

Doğrudan Bilgisayar ile denetim uygulaması: Bir soğurma kulesinin denetimi

Dr. ALI ÇINAR

UDK: 621.3-523.8

ÖZET

Hava veya elektronik deneticilerin yerine bilgisayarların kullanımı giderek artmaktadır. Bu yazıda bir soğurma kulesinin denetimi için kullanılan bilgisayar, örneksel/Sayısal ve Sayısal/örneksel çeviri arabirimleri hakkında bilgi verilmekte; veri toplama ve denetim komutunun oluşturulması anlatılmaktadır.

SUMMARY

In process control applications the trend is toward the use of digital computers rather than pneumatic or electronic controllers. In this article, the computer, the analog to digital and the digital to analog conversion units used for controlling an absorption column are described and the sequence of events for data acquisition and control signal generation are discussed.

Sanayide süreç denetimi için bilgisayar ve mikro işlemcilerin kullanımı giderek artmaktadır. Bu yazıda bir dolgu kulede gerçekleştirilen soğurma işleminin denetimi özetlenmekte [1, 2], kullanılan bilgisayar ve arabirimler hakkında bilgi verilmekte ve denetim komutunun oluşturulmasındaki aşamalar anlatılmaktadır.

1. DENETİM SORUNUNUN TANIMLANMASI

Deneylerde kullanılan soğurma kulesinin iç çapı 0,15 m, yüksekliği 2,30 m dir. Kulenin gövdesi boyunca beş gaz

Dr. Ali ÇINAR
Kimya Mühendisliği Bölümü
BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ

örnekleme deliği ve dört sıvı örnekleme deliği bulunmaktadır (Şekil 1). Kulenin ilk iki metrelik kısmı dolgu maddesi ile doldurulmuştur. Kulenin dip tarafından giren hava-CO₂ karışımı içindeki CO₂ gazı kule tepesinden giren su tarafından soğurulmuştur. Denetim amacı çalışma koşullarındaki tüm değişikliklere karşın kule tepesinden çıkan hava-CO₂ karışımı içindeki CO₂ oranının değişmesini engellemektedir. Soğurma işlemini düzenlemek için kuleye giren su akış hızı ayarlanmıştır. Su akışında artış soğurmayı artırmakta ve kule tepesinden çıkan CO₂ oranını düşürmektedir. Denetim yöntemi olarak geleneksel geribesleme denetiminin yanısıra alt-optimal geribesleme denetim yöntemleri de kullanılmıştır. Tüm denetim yöntemlerinde VSS örnekleme deliğinden alınan hava-CO₂ karışımı içindeki CO₂ derişimi denetlenen değişken olarak kullanılmıştır. Örnekleme işlemi sürekli olarak yapılmıştır. Geleneksel geribesleme denetiminde denetlenen değişkenin değeri istek değeri ile karşılaştırılmış, sapma oransal + timlevsel denetleyiciye yollanmış, oluşturulan denetim komutu ile su girişindeki otomatik denetim vanasının açıklığı ayarlanmıştır. Alt-optimal denetim yöntemlerinde VSS den alınan bilginin yanısıra diğer örnekleme delklerinden elde edilen bilgilerin bir kısmı da kullanılmıştır. Alt-optimal yöntemlerin oluşturulmasında ve değişik yöntemlerin denenmesinde bir sayısal ya da örneksel (analog) bilgisayarın kullanımının araştırmaları çabuklaştıracağı ve kolaylaştıracağı açıktır. Bu çalışmaya temel olan bir araştırmacı (5) bir örneksel bilgisayar kullanılmıştır. Bu çalışmada ise bir sayısal bilgisayardan yararlanılmıştır.

