

SÜREÇ DENETİMİN TANIMI ve TEMELLERİ

ERSİN TULUNAY

UDK: 621-523:621.316.71

ÖZET

Süreç denetim, üretim sürecinde çok önemli rol oynayan ve bilim dalları arası ilginç bir alandır. Bu dal denetim kuramının yararlı uygulamaları ve elektroniğin üretime doğrudan doğruya uygulanması için ortam sağlar. Bu yazıda, tarihsel gelişim ve temel tanımların verilmesinden sonra genelleştirilmiş akış sürecinin matematiksel örneği ve çözümü, kapsamlı bir örnek olarak ele alınmıştır. Oransal, türevsel ve tümlevsel denetleçler, akış devre öğeleri denetim biçimleri incelenmiştir.

SUMMARY

Process control is an attractive interdisciplinary area which plays a vital role in the production process. it provides a medium for the useful application of control theory and for the application of electronics to production directly. in this paper after giving the historical development and basic definitions, mathematical model and solution of a generalized flow process is considered as a covering example. Proportional, derivative and integral controllers, flow network components, types of controls are investigated.

...GİRİŞ

Toplumsal ve parasal gelişmeler sonucunda 1870 yılı dolaylarında ilk kez İngiltere'de modern fabrikalar kurulmağa başlanmış ve böylece üretimde hızlı bir artış olmuştur. Etkileri çok kısa sürede görüldüğünden bu oluşuma endüstri devrimi denmektedir [1]. Özdevimsel süreç denetim de endüstrinin gelişmesine temel katkılar yapmış ve yarattığı hız

Ersin Tulunay, Y. Prof. Dr., ODTÜ

lı değişim nedeniyle "ikinci endüstri devrimi" diye nitelemelere yol açmıştır [2].

Özdevimsel denetim bir büyüklük ya da koşulun istenen bir değerde insan aracılığı olmadan tutulabilmesidir. Büyüklüğün değeri ölçülür, istenen değerle karşılaştırılır ve elde edilen ayrılık değeri bu ayrılığı azaltacak yöndeki çalışmayı başlatıp sürdürmek için kullanılır. Özdevimsel denetimin kapalı döngü biçiminde çalıştığı görülmektedir.

Süreç denetim, bir dizge ya da yapım sürecinde çalışmanın etkinliğini, üretilenlerin istenen nitelikte olmasını sağlamak için gereken düzenleme ve denetim sorunlarını inceler [3]. Takım tezgahlarının denetimi, uçak, güdümlü mermi uçuş denetimi, kimyasal süreç denetimi konunun kapsamına örnek olarak verilebilir. Daha dar anlamda süreç denetim, endüstrideki süreçlerin denetimini inceler. Endüstrideki süreçlerin çoğunluğu kimyasal olduğundan süreç denetim terimi genellikle kimyasal süreçlerin denetimini kapsar.

Süreç denetim, denetim kuramından ayrı olarak gelişen bir daldır. Denetim kuramı, denetlenecek nesnelerin doğasıyla pek ilgilenmez. Kuramcı genellikle, denetlenecek nesnenin türevsel denklem takımları ya da geçiş işlevi biçiminde verilmiş olduğunu varsayar. Kuramcı en başta çözümsel yöntemler ve tasarım yöntemleriyle uğraşır, sonuçların denetlenecek süreç açısından uygulanabilirliği üzerinde pek durmaz.

Süreç denetim ise, denetlenecek dizgenin özellikleri ve doğası üzerinde önemle durur. Kullanılacak yöntemler daha az önemli olan bir konudur. Yöntemler, uygulama alanında yararlı olacaksa ilgi çekebilir.

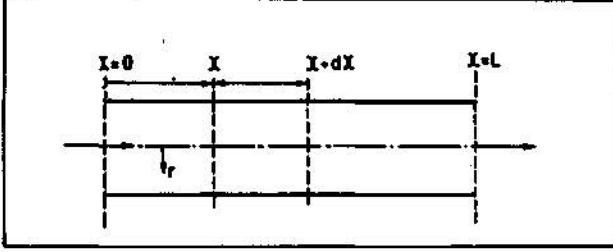
Yapım sırasında kağıdı belirli kalınlığa getiren döner silindirelerin denetimi kimyasal bir sürecin ya da bir uçağın denetiminden doğaları yönünden ayrıdır. Kağıt makinası, kimyasal bir süreç ve uçağın denetiminin tasarımı arasında genel denetim kuramının yöntemleri kullanılırsa da tasarım amaçları her durum için birbirinden çok ayrı olacaktır. Ayrıca tasarımın biçimi, ele alınan dizgenin doğasına kuvvetle bağlıdır. Süreç denetim, denetlenecek sürecin davranışının saptanmasını ve bunlara göre genel yöntemlerin uygulanmasını kapsayan ve hem temel bilimciler hem de mühendislerin ilgisini çeken bir dal olarak gelişmektedir.

