



EMO



KTÖ



TÜBİTAK

ÖNSÖZ

Giderek gelenekselleşen Elektirik Mühendisliği Ulusal Kongrelerinin beşincisinde Trabzon'da buluşuyoruz. EMO ile KTÜ Elektirik-Elekttronik Mühendisliği Bölünü'nün işbirliği ve İÜBİAK'ın katkısıyla gerçekleşmekte olan Kongremizin başarılı ve verimli geçmesi umundayız. kongre sonuçlarından kıvanç duymak istiyoruz.

Kongre'ye, büyüü? kadar yapılmış çalışmalar ve yayınlanmış duyurulardan da anlaşıncuğı gibi, bilinen yöntemlerin yanı sıra gelecek yıllara deneyim aklurabilecek yeni yaklaşırlar uygulanmaya çalışılmıştır. Bildin' özetlerinin değlendirilmesine katılan uzman sayısının sistematik olarak artuhması, değlendirme biçiminin daha da nesnelleşitilmesi, bildiri kitabında yeti yazım ve sunuş biçimletinin oluşturulması gibi teknik gelişmelerin dışmdn ilginç olacağı sanılan panellerle güncel sorunların irdelenmesi ve yöresel öğelerle sosyal eikinhklele renk kalılması amaçlanmıştır.

Kongrenin hazırlık ve düzenleme çalışmalarında bazı aksaklıklar olmuştur. Öncelikle konıgio katarınır) olması gerekenden daha geç alınabilmiş olması, özel değlendirme sürecinin posla trafiğinin çok yoğun olduğu bayram dönemlerine rastlaması hem Yürütme Kji; ulu'nu hem de Kongre'ye katılmak isteyenleri zor durumda bırakmıştır.

Kongrenin düzenlenmesi sırasında edinilen deneyimler ışığında sorunları çözücü iikel önerilerin er kıya konması yararlı olacaktır. Bunları kısaca sıralayabiliriz. Örneğin 6. Kongre'nin ya da kısaca EMUK'95'in nerede ve ne zaman yapılacağını şimdiden kararlaştırmak gerekmektedir. Bundan sonra Konferans olarak adlandırılması daha uygun olacak Kongre içi.) sürekli ya da uzun süre görevli bir 'Ulusal Düzenleme Kurulu'nun oluşturulması ve bu Kurulu'nun temel ilkesel karar ve yöntemleri üretmesi daha elverişli olacaktır. Kongre'nin yapılacağı konumdaki işleri ise 'Yerel Düzenleme Kurulu' üstlenmelidir. 'Bilimsel Değerlendirme Kurulu'nun da ayrıiili bir sınıflandırma ve nifel'k belirlenmesi ile bir kere oluşturulması, yalnızca gelişen koşullara göre güncelleştirilmesi düşünülebilir.

EMUK, böylesi bir yapılaşma ile daha sağlıklı, zaman planlaması daha verimli bir konferansa dönüşecektir kanısındaız. Örneđin bu durumda bildiri tam metinlerinin de değlendirme ve denetim sürecine yitmeleri olanaklı kılınacak, şu ana kadar ancak Yüüleme Kurullct! 'nm uyıntılı olarak bilincine varabildiği teknik sorunlar ot ladan kalkacaktır. Konfetonsda da içerik ve düzey açısından belirli bir iyikştirmc sağlanabilecektir. Bunu en yakında, T:MUK'95'de gerçekleşmiş olarak görmek dileýmdayız.

Bilindiği gibi Kongremiz Elektirik, Elekttronik-Haberleşme, Kontrol ve Bilgisayar Sistemleri aicjilasmdn bilimsel teknolojik özgün katkılarının tartışılıp değlendirilmesi ile araştırma, geliştirme, uygulama ve eğilim süreçlerindeki kişi ve kuulusların bübsrleiiyle doğrudan iletişimini saklamayı amaçlamaktadır. Ayrıca sosyal yakirduşma ve dayanışmaya da

katkıda bulunmaktadır. Ancak Kongre ve onunla birlikte oluşturulan sergi/fuların çok değerli bir 'Meslekiçi Eğitim ve Geliştirme' aracı olduğu bilincinin kişi ve kurumlarda daha çok yerleşmesi için çaba gösterme gereği de ortaya çıkmaktadır.

