ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/262563646

Kapalı Bir Ortamdaki Sıvının Sıcaklık Denetiminde PID Denetleyicinin Performans Analizi

Conference Paper · May 2014

CITATIONS
2

READS
402

4 authors:



Ahmet Gani
Kayseri University
132 PUBLICATIONS **489** CITATIONS
SEE PROFILE



O. Fatih Kececioglu
Kahramanmaraş Sütçü İmam University
133 PUBLICATIONS **560** CITATIONS
SEE PROFILE



Hakan Açıkgöz
Kahramanmaraş İstiklal University
140 PUBLICATIONS **1,289** CITATIONS
SEE PROFILE



Muhammed Enes Kuyumcu
Kahramanmaraş Sütçü İmam University
19 PUBLICATIONS **62** CITATIONS
SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Muhammed Enes Kuyumcu on 12 January 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Kapalı Bir Ortamdaki Sıvının Sıcaklık Denetiminde PID Denetleyicinin Performans Analizi

Ahmet Gani ve Ö. Fatih Keçecioğlu

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği
K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi
Kahramanmaraş-Türkiye
{ahmetgani8733 & o.fatihkececioglu}@gmail.com

Hakan Açıkgöz ve M. Enes Kuyumcu

Elektrik Programı Bölümü, Makine Mühendisliği
Kilis 7 Aralık Üniversitesi, K.Maraş Sütcü İmam Üniversitesi
Kilis & Kahramanmaraş-Türkiye
hakanacikgoz@kilis.edu.tr & meneskuyumcu@ksu.edu.tr

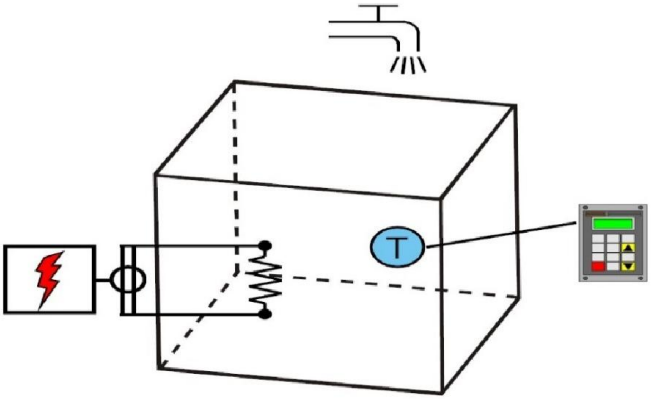
***Öz*–Sıcaklık endüstriyel uygulamalarda çok sık kullanılan bir ölçme işlemidir. Birçok endüstriyel tesiste sistem düzeninin tek göstergesidir. Bu tesisler için bazı durumlarda sıvı sıcaklık denetiminin kaybedilmesi kayda değer zararlar ve belki hayat kaybı ile sonuçlanıp tesis için ciddi zararlara yol açabilir. PID denetleyici endüstriyel uygulamalarda sıkça tercih edilmektedir. PID denetleyicinin parametrelerini belirlemek sistem için çok büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada bir tanktaki sıvının sıcaklık denetimi için PID tipi denetim yönteminin başarımı incelenmiştir. Analiz çalışmaları ve performans artırıcı çalışmalara imkân verdiği için benzetim Matlab/Simulink'te gerçekleştirilmiştir.**

Anahtar Kelimeler–Sıcaklık Denetimi, PID Denetleyici, Matlab/Simulink.