Su

Dolgu
üst
sınırı

VSS

VS₁, DLS2

VS₃
VS2

VS1 LS4

] Dolgu

karışımı Gazpüskürtücü

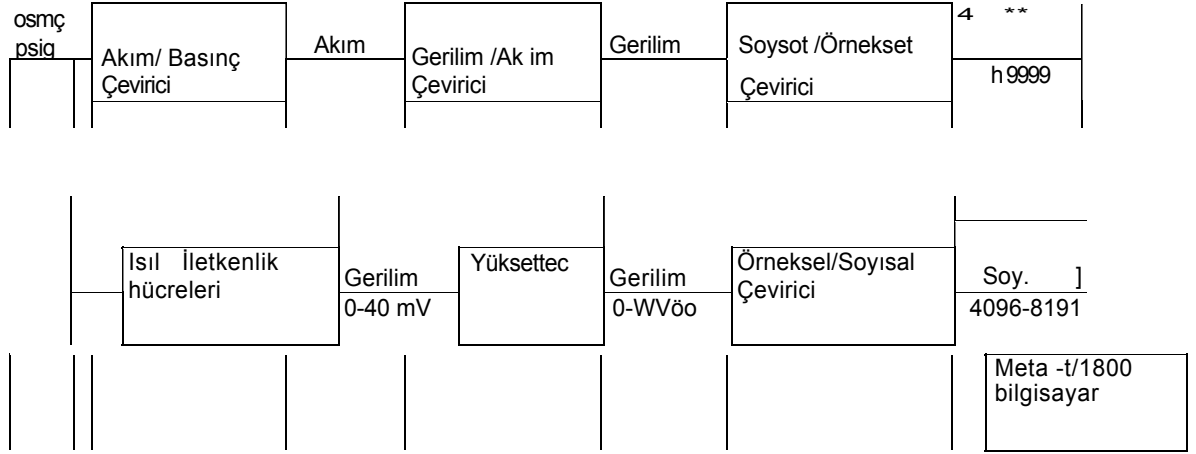
Sıvı
püskürtücü

LS1

LS3

taşıyıcı

Şekil 1. Soğutma kulesinin
şeması



Şekil: 2. Denetim döngüsünün seması

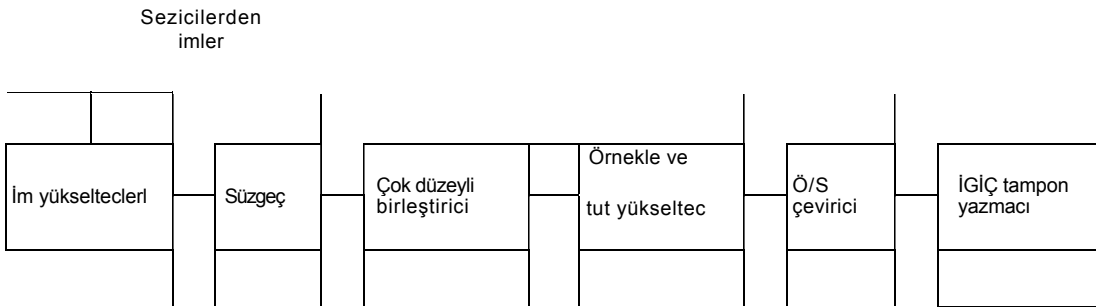
2. DENETİM DÖNGÜSÜNDEKİ ARAÇLAR

Örneklenen gaz karışımı ısı iletkenlik hücrelerinden geçirilmiştir. Isıl iletkenlik hücreleri gaz karışımı içindeki CO₂ oranında %0-%40 (hacim) arası değişime karşılık 0-40 mV arası doğrusal tepki gösterecek elektronik devrelere bağlanmıştır. Bu devrelerden gelen im yükseltiler ile 0-10 Vda gerilime yükseltmiş ve Orneksel /Sayısal (O/S) çeviri arabirimine gönderilmiştir. Burada im 4096-8191 arası bir sayıya dönüştürülmüş ve bilgisayara yollanmıştır (Şekil 2). Bilgisayarda denetim komutu hesaplanmış ve komutu belirten Orneksel 0-9999 arası bir Sayı Sayısal/örneksel (S/ö) çeviri arabirimine yollanıp 0-10 Vda gerilime dönüştürülmüştür. Gerilim imi de Akım/Basınç (A/B) değiştirgeç (transducer) ile 3-15 psig hava imine dönüştürülmüştür. Hava iminde 3 psigden 15 psig ye değişim otomatik denetim vanasını tam kapalıdan tam açık (% 0 - % 100) durumuna getirmektedir.