2. TARİHSEL GELİŞİM

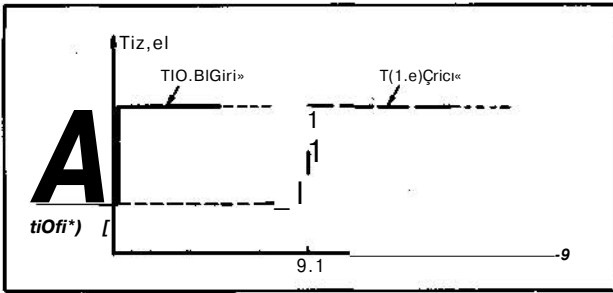
Süreç denetime ilişkin ilk uygulama 1775 yılında Watt'ın buhar makinasındaki dengeleme görülmüştür. Bu aygıt, buhar akışını bir vana ile işlemleyerek makinanın hızını düzenlemekteydi. Böylece geribeslemenin bütün öğeleri daha 1775 yılında ortaya çıkmıştı. Mekanik işlemlere ve endüstri süreçlerine uygulama ise ancak 1900 yıllarında görülmeye başlamıştı. Ucuz işçilik ve geribeslemenin kuramsal yönden yeterince anlaşılmasını uygulamadaki bu gecikmeyi yaratmıştır.

Özdevimsel denetim konusundaki ilk çözümleme James

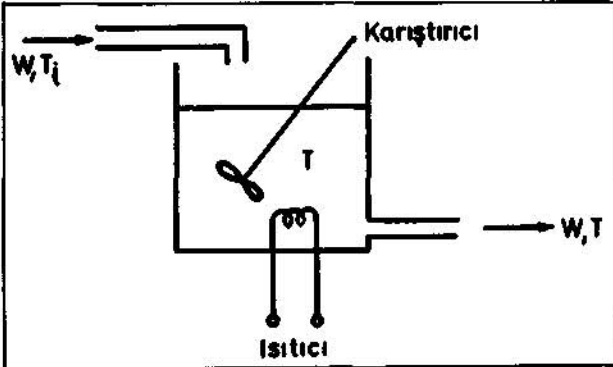
6. teknik kısıtlama



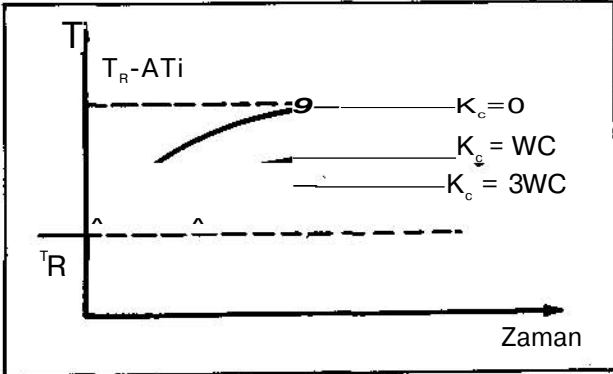
Şekil 2. Genelleştirilmiş akış süreci



Şekil 3. Isı geçişim sürecinde giriş ve çıkış sıcaklıkları



Şekil 4. Sıvı ısıtma süreci



Şekil 5. Oransal denetimde sıvı sıcaklığının değişimi

zorlu ve ayrı bir konudur [6,7]. Burada süreç denetim konusunun bütünlüğünü sağlamak açısından genel bir matematiksel örnek verilecek ve çözümü incelenecektir.

Süreç olarak 2. Şekilde görülen genelleştirilmiş akışı alalım [8]. Bir akışkan silindirik boru içinden akmakta ve bu akış sırasında oluşan enerji, kütle ve moment geçişimi sonucunda akışkanın özellikleri değişmektedir. Boru çeperleri sürece girmemektedir.

Silindirik bakışımından dolayı büyüklükler, aksel yer değişkeni x 'e, eksene dik yer değişkeni r 'ye ve zaman değişkeni t 'ye bağlıdır. Akışın girdaplı olduğu varsayılırsa r 'ye bağımlılık ta kalmamaktadır.

Bu varsayımlarla süreci belirleyen parçasal türevsel denklem şöylece yazılabilir [8,9].

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + \frac{h(x,t)}{\partial x} + r(x,t) = \frac{\partial}{\partial x} \left[D(x,t) \frac{v(x,t)}{\partial x} \right] \quad (D)$$

Burada $u(x,t)$: genelleştirilmiş oylumsal yük yoğunluğu.

$h(x,t)$: özdek akışı sonucu oluşan, alan başına, genelleştirilmiş yük.

$r(x,t)$: geçişim sonucunda sürecin yitirdiği genelleştirilmiş, oylumsal yük yoğunluğu.

$D(x,t)$: yayılım katsayısı.

$v(x,t)$: potansiyel eğimi.

Birinci denklemdaki ilk terim süreçteki birikimi, ikinci terim akışkanın akarken taşıdığı büyüklüğü, üçüncü terim geçişim büyüklüğünü ve eşitliğin sağındaki terim ise yayılımı göstermektedir. Bu genel denklemin çıkartılması ve çeşitli durumlara uygulanması bu yazının sınırlarını aşmaktadır. Ayrıntılı bilgiler yazında bulunabilir [8,9,10]. Denklem kullanımı ve çözümünü biraz daha açıklamak açısından burada önemli noktalara çok genel olarak değinilmektedir.

Örnek olarak ısı geçişim sürecini alalım. İkinci Şekildeki borudan akmakta olan akışkan için 1. Denklemdaki terimleri tanıyalım.