Kongrenin gerçekleşmesini sağlayan, hazırlık ve düzenlemeleri üstlenen KT, EMO ve TÜBİTAK'a, oluşturulmuş olan kurulların üyelerine, ayrıca burada adlarını saymakla bitmeyecek kişi ve kamu - özel - akademik nitelikli kuruluşlara, yardım ve katkıları nedeniyle, Kongre'nin yararlı sonuçlarını paylaşacak olan topluluğumuz adına teşekkürlerimizi sunmak isteriz.

Kongremizin başarılı ve verimli bir biçimde gerçekleşmesi, ülkemiz için bilimsel - teknolojik kazanımlar üretmesi dileğiyle Yürütme Kurulu olarak saygılarımızı iletiriz.

Doç. Dr. Güven ÖNBİLGİN
Yürütme Kurulu Başkanı

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

YÜRÜTME KURULU

Güven ÖNBİLGİN (K1U)
Yakup AYDIN (EMO) Sefa AKPINAR (KTU)
Canan TOKER (ODTÜ) Kaya BOZOKLAR (EMO)
Hasan ÜİNCER (KTU) A.Oğuz SOYSAL (IU)
Abdül İlah SEZGİN (KTU) İrfan SENLİK (EMO)
Kenan SOYKAN (EMO) Y.Nuri SEVGEN (EMO)

DANISMA KURULU

Rasim ALDEMİR (BARMEK) Mehmet KESİM (Anadolu U)
Teoman ALPTURK (TMMOB) Macit MUTAF (EMO)
Ahmet ALTINEL (TEK) Erdiñç ÖZKAN (PTT)
İbrahim ATALI (EMO) Kamil SOGUKPINAR (TETSAN)
Malik AVİRAL (ELİMKO) Sedat SİSBOT (METRONİK)
Emir BİRGÜN (EMO) Atıf URAL (Kocaeli U.)
Sıtkı ÇİĞDEM (EMO) I. Ata YİĞİT (EMO)
R. Can ERKÖK (ABB) Fikret YÜCEL (TELETAS)
Bülent ERTAN (ODTÜ) Hamit SERBEST (CU) _
Uğur ERTAN (BARMEK) Canan TOKER (ODTÜ)
İsa GUNGOR (EMO) Nusret YUKSELER (İTU)
Ersin KAYA (Kaynak) Kemal ÖZMEHMET (DEU)
Okyay KAYNAK (Boğaziçi U)

SOSYAL ETKİNLİKLER KURULU

Y. Nuri SEVGEN (EMO)
Necla ÇORUH (PTT) Hatice SEZGİN (KTU)
Esen ÖNKİBAR (TEK) Yusuf TANDOĞAN (PTT)
Abdullah SEZGİN (KTU) Ömer K. YALCIN (TELSER)

SEKRETERLİK HİZMETLERİ

Necmi İKİNCİ (EMO) Elmas SARI (EMO)