I. GİRİŞ

Son yıllarda teknolojik ilerlemelerle birlikte endüstride kontrol gerektiren her alanda hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir. Bu amaçla bir çok araştırmacı tarafından çeşitli uygulama ve kontrol teknikleri geliştirilmiştir. Endüstride su ve benzeri likitlerin doldurulduğu tanklarda sıcaklık denetiminin doğru bir şekilde yapılması ve bunun içinde en uygun ve etkin bir şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir [1]. Bilindiği gibi PID denetleyici, endüstriyel kontrol süreçleri içerisinde yaygın olarak kullanılan denetleyicidir. Bu nedenle bu kontrol işlemi sırasında sistem için en uygun kazanç parametrelerinin belirlenmesi önem kazanmaktadır. Klasik yöntemlerden olan Ziegler-Nichols yöntemi bu kazanç parametrelerinin belirlenmesinde oldukça sık olarak kullanılmaktadır. Belirli bir ayarlama kriterine göre kazanç parametrelerinin belirlenmesi, PID denetleyicilerin tasarımında en önemli konulardan biridir[2].Modern teknolojide en uygun kazanç parametrelerinin belirlemek için genetik algoritma, parçacık sürüsü optimizasyonu, lineer kuadratik regülatör gibi optimal yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerinin amacı optimal PID kazanç parametrelerini belirlemektir. Kontrol sistemleri uygulamalarında, denetimi yapılacak sistemin eş değer devresi ve matematiksel modeli bilinirse denetim PID denetleyici ile kolaylıkla yapılabilir. Çalışmanın ilk bölümünde endüstriyel uygulamalarda sıcaklık denetimi ve PID denetleyicinin öneminden bahsedilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde sıvı sıcaklık sistemi modeli incelenmiştir. Üçüncü bölümde PID denetim yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde ise Matlab/Simulink ortamında benzetim çalışmaları ile elde edilen sonuçlar verilmiştir.

II. SİSTEMİN MODELİ



Şekil.1 Tank sıvı sıcaklık sistemi

Isı transferi (geçişi), sıcaklık farkından dolayı ortaya çıkan bir fiziksel mekanizmadır. Doğada ısı akışı yüksek sıcaklıktan alçak sıcaklığa doğru gerçekleşmektedir. Isı bir noktadan diğer bir noktaya üç farklı mekanizma ile transfer edilebilir: iletim, taşınım ve ışınım gibi. Buradaki uygulamada söz konusu ısı geçiş türlerinden iletim ve taşınım bir arada bulunmaktadır. Burada iletim ve taşınım ile çevreye ısı kaybı olmakta ve bir rezistans vasıtasıyla bu kayıp karşılanarak sistemin sıcaklığı sabit tutulmaktadır[3].

Enerjinin korunumu (Termodinamiğin I. Kanunu) gereğince;
Sistemin Enerjisindeki Değişim = Giren Enerji – Çıkan Enerji + Üretilen Enerji

$$\Delta E_{sis} = E_g - E_ç + E_ü \quad (1)$$

Sistemin sıcaklığı sabit kabul edildiğinde sistemin enerjisindeki değişim sıfır olacağından ve sistemde enerji üretimi olmadığından enerjinin korunumu denklemi aşağıdaki şekli alır;

$$E_g = E_ç \quad (2)$$

Bu denklemi sisteme uygularsak; Sisteme giren Elektrik enerjisi = Sıvının Isıtılması için Gerekli Olan Isı Enerjisi + Sistemden Çevreye Olan Isı enerjisi;

$$E_e = Q_s + Q_k \tag{3}$$

Sıvının ısıtılması için gerekli olan ısı enerjisi aşağıdaki şekilde hesaplanabilir;

$$Q_s = m \times C \times \frac{dT}{dt} \tag{4}$$

Burada m sıvının kütlesi, C sıvının özgül ısısı ve dT/dt zamana bağlı sıcaklık farkını göstermektedir. Sistemden çevreye olan ısı enerjisi iletim ve taşınım toplamı olarak şu şekilde hesaplanır [4].

$$Q_k = U \times A \times \frac{dT}{dt} \tag{5}$$

Burada U karma ısı transfer katsayısı, A yüzey alanı, dT/dt ise iç ve dış ortamın sıcaklık farkını göstermektedir. U karma ısı transfer katsayısı takip eden denklemle hesaplanır;

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h_d}} \tag{6}$$

Burada h_i ve h_d sırasıyla iç ve dış ısı taşınım katsayısı, k ısı iletim katsayısı ve L ise cidar kalınlığını göstermektedir. Sonuç olarak enerjinin korunumu denklemi yazarsak;

$$E_e = (m \times C)\frac{dT}{dt} + \left(\frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h_d}} \times A \right) \frac{dT}{dt} \tag{7}$$

bağıntısı elde edilmiş olur.