Biriken ısı :

$$u \ll m C_v T / V = \rho C_v T \quad (2)$$

Burada V : ele alınan bölümün oylumu (m^3)

m : bu bölümdeki akışkanın kütlesi (kg)

C_v : akışkanın değişmez basınçtaki özgül ısı sığası (kcal/kg $^{\circ}C$)

T : belli bir sıcaklığa göre ölçülen sıcaklık ($^{\circ}C$)

ρ : kütleli yoğunluk (kg/m 3)

u : içsel enerji yoğunluğu (kcal/m 3).

6. teknik kongre

Oylumdan dışarıya taşınan ısı :

$$h = GC_v T \quad (3)$$

Burada G : birim alan başına kütleli akış hızı
(kg/m² sn)

Isı geçişimi;

Taşıma terimi :

$$r = \frac{\dot{q}}{A} (T - T_e) \quad (4)$$

Burada A : borunun eksene dik düzlemdeki kesit alanı (m²) -

h : taşımada ısı geçişim katsayısı

(kcal/m²sn°C)

s : borunun çevresi (m)

T_e : çevre ortamının sıcaklığı (°C)

İletim yoluyla yayılım terimi :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (5)$$

Burada k : ısı iletkenlik kcal/sn m °C

Birinci denklem ısı geçişim süreci için açıklanan terimleri kullanarak yeniden şöyle yazılır.

$$\frac{3(pC_v T)}{\rho} + \frac{3(GC_v T)}{\rho} + \frac{Sh}{\rho} T_e (T - T_e) = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (6)$$

Altıncı denklem basitleştirilebilir.

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{G}{\rho} \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{Sh}{\rho C} (T - T_e) = 0 \quad (7)$$

Çözümün genelliğini sağlamak ve daha basit bir denklemle uğraşabilmek için zaman değişkeni oturma zamanı t_r = (pL/G) sn ve yer değişkeni, borunun uzunluğu L m ye göre doğallaştırılır.

$$0 = t/t_r = tG/pL \quad (8)$$

$$Z = x/L \quad (9)$$

Böylece 7. Denklem şu biçimi alır :

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial T}{\partial Z} + N(T - T_e) = 0 \quad (10)$$

Burada N = ShL/GAC = ShL/WC : geçişim birimleri sayısı

P = LGc/k = WcL/Ak : Peclet sayısı

W = kütleli akış hızı (kg/sn)

Basit bir örnek olarak yayılımı ve çevre ortamına

yayılan ısıyı yok sayalım,

$$\frac{3T(Z,9)}{30} + \frac{3T(Z,6)}{3Z} = 0 \quad (11)$$

Bu denklemi çözmenin yollarından birisi Laplace dönüşümü kullanmaktır. Onbirinci Denklemin doğallaştırılmış zaman 0 ya göre Laplace dönüşümünü alalım.

$$\frac{3T^*(Z,s)}{3Z} + sT^*(Z,s) = T(Z,0+) \quad (12)$$

$$T^*(Z,s) = \frac{T(Z,0+)}{s}$$

s = Laplace değişkeni

T(Z,0+) = başlangıç koşulu

Onikinci eşitlik doğallaştırılmış yer değişkeni Z ye göre birinci aşamadan bayağı bir türevsel denklemdir. Bilinen yöntemlerle çözülebilir [9] .

Başlangıç koşulu T(Z,0+) = T(0,0+) olarak alınırsa çözüm

$$T^*(Z,s) = T^*(0,s) e^{-sZ} + \frac{T(0,0+)}{s} (1 - e^{-sZ}) \quad (13)$$

olarak bulunur.

Ters Laplace dönüşümü ile zaman bölgesine geçilirse,

$$T(Z,G) = T(0,9-Z) + T(0,0+)u_{-1}(0) - T(0,0+)u_{-1}(0-Z) \quad (14)$$

Burada u₋₁(0) birim basamak işlevini gösterir. Bu sürecin davranışını anlamak için girişteki sıcaklığı T(0,0+) değerinden T(0,0+)+AT değerine değiştirilim ve çıkışta ne olacağına bakalım

$$T(0,0) = (T(0,0+)+AT) u_{-1}(0) \quad (15)$$

Onbeşinci denklemdeki T(0,0) terimini 14 de yerine koyup işlemleri yaparsak sıcaklık şöyle bulunur,

$$T(Z,0) = T(0,0+)u_{-1}(0) + ATu_{-1}(0-Z) \quad (16)$$

Çıkıştaki değişimi bulmak için x = L ve bundan ötürü Z = 1 koyarız.

$$T(1,0) = T(0,0+)u_{-1}(0) + ATu_{-1}(0-1) \quad (17)$$

Girişteki değişim ise Z = 0 ile bulunur :

$$T(0,0) = (T(0,0+)+AT)u_{-1}(0) \quad (18)$$

Bu değer beklendiği gibi 15. Denklemle varsayılan değere eşittir.

Örnek olarak alınan ısı geçişim sürecindeki giriş ve çıkış sıcaklıkları 3. Şekilde gösterilmiştir. Girişteki değişikliğin 0 = 1 birim zaman sonra çıkışta görüldüğü anlaşılmaktadır. Girişteki değişim oturma zamanı t_r saniye sonra çıkışta görülmektedir.

6. teknik kongre

Oturma zamanı bir akışkan parçasının girişten başlayıp çıkışa varması için geçen zamandır.