Gerek benzetim programları, gerek doğrudan sayısal denetim uygulamaları için Digital Scientific Corporation tarafından yapılan Meta-4/1800 modeli bir bilgisayar kullanılmıştır. Meta-4/1800,16-bitlik sözcüklü, 16 K bellekti bir bilgisayardır. FORTRAN ve çevirici dili (aue-

bly language) kullanan Meta-4/1800, IBM 1800 bilgisayarlarının yazılım ile yaptıkları girdi/çıkıktı (Input/Output) ve Kayan Noktalı Aritmetik (Floating Point Arithmetic) işlemlerini yazılım yerine Salt Oku Bellek (Read Only Memory-ROM) aracılığıyla yapmaktadır ve çevrim süresi (cycl-time) 1 mücrosn mertebesindedir, işlem Dizgesi (Openting System) olarak IBM 1800 Zaman-Paylaşım Yönetici (Time-Share Executive) kullanan Meta-4/1800 bilgisayarın çevresinde bir kart okuyucu, bir daktilo-yazıcı, 16-bit sözcüktü 512 bellekti bir disk birimi, bir katot ışım tüplü (Cathode-Ray Tube-CRT) gösterge birimi ve Doğrudan Belleğe Erişim (Direct Memory Access-DMA) yetenekli bir Sayısal Girdi/Çıkıktı birimi bulunmaktadır. Sayısal Girdi/Çıkıktı biriminin herblri 16-bitlfc 4 girişi ve 6 çıkışı vardır.

Orneksel/Sayısal çeviri arabiriminde (Şekil 3) 16 kanallı bir yok düzeyli birleştirici (multiplexer) (MP 4110Muxpac, Analogic Corporation), örnekle ve tut (sample and hold) yokseltec (MP 270, Analogic Corporation), 13 bit ilk lkbd Orneksel/Sayısal çevirici (Mo<W 252> Dynamic Measurements Corporation) ve bir ilk-giren-ilk-çıkıktı (first-in-first-out) (İGİÇ) tampon yazmacı (buffer register) (FR 1502 E, Vestem Digital Corporation) bulunmaktadır (ŞekB 3).



/ Bilgisayara sayısal S.
Gftii-Çıkıktı birimi

Şekil 3. Orneksel/Sayısal çeviri arabirimi

Sayısal/örneksel çeviri arabiriminde ikisel kodlanmış onlu (binary coded decimal-BCD) 4 rakamlı Sayısal/örneksel çevirici (CY 2735, Cycon, Inc.) ve ışık yayan diyot (LED) göstergeler bulunmaktadır.

