T.J. Scheib**, Tuning of PID Controls of Different Structures, *Control Engineering*, July 1988, pp. 62-65.



Bibliografía

- **Lopez, A.M., J.A. Miller, P.W. Murrill and C.L. Smith**, Tuning controllers with error-integral criteria. *Instrumentation Technology*, vol. 14, nº 11, 1967.
- **Morilla, F.**, Controladores PID: ajuste de parámetros. *Automática e Instrumentación*, nº 207, pp. 155-160, Noviembre 1990.
- **Morilla, F. and S. Dormido**, Methodologies for the Tuning of PID Controllers in the frequency domain, *PID'00, IFAC Workshop on Digital Control*, pp. 155-160, 2000.
- **Morilla, F., F. Vázquez and R. Hernández**, PID control design with guaranteed stability, *ACE 2006, 7th IFAC Symposium on Advances in Control Education*, Madrid, June 21-23, 2006.
- **Rovira, A.A., P.W. Murrill, and C.L. Smith**, Tuning controllers for set-point changes. *Instruments and Control Systems*. December, 1969.
- **Ziegler, J.B. and N.B. Nichols**, Optimun Setting Automatic Controllers, *Trans. ASME*, 64, pp. 759-768, 1942.



http://www.dia.uned.es/~fmorilla/

F. Morilla website - Mozilla Firefox

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

F. Morilla website

www.dia.uned.es/~fmorilla/

Más visitados Comenzar a usar Firef... Últimas noticias Hotmail gratuito Personalizar vínculos Windows Media Windows

F. Morilla

uned
Departamento de Informática y Automática

ÍNDICE / INDEX

[Inicio](#)

[Docencia](#)


Material Didáctico

- [Libros](#)
- [Textos y presentaciones](#)
- [Herramientas](#)

Últimas Publicaciones

- [Controladores PID](#)
- [Laboratorios](#)
- [Control de Procesos](#)
- [Dinámica de Sistemas](#)

Última actualización: 19/10/2012



Dirección postal (Postal address):

Fernando Morilla García
[Dpto. Informática y Automática](#)
[ETSI Informática, UNED](#)
 C/. Juan del Rosal, nº16
 28040 Madrid

Phone: 91 3987156

E-mail: fmorilla@dia.uned.es

	Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
Bienvenido a las páginas personales de (Welcome to the website of)	Fernando Morilla
	Professor of Automatic Control



<http://www.dia.uned.es/~fmorilla/>

F. Morilla website - Mozilla Firefox

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

F. Morilla website

www.dia.uned.es/~fmorilla/

Más visitados Comenzar a usar Firef... Últimas noticias Hotmail gratuito Personalizar vínculos Windows Media Windows

F. Morilla

INDICE / [INDEX](#)

[Inicio](#)

[Docencia](#)

Material Didáctico

- [Libros](#)
- [Textos y presentaciones](#)
- [Herramientas](#)

Últimas Publicaciones

- [Controladores PID](#)
- [Laboratorios](#)
- [Control de Procesos](#)
- [Dinámica de Sistemas](#)

Última actualización: 19/10/2012

uned
Departamento de Informática y Automática

Publicaciones sobre Controladores PID (1998-2012)

J. D. Rojas, F. Morilla, R. Vilanova. Multivariable PI control for a boiler plant benchmark using the Virtual Reference Feedback Tuning. IFAC Conference on Advances in PID Control (PID'12). Brescia (Italy), March 28-30.	
J. Garrido, F. Vázquez, F. Morilla. Multivariable PID control by inverted decoupling: Application to the Benchmark PID 2012. IFAC Conference on Advances in PID Control (PID'12). Brescia (Italy), March 28-30.	
F. Morilla. Benchmark for PID control based on the Boiler Control Problem. IFAC Conference on Advances in PID Control (PID'12). Brescia (Italy), March 28-30.	
D. Carmona, J. Jiménez, F. Vázquez, F. Morilla. Educational Tool for Optimal Controller Tuning Using Evolutionary Strategies. IEEE Transactions on Education, Vol. 55, No. 1, February 2012.	Abstract
M. L. Ruz, F. Morilla, F. Vázquez. Teaching control with First Order Time Delay model and PI controllers. 8th IFAC Symposium on Advances in Control Education (ACE 2009), 2009.	
F. Morilla, J. Garrido, F. Vázquez. Anti-windup Coordination Strategy for Multivariable PID Control. 14th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2009), 2009.	
M. L. Ruz, F. Morilla, F. Vázquez. Herramienta interactiva sobre el control PI de	



<http://www.dia.uned.es/~fmorilla/>

F. Morilla website - Mozilla Firefox

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

F. Morilla website

www.dia.uned.es/~fmorilla/

Más visitados Comenzar a usar Firef... Últimas noticias Hotmail gratuito Personalizar vínculos Windows Media Windows

F. Morilla

[ÍNDICE / INDEX](#)

[Inicio](#)

[Docencia](#)

Material Didáctico

- [Libros](#)
- [Textos y presentaciones](#)
- [Herramientas](#)

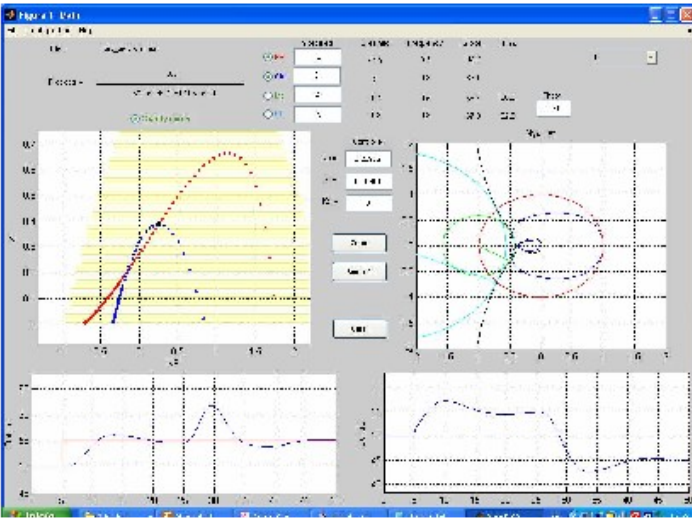
Últimas Publicaciones

- [Controladores PID](#)
- [Laboratorios](#)
- [Control de Procesos](#)
- [Dinámica de Sistemas](#)

Última actualización: 19/10/2012

PIDGUI. Entorno en inglés desarrollado por F. Morilla, F. Vázquez, y R. Hernández, que le permitirá realizar simulaciones con el controlador PID, probar parámetros de control y poner en práctica los ajustes por especificaciones en el dominio de la frecuencia con garantías de estabilidad. Se utiliza en el curso de doctorado "Controladores PID".

[Aquí](#) puede descargar PIDGUI para Matlab 7.0 o superior. Deberá descomprimirlo en un directorio /pidgui/ desde el que se ejecuta tecleando *main* en la línea de comandos de Matlab, se acompaña de tres ejemplos en los archivos pid_*.mat del directorio /examples/. Los fundamentos de este entorno se describen en el [artículo](#) presentado en el 7th IFAC Symposium on Advances in Control Education.



SISO. Entorno en español desarrollado por F. Vázquez y de F. Morilla para simulación, análisis y sintonía de sistemas monovariantes con control PID. Se utiliza en el curso de doctorado "Controladores PID".

[Aquí](#) puede descargar SISO para Matlab 5.3 o superior. Se ejecuta tecleando *inicio* en la línea