Sürecin geçiş işlevi 13. Denklemden $T(0,0^+) = 0$ konarak bulunabilir.

$$\frac{T^*(l,s)}{T^*(0,s)} = e^{-s} \quad (19)$$

Bu işlev beklendiği gibi bir birimlik, başka deyişle t_r saniyelik zaman gecikmesi göstermektedir.

Burada basit bir örnek işlenmiştir. Daha karışık durumlar da benzer yolla incelenebilir. Tam çözüm bulunamayan durumlarda yaklaşıklık yöntemleri kullanılır [8].

5. DENETLEÇLER

Süreç denetimin en önemli konularından olan sürecin kendisini inceledikten sonra şimdi de basit bir örnek olarak denetleçlere kısaca değinelim. Dördüncü Şekildeki sıvı ısıtma sürecini düşünelim. Temel fizik bilgilerini ya da 1. Denklemin bu özel durum için kullanarak erke dengesi, iyi karıştırılmış bu ısıtıcı için şöyle yazılabilir.

Birikim = Giriş - Çıkış

$$pvc \frac{dT}{dt} = q - WC (T - T_i) \quad (20)$$

Burada p : sıvının yoğunluğu
v : kaptaki sıvının oylumu
W : sıvı akış hızı
C : sıvının özgül ısı sığası
V : sıvının girişteki sıcaklığı
V : sıvının kaptaki sıcaklığı
q : sıvıya verilen ısı erkesi

Sürekli duruma erişildiğinde

$T_i = T_{i,s}$
 $T = T_D =$ sıvıyı ısıtmak ve orada tutmak istediğimiz değer (Birinci Şekildeki kaynak giriş).

olur. Eğer hiç bir zorlama olmasa ısıtıcının

$$q_s = WC (T_r - T_{iB}) \quad (21)$$

kadar ısı vermesiyle süreç görevini tam yapabilecek ve giren sıvı T_r ye kadar ısıtılmış olarak kaptan çıkacaktır. Ancak bu durumda denetime gerek olmazdı. Denetim, istenmeyen etkilerle T_r değişirse onu yenden ve kısa sürede eski T_r değerine getirmek için kullanılır. İstenmeyen etkiler bu örnekte, örneğin sıvının giriş sıcaklığı T_f nin, akış hızı W nin değişmesi olabilir. T_r nin değişip sıvının sıcaklığının T ye geldiğini varsayalım. Bu değişimi etkisizleştirmek için sürece verilecek ısı yalnız q_s değil $q_s + q_c$ gibi bir değer olmalıdır. Ek büyüklük q_c dğal olarak fark büyüklük $(T_r - T)$ ye bağlı olacaktır. Bu bağın biçimine göre denetleçler çeşitli adlar alırlar.

Oransal denetleç;

Denetim amacıyla konan ek büyüklük istenen değerle, şu andaki değer ayrılığıyla doğru orantılıdır.

$$q_c = K_c (T_r - T) \quad (22)$$

$$q = q_s + K_c (T_r - T) \quad (23)$$

23 deki q , 20' de yerine konursa

$$pvc \frac{dT}{dt} + \left(\frac{K_c}{WC} + 1 \right) T = T_i + \frac{K_c}{WC} T_r + WC \quad (24)$$

Burada $T_i = pV/W$ kabın zaman değişmezi.

$G_c(s) = K_c =$ denetlecin oransal bantıdır. Oransal bant önemli bir kavramdır [2,11].

Oransal bant kazançla ters orantılıdır. Kazanç K_c nin iki katına çıkması oransal bantın yarıya inmesini gerektirir.

Yirmidört Denkleminin çözümü oransal denetim varken sıvı sıcaklığının nasıl değiştiğini gösterir. Bu değişim 5. Şekilde gösterilmiştir.

Oransal, tümlevsel denetleç;

(25)

Burada T_r tümlev eylem zamanı, $1/T_r$ geridönüş hızıdır.

Bu denetimle

$$q(t) = q_s + K_c (T_r - T) + K_r \int_0^t (V^T) dt \quad (26)$$

olur. Bu durum için sıvı sıcaklığı 6. Şekilde gösterilmiştir.

Oransal, türevsel denetleç;

$$G_c(s) = K_c (1 + T_D s) \quad (27)$$

Burada T_D türev eylem zamanı, $1/T_D$ türev hızıdır.

Genel denetleç;

Oransal, tümlevsel ve türevsel etkiyi içeren genel bir denetlecin geçiş işlevi

$$G_c(s) = K_c \left(\frac{1}{T_r s} + T_D s \right) \quad (28)$$

Uygulamada gerek havalı gerek elektronik denetleçlerde devre gerçekleştirilirken karşılaşılan sınırlamalar geçiş işlevlerini kuramsal biçimde ayırır. Oransal, tümlevsel denetlecin uygulamadaki geçiş işlevi [8],

6. teknik kongre

$$G_C(s) = K_C \cdot \frac{T_R s + 1}{(1 + \alpha) T_R s + 1} \quad (29)$$

$$= 100 - 1000$$

Oransal türevsel denetlecindeki ise

$$G_C(s) = K_C \frac{T s + 1}{T s / a + 1} \quad (30)$$

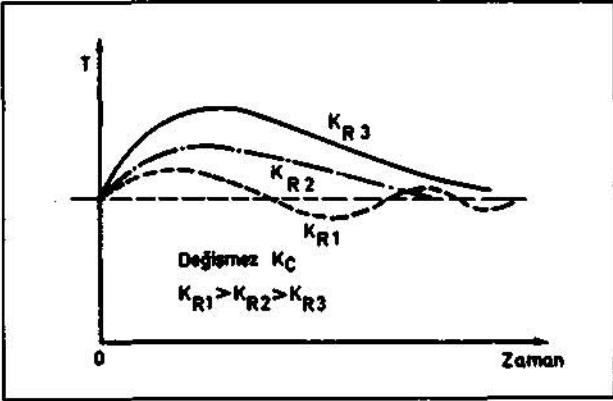
$$= 5 - 20$$

biçimini alır.

