



Title: Control de presión, modelado matemático y sintonización de controladores por el método de ZIEGLER-NICHOLS

Authors: MARTÍNEZ-MARÍN, Francisco Alejandro, GARCIABADA-SILVA, Gabriel y HERNÁNDEZ CERVANTES, Aldo Aarón

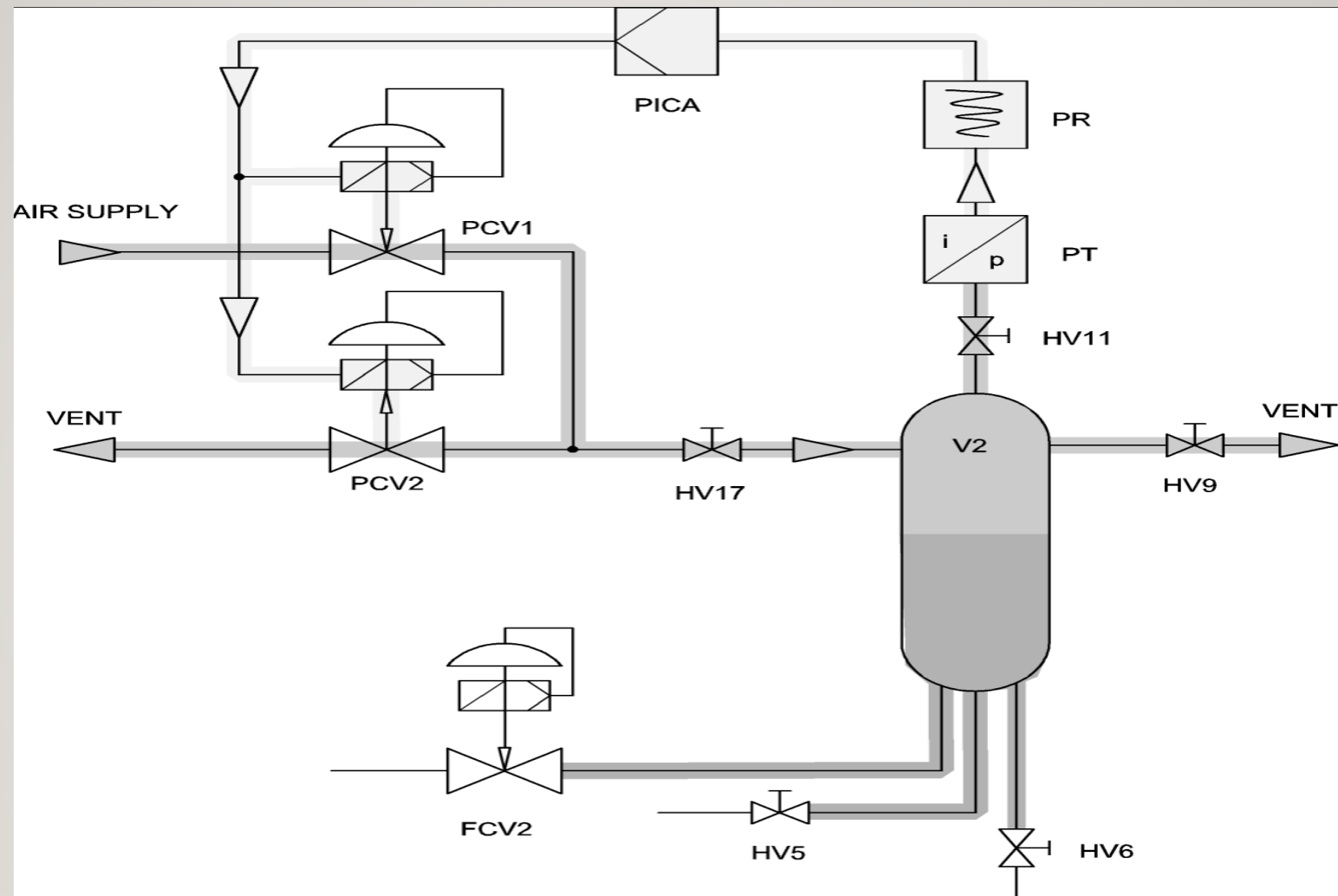
Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2020-04
BCIERMMI Classification (2020): 211020-0004