3. DENETİM İŞLEM İNDEKİ ZAMAN KISITLARI VE KOMUTLAR

sıvı akışının denetlendiği dizgelerde saniyede bir kez örnekleme ve denetim komutu oluşturma yeterli olmaktadır. Dolayısıyla bir saniye içinde veri örnekleme, bilgisayara gönderme, değerlendirme, denetim komutunu hesaplama ve son denetim elemanına gönderme ve verilerle denetim komutu değerinin diske yazılması işlemlerinin tamamlanması gerekmektedir. Örneklenen verilerin, değişkenlerin aynı andaki değerleri olarak yorumlanmaları gereklidir. Bu nedenle, veri örnekleme ve bilgisayara yollama işlemi saniyeye göre çok kısa bir sürede tamamlanmalıdır. Son denetim elemanının (otomatik denetim vanası) elde edilen en yeni bilgilerin ışığında ayarlanması gerektiğinden denetim komutu ivedilikle oluşturulup vanaya yollanmalıdır. Bu işlemlerin tamamlanmasından sonra diske veri yazma işlemi de saniyenin tamamlanmasından önce sona ermelidir. Deneyleerde 3 değişkenden (VS4 ve VS5 deki CO₂ derişimi ve su akış hızı) veri toplanmış ve bu verilere ek olarak oluşturulan denetim komutu da diske yüklenmiştir. Yaklaşık olarak veri toplama işlemi 100 msn, denetim komutunun vanaya gönderilmesi 200 msn ve diske yazma işlemi de 500 msn sürmüş, kalan 200 msn de de bir saniyelik örnekleme süresinin bitimi beklenmiştir.

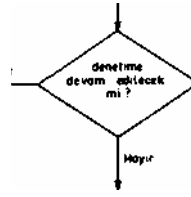
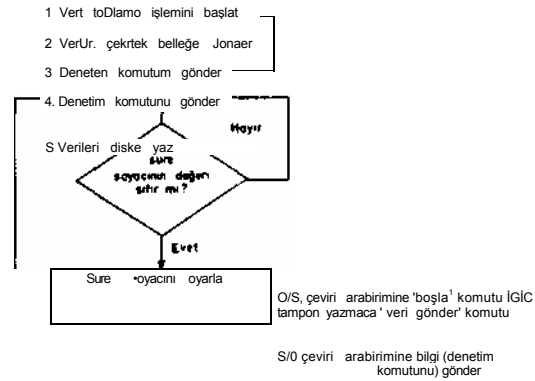
Tüm işlemlerin yapılması için bir dizi komut gereklidir. Komutlara bir kısmı bilgisayar programları yoluyla geri kalanlar ise donanım tarafından verilmektedir. Veri girdi/çıkıktı programları çevirici dili ile geri kalan programlar ise FORTRAN dili ile yazılmıştır. Bilgisayar programları ile verilen komutlar şunlardır: 1-Veri örneklemeye başla, 2- Verileri bilgisayara al ve belleğe gönder (doğrudan belleğe erişim ile), 3-Denetim komutunu bilgisayardan S/ü çeviri arabirimine yolla, 4- Bfgileri diske yaz. Donanım tarafından verilen komutlar şunlardır: 1-Çokdüzeyli birleştirici kanallarını sıra ile tara, 2- Ö/S çevirici bir verinin çevirisini tamamlayınca sonucu il k-giren-ilk-çıkıktı tampon yazmacına yaz.

4. DENETİM DÖNGÜSÜNDEKİ İŞLEMLERİN AŞAMALARI

4.1. Bilgisayardaki işlemler

Bilgisayarda bulunan bir süre sayacı (interval timer) veri toplama ve denetim işleminin zamanlamasını düzenlemektedir. Bu süre sayacının denetim işlemine devam e-