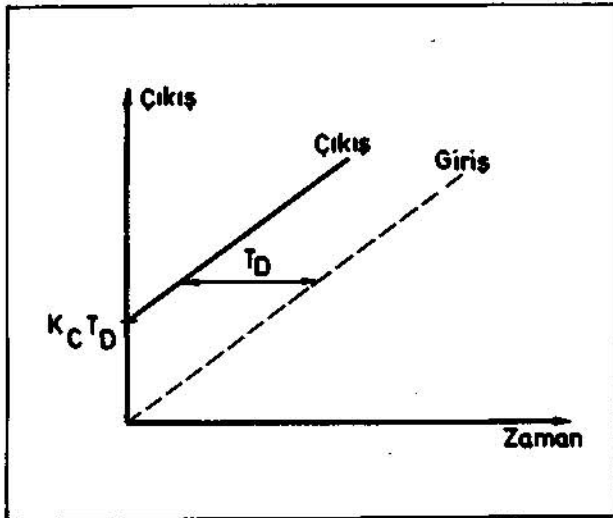
Oransal, tümlevsel, türevsel denetlecin geçiş işlevi ise

$$G_C(s) = K_C \frac{T_R s + 1}{T_R s} \frac{T_S s + 1}{(T_D s / \alpha) + 1} \quad (31)$$

biçimindedir.



Şekil 6. Oransal, tümlevsel denetimde sıvı sıcaklığının değişimi



Şekil 8. Oransal, türevsel denetlecin birim yokuş giriş tepkisi

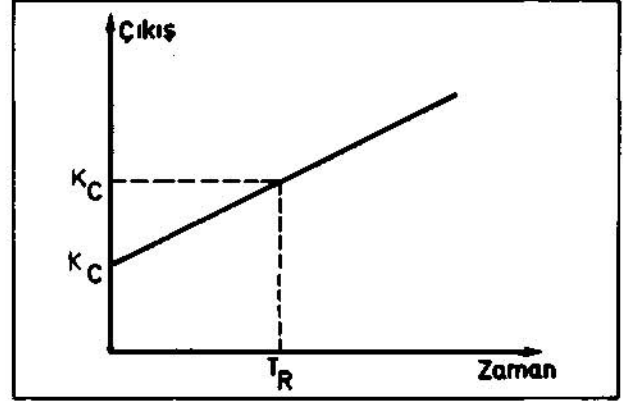
Oransal tümlevsel denetlecin birim basamak giriş tepkisi 7. Şekilde gösterilmiştir. Geri dönüş hızı T_R^{-1} , bir dakikada oransal tepke K_C nin tekrarlama sayısı olarak belirtilir.

Oransal türevsel denetlecin birim yokuş giriş tepkisi 8. Şekilde gösterilmiştir. Türev eylem zamanı T_j çıkışın girişi umabilme derecesinin ölçüsüdür.

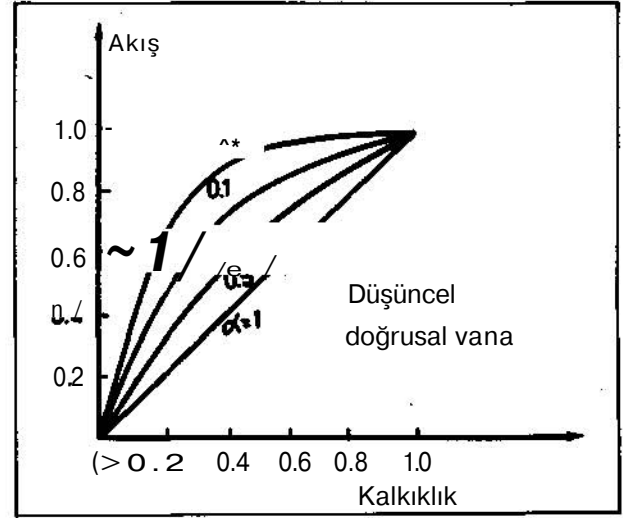
Oransal bant açıklama gerektiren bir terimdir. Son denetim ögesi, örneğin vananın tüm olarak açılması ya da kapanması için, denetlenen büyüklüğün değişim yüzdesine oransal bant denir. Denetlenen büyüklük C nin olabilecek en büyük değişimi C_0 olsun. Denetleç çıkışı p olsun.

$$K_s = \frac{AP}{AC} \quad (32)$$

olsun.