Pages: 14
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



Las ecuaciones se resuelven en el orden que se indica.

$$apcv2=1-apcv1 \quad (1)$$

Ley general de los gases.

$$P_2 = (m_1/pma)RT/v_2 \quad (2)$$

La ecuación de la válvula de entrada está dada por:

$$w_1 = apcv1 * cvp1 \sqrt{(P_1^2 - P_2^2)/2} \quad (3)$$

La ecuación de la válvula de salida está dada por la válvula PCV2 que se aprecia en el diagrama:

$$w_2 = a_{pcv2} * c_{vp2} \sqrt{(P_2^2 - P_{atm}^2)/2} \quad (4) \text{ Flujo subsónico}$$

$$w_2 = 0.85 * a_{pcv2} * c_{vp2} * P_2 \quad (5) \text{ Flujo sónico}$$

Ecuación de continuidad. (Ecuación de estado).

$$\frac{dm_1}{dt} = w_1 - w_2 \quad (6)$$

Salida del controlador.

$$apcv1 = 0.5 + k_p \cdot e + k_i \cdot e_i + k_d \cdot \dot{e} \quad (7)$$

Existen seis ecuaciones, 6 incógnitas, ($w_1, w_2, m_1, p_2, apcv1, apcv2$) cero grados de libertad.

Se descarta el flujo subsónico debido a que el flujo no está en función de la presión fluido- abajo (ecuación 4).

SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES

En 5 se sustituye $apcv2$ por 1 sustituyendo después 3 y 5 en 6, esta última es la ecuación de continuidad, se genera una ecuación no lineal por lo que se recurre la linealización haciendo uso de la serie de Taylor.

$$\frac{29 \cdot V_2}{RT} \frac{dP_2}{dt} = apcv1 * cvp1 \sqrt{(P_1^2 - P_2^2)/2} - 0.85 * (1 - apcv1) * cvp2 * P_2$$

$$\frac{29 \cdot V_2}{RT} \frac{dP_2}{dt} = apcv1 * cvp1 \sqrt{(P_1^2 - P_2^2)/2} - 0.85 * cvp2 * P_2 + 0.85 * apcv1 * cvp2 * P_2 \quad (8)$$

Linealizando

$$\frac{29 \cdot V_2}{RT} \frac{dP_2^P}{dt} = cvp1 \sqrt{(P_1^2 - \bar{P}_2^2)/2} apcv1^P - \frac{\overline{apcv1} \cdot cvp1 \cdot \bar{P}_2}{2 \sqrt{(P_1^2 - \bar{P}_2^2)/2}} P_2^P - 0.85 \cdot cvp2 \cdot P_2^P + 0.85 \cdot cvp2 \cdot \bar{P}_2 \cdot apcv1^P + 0.85 \cdot cvp2 \cdot \overline{apcv1} \cdot P_2^P$$

(9)

Transformando a Laplace

$$\frac{29 \cdot V_2}{RT} s P_2^P(s) = cvp1 \sqrt{(P_1^2 - \bar{P}_2^2)/2} apcv1^P(s) - \frac{\overline{apcv1} \cdot cvp1 \cdot \bar{P}_2}{2 \sqrt{(P_1^2 - \bar{P}_2^2)/2}} P_2^P(s) - 0.85 \cdot cvp2 \cdot P_2^P(s) + 0.85 \cdot cvp2 \cdot \bar{P}_2 \cdot apcv1^P(s) + 0.85 \cdot cvp2 \cdot \overline{apcv1} \cdot P_2^P(s)$$

Sustituyendo

$$\frac{P_2^P(s)}{apcv1^P(s)} = \frac{0.8X\sqrt{(7^2 - 2.2^2)}/2 + 0.85 * 0.8 * 2.2}{\frac{29 * 27.98}{0.08314 * 298} S + \frac{0.2847 * 0.8 * 2.2}{2X\sqrt{(7^2 - 2.2^2)}/2} + 0.85 * 0.8 - 0.85 * 0.8 * 0.2847}$$

Funcion de transferencia en lazo abierto.

$$\frac{P_2^P(s)}{apcv1^P(s)} = \frac{5.2551}{32.75S+0.5398} \quad (11)$$

Considerando un retardo de 3 s por las dinámicas no consideradas, calculamos la aproximación de pade de primer orden.

$$G_{pade} = \frac{-S+0.6667}{S+0.6667} \quad (12)$$

Función de transferencia y ecuación característica en lazo cerrado.