BİLİMSEL DEĞERLENDİRME KURULU

Cevdet ACAR (I TU)
İne i AKKAYA (I TU)
A.Sefa AKPINAR (KTU)
Ayhan ALTINTAŞ (Bi I .U)
Fuat ANDAY (I TU)
Fahrettin ARSLAN (IU)
Murat ASKAR (ODTÜ)
Abdu I lah ATALAR (Bi I .U)
SeI im AY (YTU)
Um i t AYÜÖLU (I TU)
Atalay BARKANA (Anadolu U)
Mehmet BAYRAK (Selçuk U)
Atilla BİR (I TU)
Ga I ip CANSEVER (YTU)
Kenan DANIŞMAN (Erciyes U)
Ahmet DERVİSOĞLU (I TU)
Hasan D INCER (KTU)
M.Sezai D INCER (Gazi U)
GünseI DURUSOY (I TU)
Nadia ERDOĞAN (İTÜ)
Aydan ERKMEN (ODTÜ)
İsmet ERKMEN (ODTÜ)
H.Bülent ERTAN (ODTÜ)
Selçuk GEÇİM (Hacettepe U)
Cem GÖKNAR (I TU)
Remzi GULGUN (YTU)
Filiz GUNES (YTU)
İrfan GÜNEY (Marmara U)
Fikret GÜRGEN (Boğaziçi U)
Fuat GURLEYEN (İTU)
Cemi I GURUNLU (KTU)
Nurdan GUZELBEYOĞLU (İTU)
Emre HARMANCI (İTU)
Al tuğ IFTAR (Anadolu U)
Kemal İNAN (ODTÜ)
Asım KASAPOGLU (YTU)
Adnan KAYPMAZ (İTU)
Ahmet H. KAYRAN (İTU)
Mehmet KESİM (Anadolu U)
Erol KOCAOGLAN (OÜTU)
Muhammet KOKSAL (İnönü U)
Hayret t in KÖYMEN (Bil. U)
Hakan KUNTMAN (MU)
Tamer KUTMAN (I TU)
Duran LEBLEBİCİ (I TU)
Kevork MARDIKYAN (I TU)
A.Fai k MERGEN (İTU)
Avni MORÜUL (Boğaziçi U)
Güven ÖNBİLGİN (KTU)
BU I ent ÖRENCİK (İTU)
BU I ent ÖZGUC (Bi I .U)
A.BU I ent ÖZGÜLER (Bi I .U)
Yı Imaz ÖZKAN (I TU)
Muzaffer ÖZKAYA (İTU)
Kemal ÖZMEHMET (DEU)
Osman PALAMUTCUOĞLU (İTU)
Erdal PANAYIRCI (İTU)
Ha I it PASTACI (YTU)
Ahmet RUMELİ (ODTÜ)
Bülent SANKUR (Boğaziçi U)
M.KemaI SARIOGLU (İIU)
Müzeyyen SAR I TAS (Gazi U)
A.Hami t SERBEST (ÇU)
Osman SEVAİOGLU (ODTÜ)
A.Oğuz SOYSAL (IU)
Taner SENGÖR (YTU)
Emi n TACER (İTU)
Nesr in TARKAN (İTU)
Mehmet TOLUN (ODTÜ)
Osman TONYALI (KTU)
Ersi n TULUNAY (ODTÜ)
Nejat TUNCA Y (İTU)
At ı f URAL (Kocael i U)
Alper URAZ (Hacettepe U)
Gökhan UZGÖREN (IU)
Yi I dı rim UCTUG (ODTÜ)
Asaf VAROL (Fırat U)
Sıddık B. YARMAN (IU)
Mümtaz YILMAZ (KTU)
Melek YÜCEL (ODTÜ)
Nusret YUKSELER (I TU)
Selma YUNCU (Gazi U)

İKİ SERBESTLİK DERECELİ ESNEK OLMAYAN BİR ROBOT KOLUN MODEL-ESASU ADAPTİF KONTROLÜ

H. Rıza ÜZÇALIK

ibrahim UZMAY

Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

3809Ü-KAYSERİ

ÖZET

Bu çalışmada, iki serbestlik dereceli esnek olmayan bir düzlemsel robot-kolun model-esaslı adaptif kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bozucu tesirler olarak, parametre değerlerindeki bilinmezlikler ve yüklenme etkisi dikkate alınmıştır. Gürültü şeklindeki bozucular gözardı edilmiştir. Robot-kola ait uzuv boyutlarının tam olarak bilindiği; kütlelerin ve viskoz sürtünme katsayılarının bilinmediği varsayılmıştır. Adaptasyon işlemi ile bilinmeyen parametre değerleri kestirilirken, kullanılan kontrol kuralı sayesinde durum değişkenlerindeki hataların en aza indirilmesi sağlanmıştır.