Şekil 7. Oransal, tümlevsel denetlecin birim basamak giriş tepkisi



Şekil 9. Vanada kapak kalkıklığı ile akış arasındaki bağıntı

6. teknik kongre

Son denetim ögesi vanayı tam açtıracak ya da kapatıracak devinimi sağlayacak denetleç çıkışı A_{p_0} olsun

$$\langle \Delta P \rangle_0 = \frac{\Delta P_s}{T^*} \quad (33)$$

Yüzde olarak oransal bant

$$\% \text{ Oransal Bant} = 100 \frac{(AC)_0}{C_0} = \% \frac{100 A_{p_0}}{C_0 K_s} \quad (34)$$

Denetleç kazancı

$$K_s = \frac{\% 100 A_{p_0}}{C_0 \% \text{ Oransal Bant}} = \frac{\% A_{p_0}}{(AC)_0} \quad (35)$$

Örnek olarak elektronik denetleç alınsın.

$A_{p_0} = 50$ ma, oransal bant % 1000 ve denetlenecek sıcaklık alanı 300°C olsun. Denetlecin kazancı

$$K_s = \frac{100 \times 50 \times 10^{-3}}{300 \times 1000} = 1,67 \times 10^{-2} \times 10^{-3} \text{ A}/^\circ\text{C}$$

$$= 1,67 \times 10^{-2} \text{ mA}/^\circ\text{C} \quad (36)$$

K_s ölçme ögesi ve çeviricinin ardarda duyarlık çarpımlarını göstermektedir.

6. ÖLÇÜ ÖGELERİ

Ölçü ögeleri başlı başına bir konudur. Burada çok kullanılan bir öge olan ısılcıft kısaca ele alınıp geçiş işlevi çıkartılarak nasıl davrandığına bakılacaktır. Dördüncü şekildeki sıvı ısıtma kabına ısı çiftin batırıldığını varsayalım. Fiziksel temelleri ya da 1. Denklemi kullanarak ısılcıft için eşitlik yazılabilir.

Birikim = Giriş - Çıkış

$$m c_m \frac{dT}{dt} - hA(T - T_m) = 0 \quad (37)$$

Burada m : eklemin kütlesi.

C_m : eklemin özgül ısısı

T_m : eklemin sıcaklığı

T : sıvının sıcaklığı

A : eklemin alanı

h : sıvı ile eklem arasındaki ısı geçiş katsayısı.

(37) Eşitliği düzenlenebilir.

$$\tau_2 \frac{dT_m}{dt} + T_m = T \quad (38)$$

Isılcıftin ölçmesi istenen sıcaklık T , gerçekte ölçtüğü ise T_m dir. Birinci aşamadan bu türevsel denklemin çözümü ancak sonsuz zaman sonra T ye eşit olur. Ancak bilindiği gibi uygulamada örneğin 4 x_2 beklenir. $x_2 = m C_m / hA$ ne kadar küçükse ölçme o kadar hızlıdır. Burada ölçme gürültüsü göz önüne alınmamıştır.

7. DEVRE ÖGELERİ

Süreç denetiminde yerine göre elektriksel ögeler, havalı ögeler ya da bunların karışımı kullanılabilir. Ancak denetlenen süreç hemen hemen her zaman elektrik dışı bir dizgedir. Denetlenecek büyüklükler genellikle akış, basınç ve sıvı düzeyidir. Burada ne denetim ögelerinin ne de denetlenecek dizge ögelerinin ayrıntılarına girilenecektir. Bu konuda pek çok bilgi yayımlanmıştır. Burada yalnızca akış süresindeki devre ögelerine çok kısa olarak değinilecektir.

Sığa;

Erkenin birikiminden oluşmaktadır. Birikim ise ya akış yolundaki kabın esnek oluşundan ya da akışkanın sıkıştırılabilir oluşundan doğmaktadır.

Esnek kabın sığası

$$C = A^2 / K \quad (39)$$

A kabın akışa dik kesitteki alanı

K kabın bükülmezliği

Esnek olmayan kaba sıkıştırılabilir akışkanın doldurulmasıyla doğan sığa

$$C = V/B \quad (40)$$

V : kabın oylumu

B : akışkanın yığın birimi

Gazın sıkışması yavaş (eşsıl) olursa

$$C = V/P_0 \quad (41)$$

P_0 : ortalama basınç

Gazın sıkışması hızlı (ısı geçişi olmadan) olursa

$$C = V / v P_0 \quad (42)$$

v : C_p / C_v

C_p : değişmez basınç altındaki özgül ısı

C_v : değişmez hacimdeki özgül ısı

Genel olarak sıkışma sonucu doğan sığa

$$C = V/nP_0 \quad (43)$$

$1 < n < \gamma$

Endüktans j

Akışkanın eylemsizliği yüzünden doğmaktadır

$$L = \rho l/A \quad (44)$$

ρ : sıvının özgül ağırlığı

l : borunun boyu

A : borunun akışa dik kesiti

6. teknik kongre

Direnç;

Akışkanın akışkansılığından doğmaktadır. Akış ve basınç arasında genellikle eğrisel bir bağıntı vardır. Ancak küçük değişimler için uygun durumlarda doğrusal direnç kullanılabilir.