Considerando:

$$G_M = G_{M(s)}G_{pade} \quad (13)$$

$$G_M = \left(\frac{5.2551}{32.75S + 0.5398} \right) \left(\frac{-S + 0.6667}{S + 0.6667} \right)$$

$$G_M = \frac{-5.2551S+3.5035}{32.75S^2+22.373S+0.35988} \quad (14)$$

Considerando:

$$1 + G_M B(s) = 0 \quad (15)$$

$$1 + \frac{-5.2551S + 3.5035}{32.75S^2 + 22.373S + 0.35988} B(s) \quad (16)$$

$$1 + \frac{-5.2551S + 3.5035}{32.75S^2 + 22.373S + 0.35988} K_c$$

Desarrollando

$$32.75S^2 + 22.373S + 0.35988 + (-5.2551S + 3.5035)K_c = 0$$

Ecuación característica

$$32.75S^2 + 22.373S + 0.35988 - 5.2551SK_c + 3.5035K_c = 0 \quad (17)$$

Sintonización por el método de Ziegler-Nichols

Sustituyendo iw por S en la ecuación característica

$$32.75(iw)^2 + 22.373(iw) + 0.35988 - 5.2551(iw)K_c + 3.5035K_c = 0$$

$$(-1)32.75w^2 + i22.373w + 0.35988 - i5.2551wK_c + 3.5035K_c = 0$$

$$-32.75w^2 + i22.373w + 0.35988 - i5.2551wK_c + 3.5035K_c = 0 + 0i$$

Se iguala la parte imaginaria a cero.

$$+i22.373w - i5.2551wK_c = 0i$$

$$+22.373w - 5.2551wK_c = 0$$

$$+22.373 = 5.2551K_c$$

$$K_u = \frac{22.373}{5.2551} = 4.257 \quad (18)$$

La parte real se iguala a cero.

$$-32.75w^2 + 0.35988 + 3.5035K_c = 0$$

Desarrollando.

$$32.75w^2 = 0.35988 + 3.5035K_c$$

$$w^2 = \frac{0.35988 + 3.5035K_c}{32.75} \quad (19)$$

Sustituyendo $K_c = 4.257$ en (19)

$$w_u = \sqrt{\frac{0.35988 + 3.5035K_c}{32.75}} = \sqrt{\frac{0.35988 + 3.5035 * 4.257}{32.75}} = 0.682$$

$$P_u = \frac{2\pi}{w_u} = \frac{2\pi}{0.682} = 9.212 \quad (3.14)(21)$$

RESULTADOS

Tabla de sintonización para Ziegler-Nichols.

	P	PI	PID
K_c	$K_u/2$	$K_u/2.2$	$K_u/1.7$
τ_i	-----	$P_u/1.2$	$P_u/2$
τ_d	-----	-----	$P_u/8$

Tabla 7

Para un controlador Proporcional.

$$K_c = \frac{4.257}{2} = 2.128$$

Para un controlador Proporcional- Integral.

$$K_c = \frac{4.257}{2.2} = 1.935$$

$$\tau_i = \frac{P_u}{1.2} = \frac{9.212}{1.2} = 7.676$$

Para un controlador Proporcional- Integral-Derivativo.

$$K_c = \frac{4.257}{1.7} = 2.128$$

$$\tau_i = \frac{P_u}{2} = \frac{9.212}{2} = 4.606$$

$$\tau_D = \frac{P_u}{8} = \frac{9.212}{8} = 1.151$$

CONCLUSIONES:

En el presente artículo se puede evidenciar que las matemáticas son la herramienta fundamental para el desarrollo de las de las ecuaciones que finalmente nos conducen a los valores del controlador como son la parte proporcional, integral y derivativo.

El método de Ziegler-Nichols en cadena cerrada permite obtener los parámetros de un regulador PID, con resultados muy satisfactorios en la mayoría de los casos en los que es aplicable.



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)