1. GİRİŞ

Oleksenel kontrol yöntemlerinde kontrol edilecek sisteme ait modelin çok iyi bilinmesi gerekir. Gerçekte ise sistem modelinin tam olarak bilinmesi veya zaman içinde kalıcı olması oldukça zordur. En azından, sistemin çalışma şartlarında karşılaştığı yüklenme etkisi, sistem modelini att-üst eden çok önemli bir etkidir. Bu bozucu etkinin niceliği tam olarak bilinmemekte ve bunu gidermek için geleneksel kontrolün öngördüğü bir takım test giriş fonksiyonları çoğunlukla yetersiz kalmaktadır. Bu bakımdan, çalışma sürecinde çıkış hatalarını değerlendiren sistem tanınmasını sağlayan bir uyum algoritması (adaptasyon) geliştirmek akla yatkındır. Böyle bir adaptif kontrol yönteminin robot gibi karmaşık bir mekanik sisteme uygulanmasının yararı oldukça açıktır.

2. ROBOT-KOLUN DİNAMİK MODELİ

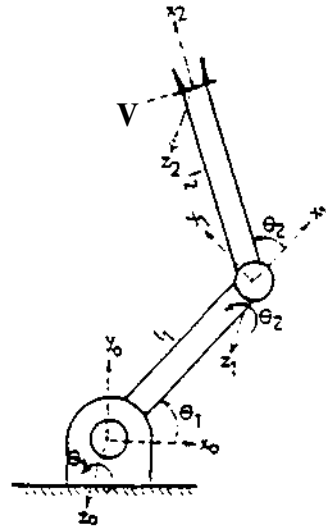
Genel anlamda bir robot-kol, n adet katı uzvun sürtünmeye sahip eklemlerle bir araya gelmesinden oluşan mekanik bir sistemdir. Bu sistem,

$$T = M(\theta)\ddot{\theta} + Q(\theta, \dot{\theta}) \quad (1)$$

şeklinde bir vektörel denklemlerle tanımlanabilir. Burada T, sürücü organlarca sağlanan nxl eklemler torkları vektörü; θ ise, yine nxl boyutunda eklemler

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

konumları vektörüdür. $M(\theta)$, nxl lik simetrik bir pozitif bir matris olup kütle matrisi olarak bilinir. $Q(\theta, \dot{\theta})$ vektörü ise, merkezkaç, Coriolis, çekim ve sürtünme etkilerinden oluşan pasif torkları içermektedir. Bu çalışmada ele alınan iki serbestlik dereceli düzlemsel robota ait fiziksel model Şekil-1. de görülmektedir. Robot-kol için,



Şekil-1 iki serbestlik dereceli düzlemsel robot-kol

uzuv kütlelerinin uçlarda toplandığı ve her iki uzvunda eşit uzunlukta olduğu varsayılarak,

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (m_1 + 2m_2)l_1^2 + 2m_2l_1l_2C_2 & m_2l_2^2(1 + C_3) \\ m_2l_2^2(1 + C_2) & m_2l_2^2 \end{bmatrix} \ddot{\theta} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} \dot{\theta} + \begin{bmatrix} (m_1 + m_2)glC_1 + m_2glC_{12} \\ m_2glC_{12} \end{bmatrix} \quad (2)$$

şeklinde lineer olmayan bir matematik model yazılabilir [1]. Burada m kütle; l uzuv boyunu; b viskoz

sürtünme katsayısını; g de yer çekimi ivmesini ifade etmektedir. Ayrıca,

$$\begin{aligned} c_i \cos(\theta_i) &= c_{ij} = \cos(\theta_i + \theta_j) \\ 3_i \sin(\theta_i) &= s_{ij} = \sin(\theta_i + \theta_j) \end{aligned} \quad (3)$$

olarak tanımlanmıştır.