Burada $k_1 = m \times C$ ve $k_2 = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h_d}} \times A$ kabulunu yaparsak denklemimiz;

$$E_e = k_1 \frac{dT}{dt} + k_2 \frac{dT}{dt} \tag{8}$$

Laplace Transformu alınırsa;

$$\frac{T(s)}{E_e(s)} = \frac{1}{s(k_1 + k_2)} \tag{9}$$

denklemi elde edilir.Burada tankın boyutları $a = 2$, $b = 1$ ve yükseklik $H = 1$ metre alındığında, Yüzey alanı; $A = 10m^2$ bulunur. Hacmi $V = 2m^3$ bulunur.

Tankın içindeki suyun kütlesi, suyun yoğunluğu $d = 1000kg/m^3$ alınırsa;

$$m = 1000kg/m^3 \times 2m^3$$
$$m = 2000kg \tag{10}$$

Suyun özgül ısısını 4.183 kJ/kgK alırsak;

$$k_1 = m \times C$$
$$k_1 = 2000kg \times 4.183kJ/kgK$$
$$k_1 = 8366 \tag{11}$$

Burada tankın cidar kalınlığı L=10mm, h_i=2800W/m^{2}K, h_d= 11w/m^{2}K iç ve dış ısı taşınım katsayısı ve k= 50w/mk ısı iletim katsayısı alınırsa,

Karma ısı transfer katsayısı aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{2800} + \frac{10 \times 10^{-3}}{50} + \frac{1}{11}} \tag{12}$$

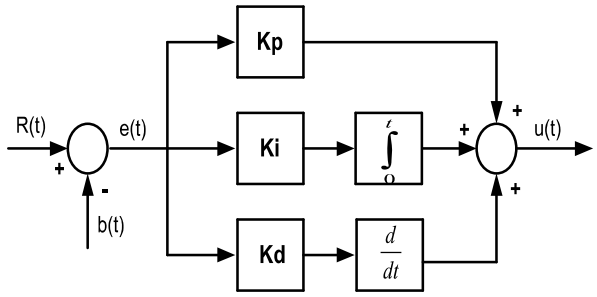
$$U = 10.93$$
$$k_2 = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h_d}} \times A$$
$$k_2 = 10.93 \times 10$$
$$k_2 = 109.3 \tag{13}$$

Sonuç olarak denetlenecek sistemin transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi bulunur.

$$\frac{T(s)}{E_\varepsilon(s)} = \frac{1}{8475.3s} \tag{14}$$

III. PID DENETLEYİCİ TASARIMI

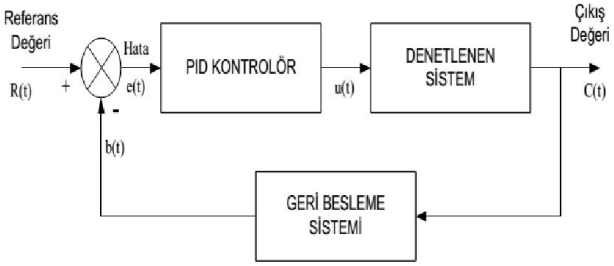
PID denetleyiciler dayanıklı performans ve basit yapıları nedeniyle denetim sistemlerinde sık kullanılırlar. PID denetleyiciyi oluşturan kısımlara kazanç parametreleri etki ederler. Kazanç parametreleri oransal (P), integral (I), türev (D) sistemin çalışmasına için önemlidir ve her bir kazanç parametresinin etkisi sistem için farklıdır. Şekil 2'de PID denetleyicinin iç yapısına ait blok diyagramı verilmiştir. Bu blok diyagramdan da görüldüğü gibi PID denetleyicinin yapısını oransal kazanç, integral kazancı ve türev kazancı oluşturmaktadır. PID denetleyici kullanılarak denetlenen sisteme ait blok diyagram ise şekil 3'te verilmiştir [5].