Bilgisayardan gönderilen bilgi w komutları

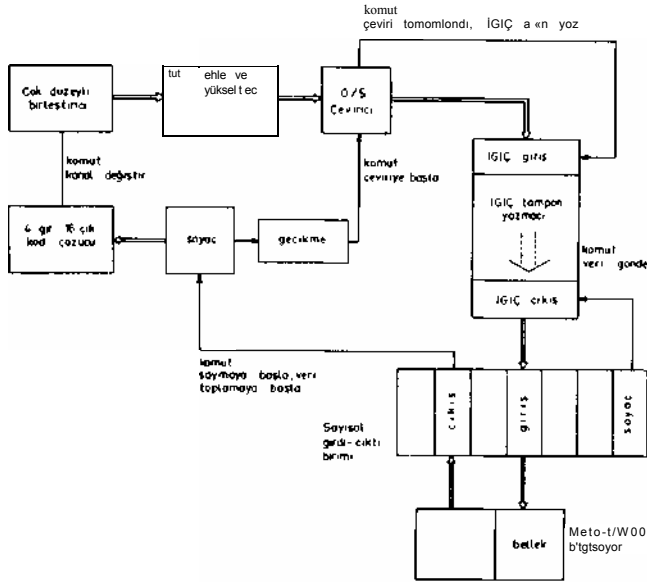


Şekil 4 Bilgisayar programının kontrol şeması

dilmesi istendiği sürece her saniye yeniden ayarlanması (set timer) gerekmektedir. Süre sayacı 1000 msn ye ayarlanmakta ve tersine sayarak sıfıra ulaşması beklenmektedir. Süre sayacının değeri sıfır olunca veri toplama işlemine başlanması sağlanmaktadır (Şekil 4). Verilerin bilgisayar belleğine erişmesi ile denetim komutunun oluşturulmasına geçilmektedir. Kullanılan denetim biçimlerinin benzetiminin yapıldığı alt programlarla denetim komutu oluşturulmakta ve S/ö çeviri arabirimine gönderilmektedir.

4.2. Orneksel/Sayısal Çeviri Arabirimindeki işlemler

O/S çeviri arabiriminde bulunan, 4 giriş 16 çıkışlı kod sayaç çözücü, çokdüzeyli birleştirici, örnekle ve tut yükselteç, Ö/S çevirici ve İGİC tampon yazmacı kanalların taranıp verilerin sayısal biçimine dönüştürülmesini ve saklanmasını sağlamaktadırlar (Şekil 5). İlk on karnin taranması için onlu bir sayaç, 16 karaltı taranması için ise onaltılı bir sayaç kullanılmaktadır. Sayacın Çıkışı kod çözücünün girişine bağlanmıştır. Sayaçtaki her sayı kod çözücünün 16 çıkışından yalnız bir tanesinde diğerlerinden değişik bir değer olmasını sağlamaktadır. Kod çözücünün 16 çıkışı çokdüzeyli birleştiricinin 16 kanalının denetim girişlerine bağlanmıştır. Dolayısıyla sayaçtaki sayıya karşılık olan kanalın açılması ve geri ka-



Şekil 5 Örneksel/Sayısal çeviri w bilgisayara gönderme işlemi

lan tüm kanalların kapalı kalması sağlanmıştır. Tüm kanalların çıkışı Ö/S çeviriciye, Ö/S çeviricinin çıkışı İGİÇ tampon yazmacı girişine İGİÇ tampon yazmacı çıkışı da bilgisayarın Girdi/Çıktı biriminin girişlerinden birine bağlanmıştır. İGİÇ tampon yazmacı içinde bağımsız bir zamanlayıcı bulunmakta ve girdilerin çıkışa en yakın boş sözcüğe yollanmasını sağlamaktadır. İGİÇ tampon yazmacından veri, çıkışa gelen bir komut ile düzenlenmekte, her komut gelişinde bir veri sözcüğü bilgisayarın sayısal Girdi/Çıktı birimi girişine gönderilmektedir.

Bilgisayardan gönderilen örnekleme başlama komutu sayacın değerinin sıfırdan bir artmasını sağlamaktadır. Böylece bilgisayarın 1 numaralı kanalındaki bilginin örnekle ve tut yükseltece ve onun çıktısının da Ö/S çeviriciye ulaşması sağlanmaktadır. Sayaç değerinin değişmesi küçük bir gecikme ile Ö/S çeviriciye çeviriye başla komutu olarak verilmektedir. Verinin sayısal biçime çevirisi tamamlandıncı Ö/S çeviriciden çıkan "çeviri tamamlandı" imi İGİÇ tampon yazmacına, İGİÇ tampon yazmacı girişinde bulunan veriyi belleğe alması için bir komut olmaktadır. Aynı zamanda, "çeviri tamamlandı" imi sayaçtaki sayı sıfır olmadığı takdirde sayacın bir sayı artmasını sağlamaktadır. Yeni bir kanal açılınca aynı işlem dizisi tekrarlanmaktadır. Sayacın değeri sıfıra ulaştınca tüm kanalların taranması ve verilerin çevirisi tamamlanmış olmakta, veri örnekleme ve çeviri işlemi son bulmaktadır.