3- LİNEER OLMAYAN MODEL-ESASLI KONTROL

Robot-kolun kontrolü için,

$$T = \hat{M}(Q) \delta U \cdot 6(8,6) \quad (4)$$

şeklinde lineer olmayan bir kontrol kuralı önerilebilir. Burada kontrol işlemi geri besleme hata değerlerini kullanan

$$\hat{\theta}^* = \hat{\theta}_d + K_v \dot{E} + K_p E \quad (5)$$

bağıntısı ile gerçekleştirilir. $\hat{W}(0)$ ve $\hat{U}(0,0)$, $M(0)$ ve $0(6,6)$ nin kestirilmiş şeklidir. $\hat{\theta}^*$, önerilen yörünge ile belirlenen referans konum vektörü, E ise geri besleme hatası vektörüdür. Bu vektör,

$$E = \theta_d - \theta \quad (6)$$

şeklinde ifade edilebilir. K^* ve Y^* sırasıyla konum hata ve hız hata katsayıları olup köşegenel matrislerdir. (4) bağıntısı, gerçek sisteme (robot -kol) uygulanacak torkların önceden hesaplanarak ileri yönlü beslenmesini ifade ettiğinden hesaplanmış-tork tekniği olarak bilinir.

4. ADAPTASYON İŞLEMİ

(4) ifadesiyle verilen kontrol kuralında parametrelerin sistemin çalışması esnasında " On-line " olarak kestirilmesi, uygun bir adaptasyon algoritması gerektirir. Bunun için akla gelen en uygun yol, kararlılığı ve minimum sürekli hal hatasını temin edecek bir yöntem seçmektir. Lineer olmayan sistemlere uygulanabilen Lyapunov kararlılık ilkesinden yola çıkarak,

$$\dot{\hat{P}} = T W^T \hat{M}^{-1} E_1 \quad (7)$$

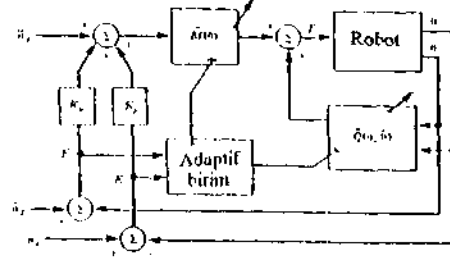
şeklinde bir adaptasyon kuralı geliştirilebilir[2,3]. E_1 , geri besleme hatasının süzülmüş (filtrelenmiş) hali olup

$$E_1 = \dot{E} + \alpha E \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir, a katsayıları (a_1, a_2, \dots, a_j) filtre transfer fonksiyonu " kesin pozitif reci" olacak tarzda seçilirler. $I^r = k \delta(y_1, y_2, \dots, y_r)$ ise pozitif uyum katsayılar matrisidir. \hat{P} vektörü önceden bilinmeyen adaptasyon algoritması ile "On-line" olarak kestirilen parametreler vektörüdür.

$$\hat{P} = [P_1, P_2, \dots, P_r]^T \quad (9)$$

W ise ($n \times r$) boyutunda olan ve modelden bulunan, kestirilen parametrelere ait ilgi fonksiyonları matrisidir [2]. Adaptasyon algoritması ile desteklenmiş model-esaslı kontrol kuralına ait şema Şekil-2. de görülmektedir.



Şekil.2: Adaptif birim içeren model-esaslı kontrol sistemi.

5. SİMÜLASYON SONUÇLARI VE İRDELEME

Robot-kol olarak gerçek bir robot yerine parametre değerlerinin kesin olarak bilindiği varsayılan bir model dikkate alınmıştır. Robot-kolun uzuv boyutları önceden bilinmekte olup

$$l_1 = l_2 = l = 0.5m \quad (10)$$

dir. Kestirilen parametrelerin vektörü ise

$$\hat{P} = [\hat{m}_1, \hat{m}_2, \hat{b}_1, \hat{b}_2]^T \quad (11)$$

dir. Gerçek robotta bu vektör

$$P = [4, 2, 5, 2]^T \quad (12)$$

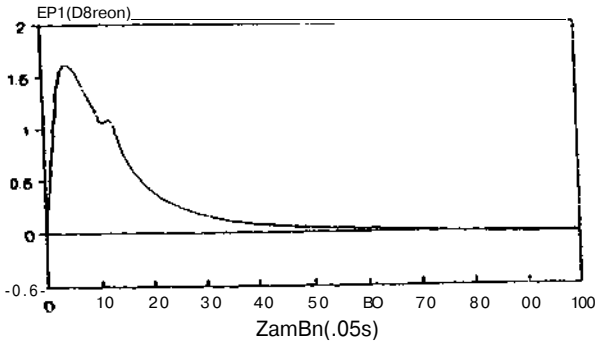
olarak alınmıştır. Kütleler (kg), viskoz sürtünme katsayıları ise [N-m/(rad/s)] birimindedir. Başlangıç değerleri olarak