Şekil.2 PID denetleyicinin blok diyagramı

PID denetleyicinin çıkışı denklem 15'de verilmiştir.

$$u(t) = K_p.e(t) + K_i \int_0^t e(t)dt + K_d.\frac{d}{dt}e(t) \qquad (15)$$



Şekil.3 PID denetim sisteminin blok diyagramı

TABLO I
P, I ve D parametrelerinin bağımsız olarak etkileri

	Yükselme Zamanı	Aşım	Yerleşme zamanı	Sürekli durum hatası
Kp	Azalır	Artar	Az artar	Azalır
Ki	Az artar	Artar	Artar	Çok azalır
Kd	Az değişir	Azalır	Azalır	Önemsiz

Kapalı çevrim bir denetim sisteminde kazanç parametrelerinin etkileri (K_p,K_i,K_d) Tablo I'de özetlenmiştir[6]. Kazanç parametrelerinin dengeli ayarı ile uygun bir denetim sağlanabilir. Eğer bu kazanç parametreleri dengeli bir şekilde ayarlanmayacak olursa, PID denetleyicinin sağlayacağı üstün özelliklerden yararlanılamaz[7]. Tablo I'de kazanç parametrelerinin sistemi nasıl etkilediği verilmektedir

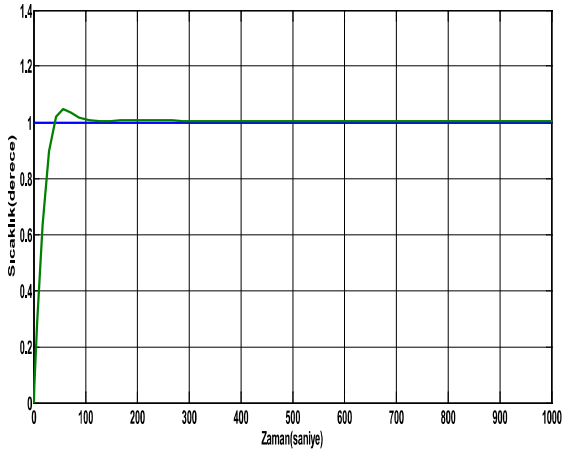
IV. BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Çoğunlukla, bir denetim sisteminin dinamik davranış özellikleri sistemin birim basamak girişine karşı gösterdiği geçici-durum davranış parametreleri cinsinden belirlenir. Pratik olarak birim basamak giriş fonksiyonu üretmek kolay olup sistemin birim basamak giriş cevabının bilinmesi halinde matematiksel olarak sistemin diğer herhangi bir giriş cevabı kolaylıkla hesaplanabilir. Kapalı-döngü sistemlerde kararlı hale ulaşma sürecinde; P(oransal) denetleyici sistemin yükselme zamanının azalmasını sağlar, I (integral) denetleyici sistemi aşmaya ve kararsızlığa yönlendirir, D(türevsel) denetleyici sistemin aşma ve kararsızlığını azaltır[8-11]. PID Tuner Simulink, PID denetim blokları için kazanç parametrelerinin istenilen yükselme zamanına, istenilen maksimum aşmaya ve istenilen oturma zamanına ayarlanmasını sağlar. PID denetleyicinin Kp, Ki, Kd kazanç parametreleri PID Tuner Simulink blok sayesinde en iyi şekilde ayarlanır[12]. Bu yöntem kullanılarak PID denetleyicinin kazanç parametreleri Kp=632.129 ,Ki=0.335 ,Kd=-4771.546 olacak şekilde ayarlanmıştır. Kapalı bir ortamdaki sıvının sıcaklık denetim yapılmış ve sistemin birim basamak giriş için çıkışı şekil 4'te verilmiştir. PID denetim sisteminin birim basamak girişe karşı gösterdiği geçici-durum cevabı kontrol performans değerleri tablo II'de verilmiştir.

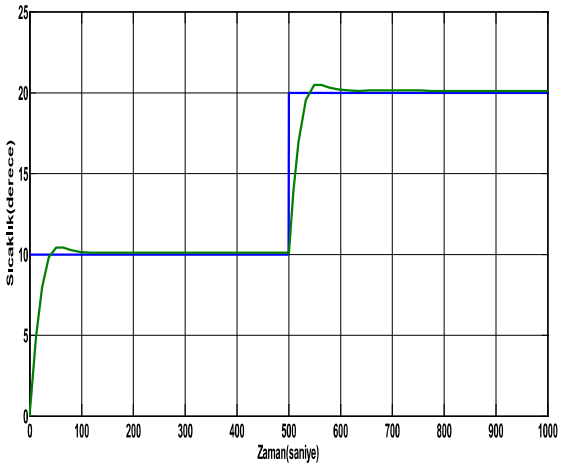
TABLO II
PID Denetleyicinin sistem üzerindeki performansı