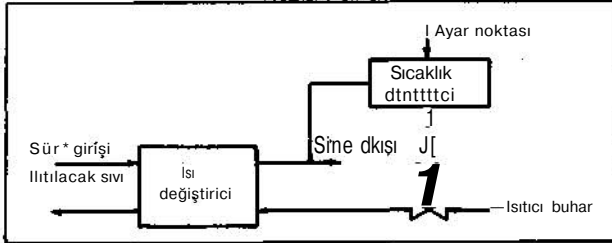
Bunların dışında akışkanın akış niceliğini ölçmek için ağız kullanılır. Ağızda boru kesiti birdenbire daraltılır. Bu darlığın iki tarafı arasındaki basınç ayrılığı akış niceliğine bağlıdır.

Önemli bir başka öge de vanadır. Elektriksel ya da havalı olabilir. Vana kapağının kalkıklığı ile akış arasındaki bağıntı vananın yapım özelliğini belirten a ya bağlı olarak 9. Şekilde gösterilmiştir. Uygun bir kullanım için a 0,25 den büyük olmalıdır.

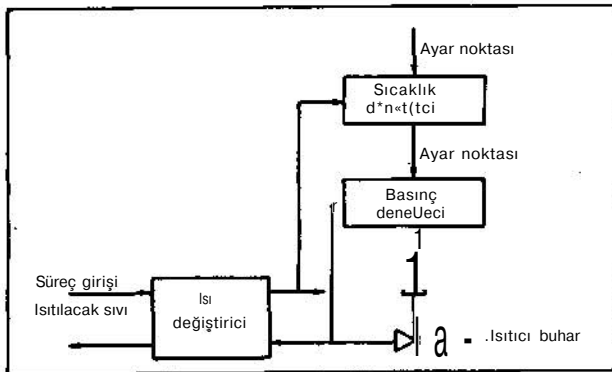
Akış devresinde basınç ve akış kaynaklarına da gerek vardır. Kendi başlarına tanımlanan bu kaynaklar ve yukarıda anlatılan devre öğelerinin tanımları istenirse elektriksel devre öğelerine benzetilerek de verilebilir.

8. DENETİM BİÇİMLERİ

Denetim biçimi işlenen büyüklüğün değiştirilişine göre incelenebilir. DÖTüncü Şekildeki sıvı ısıtma sürecinde işlenen büyüklük ısıtıcının verdiği ısı $q = q_c + q_e$ dir. Bu ısı ya var ya yok ise buna var yok denetim denir. Bu denetim aslında doğrusal olmayan denetimin bir özel durumudur. Başka bir biçimde işlenen büyüklük sürekli olarak değiştirilir. Bunun örnek-



Şekil 10. Isı değiştiricide sıcaklık denetimi



Şekil 11. Isı değiştiricide ardarda denetim

leri, oransal tümlevsel ve türevsel denetimdir. Kapalı döngülü denetim bir de ölçülen büyüklükler ve bunların dizgeye verilmiş biçimlerine göre geri beslemeli, ileri beslemeli ve ardarda denetim diye bölümlere ayrılır.

Geri besleme;

Denetlenen büyüklük ölçülüp geriye beslenir. Çok kullanıldığından ayrıntıya girmek gereksiz olacaktır.

İleri besleme;

Sürece gelen istenmeyen etkiler daha sürece girmeden ölçülür ve süreç çıkışında etkilerini göstermeleri beklenmeden önlem yapılır. İstenmeyen etkiyi etkisizleştirecek biçimde bir büyüklük üretilir ve bu büyüklük istenmeyen etkinin dizgeye girdiği noktadan sürece sokulur. Çeşitli ileri besleme yöntemleri olabilir, bu genel bir anlatımdır. Bu yaklaşımda ana denetim döngüsünün ayar noktası değişimlerine tepkisi değişmez ancak istenmeyen etkiler çıkışı pek değiştirmeden önleme çalışılır.

Ardarda denetim;

Onuncu Şekilde bir ısı değiştiricisi görülmektedir. Çıkış sıcaklığı buhar basıncı işlenerek denetlenmektedir. Ancak basınç değişiminin sıcaklığı değiştirebilmesi için uzun zaman geçmesi gerekebilir. Onun için dizgeye 11. Şekilde görüldüğü gibi ikinci bir döngü eklenip istenmeyen etkilerin çabuk önlenmesi yoluna gidilir. Çıkış sıcaklığı ölçülüp basınç denetlecinin ayar noktası değiştirilir ve giriş basıncı isteğe göre kısa yoldan denetlenmiş olur. İkincil basınç döngüsü hızlı çalışır ve istenmeyen etkileri yoketmeğe yönelir. Bu yöntemin başarısı birincil ve ikincil döngülerin birbirlerine göre hızlarına ve istenmeyen etkilerin özelliklerine bağlıdır.

9. SONUÇ

Süreç denetimin temelleri kısaca anlatılmağa çalışıldı. Bu konuda çok çalışılmakta ve önemli gelişmeler olmaktadır. Konuyla ilgili kaynaklardan bir bölümü sıralanmıştır. Anlatılan ya da değinilen konular gerek kuramsal ve gerekse uygulama yönünden bu kaynaklarda ele alınmıştır.

Uygulamada en önemli konulardan biri de oransal bant, türevsel eylem zamanı, türev eylem zamanı gibi denetleç büyüklüklerinin sürece göre ayarlanmasıdır. Bu konudaki Ziegler Nichols yöntemi ve öteki yöntemler yazında anlatılmıştır. Bu ayarlar yapılırken denetim dizgesini, istenmeyen etkileri süzgeç gibi düşünmek yararlar sağlamaktadır.