Bilgisayar programındaki komutlar sayesinde, örnekleme başlama komutunun gönderilmesinden tüm çevirilerin tamamlanıp İGİÇ tampon yazmacına yüklenmesine kadar geçen süreden biraz daha fazla bir süre boyunca, bilgisayar beklemekte ve verilerin göndertmesi için gerekli komutu vermektedir. Verilerin gönderilmesi için doğrudan belleğe erişim yöntemi kullanılmaktadır. Bu

yöntemde, komut kaç veri sözcüğün Girdi/Çıktı birimi girişinden alınıp belleğe yollanacağını belirtmekte, Girdi/Çıktı birimindeki sayaç da veri girişini düzenlemektedir. Bir veri sözcüğünün doğrudan belleğe erişimi bir çevrim süresinde tamamlanmaktadır. Bilgisayarların zamanlayıcısından Girdi/Çıktı birimindeki sayaça giden im İGİÇ tampon yazmacının çıktı düzenleme komutu olarak kullanıldığında 10 ya da 16 çevrim süresi sonunda İGİÇ tampon yazmaçta birikmiş verilerin bilgisayarın belleğine yerleştirilmesi tamamlanmaktadır. 4.3. Sayısal /örneksel Çeviri Arabirimindeki işlemler

Bilgisayarda oluşturulan denetim komutu Sayısal Girdi/Çıktı birimi aracılığıyla S/ö çeviriciye gönderilmektedir. S/ö çevirici girişine gelen yeni değer anında 0-10 V arasında bir elektronik im e dönüştürülmekte ve Gerilim/Akım çeviriciye yollanmaktadır. Bilgisayardan yeni bir denetim komutu değeri gelinceye kadar S/ö çevirici girdisi ve dolayısıyla çıktısı eski değerde tutulmakta, vana giden komut değerinin aynı kalması sağlanmaktadır. S/ö çeviriciye gönderilen sayı LED göstergede gösterilmektedir.

5. SONUÇ

Veri alış veriş için kullanılan arabirimler denetim işleminde başarı ile kullanılmış ve kendilerinden beklenen işlevi yerine getirmişlerdir. Arabirimlerdeki işlemlerin zamanlaması arabirimlerin içindeki devreleri ile yapıldığından veri örnekleme sıklığını değiştirmek için bilgisayar programlarında birkaç parametrenin değerini değiştirmek yeterli olmaktadır.

Arabirimlerin yapımında piyasadan alınan Ö/S çevirici, örnekle ve tut yükselteç gibi bileşenler kullanılmıştır. Ancak, arabirimlerin bir bütün olarak yapımı da gerçekleştirilmiştir ve piyasada bulunmaktadır. Bilgisayarların ve mikroişlemcilerin örneksel imlerle birlikte kullanımının gerekli olduğu durumlar çoğaldıkça arabirimlerin geliştirilmesi sözkonusu olacaktır.

(1) Çınar A., "Bir Soğurma Kulesinin Alt-Optimal Geribesleme Yöntemleri ile Denetimi", I. Ulusal Kütle Transferi Sempozyumu, İstanbul (1977)

(2) Çınar A., "On-line Suboptimal Feedback Control of a Trickle-bed Absorption Column", Doktora tezi. Texas AandM University (1976)

(3) Crosby J.E., Durbin L.D., "Design and Application of State Variable Feedback Controllers for a Packed Trickle Bed Column with Carbon Dioxide Absorption", Proc. JACC 171-184 (1986)