PARAMETRELER	PID
Yükselme zamanı(s)	1.36
Yerleşme zamanı(s)	4.21
Aşma(%)	5

Şekil 4'te sistemin birim basamak cevabı görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi PID denetleyici yaklaşık olarak % 5'lik bir aşma yapmış ve referansı sürekli durum hatası olmadan başarılı bir şekilde takip etmiştir. Sisteme ait %aşma, yükselme zamanı ve yerleşme zamanına ait değerler tablo II'de verilmiştir. Şekil 5'te ise sistem için oluşturulan PID denetleyicinin farklı sıcaklıkları izleme başarımı verilmiştir. Sıcaklık ilk önce 500 sn'ye kadar 10^0C'dir. Daha sonra sistemin sıcaklığı 20^0C'ye çıkartılmıştır. Her iki farklı referans sıcaklıklarda PID denetleyici referans sıcaklığı başarılı bir şekilde izlemiştir.



Şekil.4 PID denetimli sıvı sıcaklık denetim sisteminin birim basamak cevabı



Şekil.5 10^0C-20^0C için PID denetimli sıvı sıcaklık denetim sisteminin cevabı

V. SONUÇLAR

Bu çalışma ile bu alanda yapılacak olan gerçek zamanlı uygulamalara bir temel oluşturmak hedeflenmiştir.Benzetim çalışmaları Matlab/Simulink'te gerçekleştirilmiştir. Modellemesi ve denetimi yapılan bu sistemde bozucu etki düşünülmediğinden kalıcı durum hatası oluşmamıştır.Bu şartlarda benzetim çalışmalarına göre PID denetleyicinin sistem üzerinde oldukça etkili ve tatmin edici sonuçlar verdiği kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Gültekin, S.S., "Seviye ve Sıcaklık Kontrol Sistem Tasarımı", Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi, Cilt 6, Sayı 3 ,2007.

[2] Aydoğdu Ö. Optimal-Tuning of PID Controller Gains Using Genetic Algorithms, PamukkaleÜniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 131-135, 2005.

[3] Michael J. M., Howard N. S., Daisie D. B., Margaret B. B. 2011. Principles of Engineering Thermodynamics. 7th edition. John Wiley & Sons Ltd.,

[4] Çengel Y. A. 2007. Heat and mass transfer: a practical approach. 3rd edition. McGraw-Hill.

[5] Coşkun, İ., Terzioğlu, H., "Hız performans eğrisi kullanılarak kazanç (PID) parametrelerinin belirlenmesi", Journal of Technical-Online, 180-205, 2007.

[6] Ang K.H, Chong G. PID Control System Analysis, Design and Technology, IEEE Transactions on Control Systems Technology, July 2005,Vol.13,No.4

[7] Yüksel, İ.," Otomatik Kontrol Sistem Dinamiği ve Denetim Sistemleri", *Uludağ Üniversitesi Basımevi,* Bursa, 209-215 (2001).

[8] Dumanay, A.B., "PID, Bulanık Mantık Ve Kayan Kip Kontrol Yöntemleri İle İnternet Üzerinden DC Motor Hız Kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir,15-25 (2009).

[9] Açıkgöz, H., Keçecioğlu, Ö.F., Şekkeli, M., "Genetik-PID Denetleyici Kullanarak Sürekli Mıknatıslı Doğru Akım Motorunun Hız Denetimi.",Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı (TOK2013), 26-28 Eylül 2013, Malatya.

[10] Coşkun, İ., Terzioglu, H., "Gerçek Zamanda Değişken Parametreli PID Hız Kontrolü", 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu(IATS'09),13-15 Mayıs 2009,Karabük,Türkiye.

[11] Özlük, F. M., Sayan, H. H., "Matlab GUI ile DA Motor için PID Denetleyicili Arayüz Tasarımı", İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, Cilt 2, Sayı 3 ,10-18, 2013.

[12] http://www.mathworks.com/help/slcontrol/gs/automated-tuning-of simulink-pid-controller-block.html

View publication stats