Süreç denetim konusu üretimi iyileştirme, kuramsal sonuçları uygulamaya koyma ve elektrik mühendisliği yöntemlerini, özellikle elektroniği ürün üretimi sürecinde kullanma olanağı yaratması yönlerinden önemli ve verimli bir dal olarak gelişmektedir.

6. teknik kongre

10. KULLANILAN KAYNAKLAR

- [1] *Mantoux, P.*, The industrial revolution in the eighteenth century, Harper and Row Publishers, New York, ABD, 1961
- [2] *Eckman, D.P.*, Automatic Process Control, John Wiley and Sons Inc, New York, ABD, 1958
- [3] *Meditch, J.S.*, Stochastic optimal linear estimation and control, McGraw Hill Book Co., New York, ABD, 1969
- [4] *Maxwell, J.C.*, "On Governors", Proc.Rolay Soc. London, Cilt 16, s.270, 1868
- [5] *Nyquist, H.*, "Regeneration Theory", Bell System Tech.J., Cilt 13, S.1, 1932
- [6] *Briggs, P.A.N., P.H.Hammond, M.T.G.Hughes, G.O.Plumb*, "Correction analysis of process dynamics using pseudo-random binary test perturbations", Proc. I.Mech.E., Cilt 179, Bölüm 3H, 37-51, 1965
- [7] *Godfrey, K.R.*, "The theory of the cross correlation method of dynamic analysis and its application to industrial processes and nuclear power plant", Measurement and Control, Cilt 2, Sayı 5, S.T.65-T.72, 1969
- [8] *Gould, L.A.*, Chemical Process Control Theory and Applications, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, ABD, 1969
- [9] *Tulunay, E.*, Process Control, Süreç Denetim, Ders Notları (ingilizce), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 1974
- [10] *Campbell, D.P.*, Process Dynamics, Dynamic Behavior of the Production Process; John Wiley and Sons, Inc., New York, ABD, 1958
- [11] *Coughanov/r, D.R., Koppel, L.B.*, Process Systems Analysis and Control, McGraw-Hill Book Co., New York, ABD, 1965

SÖZLÜK

<i>ağız</i>	: orifice
<i>akışkansılık</i>	: viscosity
<i>ardarda</i>	: cascade
<i>bayağı</i>	: ordinary
<i>bant</i>	: band
<i>bükülmezlik</i>	: stiffness
<i>derişim</i>	: concentration
<i>doğallama</i>	: normalization
<i>eşisil</i>	: isothermal
<i>eylem</i>	: action
<i>geçiş işlevi</i>	: transfer function
<i>geçişim</i>	: transfer
<i>geridönüş</i>	: reset
<i>girdaplı</i>	: turbulent
<i>havasal</i>	: pneumatic
<i>ısı değiştirici</i>	: heat exchanger
<i>ısılcift</i>	: theraocouple
<i>içsel</i>	: internal
<i>iletim</i>	: conduction
<i>işlemlmek</i>	: manipulate (to)
<i>kalkıklık</i>	: lift
<i>oturma zamanı</i>	: residence time
<i>örnek</i>	: model
<i>özdek</i>	: material
<i>tam</i>	: exact
<i>taşıma</i>	: convection
<i>tümlevsel</i>	: integral
<i>türevsel denklem</i>	: differential equation
<i>umabilme</i>	: anticipation
<i>vana</i>	: valve
<i>varyok</i>	: on off
<i>y ayulum</i>	: diffusion
<i>yığın birimi</i>	: bulk modulus
<i>yokuş</i>	: ramp

ÇEŞİTLİ KAYNAKLAR

- Buckley P.S.*, Techniques of Process Control, John Wiley and Sons, Inc., New York, ABD, 1964
Carroll G.C., industrial Process Measuring Instruments, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, ABD, 1962
Considine D.M., Process Instruments and Controls Handbook, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, ABD 1957
Douglas, Process Dynamics and Control, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., ABD, 1972
Eckman D.P., Principles of industrial Process Control, John Wiley and Sons, Inc., New York, ABD, 1945
Harriott P., Process Control, McGraw-Hill, New York, ABD
Himmelblau - Bischoff, Process Analysis and Simulation, John Wiley and Sons, Inc., New York, ABD, 1968
Koppel L.B., Introduction to Control Theory, with Applications to Process Control, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., ABD, 1968
Kronmüller H. - Barakat F., Prozessmesstechnik I, Elektrisches Messen, nichtelektrischer Größen (Hochschultext), Springer-Verlag, Berlin, Almanya, 1974
Luyben ti.L., Process Modeling Simulation, and Control for Chemical Engineers, McGraw Hill Book Co., New York, ABD, 1973
Rhodes T.J. - Carroll G.C., industrial Instruments for Measurement and Control, McGraw-Hill Book Co., New York, ABD, 1972
Shilling G.D., Process Dynamics and Control, Holt, Rinehart and Winston, New York, ABD, 1963
Shinsky F.G., Process Control Systems, McGraw-Hill Book Co., New York, ABD, 1967
Tyner M. - May F.P., Process Engineering Control, Press, ABD, 1968
Weber T.W., An Introduction to Process Analysis and Control, Wiley Interscience Series, John Wiley and Sons, Baffins Lane, Chichester, Sussex, ingiltere, 1973