$$H = [3, 1, 3, 1]^T \quad (13)$$

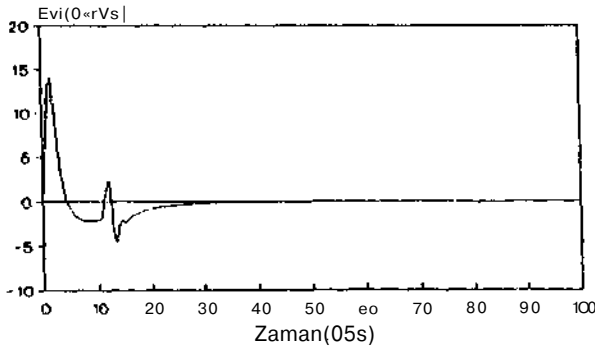
değerleri dikkate alınmıştır. Kontrol işleminde kullanılan referans değerler için yazarın doktora tezinde önerilen yörünge fonksiyonları esas alınmıştır[4]. Bu durumda, simüle edilmiş robot-kola ait yörünge

kontrolü sonucunda, Şekil-3 .a. b, c, d, e, f, g, ve h de görülen grafikler elde edilmiştir. Grafiklerden açıkça görülebileceği gibi birinci ve ikinci ekleme ait kütle ve viskoz sürtünme katsayıları (kontrol süreci içerisinde) asıl değerlerine kısa zamanda ulaşmaktadır. Açısal konum ve hızdaki hata değerleri de kısa sürede oldukça küçük değerlere indirgenmiştir (0.1 derece ve 0.1 der./s mertebesinde).

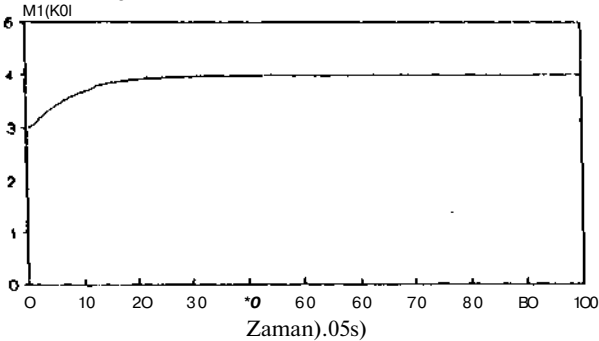
Bu çalışmada, sisteme etkisi kaçınılmaz olan gürültü tarzındaki bozucular dikkate alınmamıştır. Bununla birlikte yüklenme etkisi yanında bu tip bozucuların katkısı oldukça azdır. Bu tip bozucular kontrol sistemine eklenen dijital filtreler yardımıyla büyük oranda ortadan kaldırılabilir.



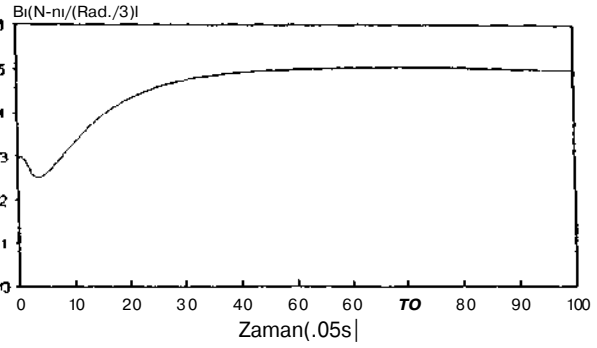
Şekil-3.a: Birinci ekleme ait konum hatasının zamana göre değişimi



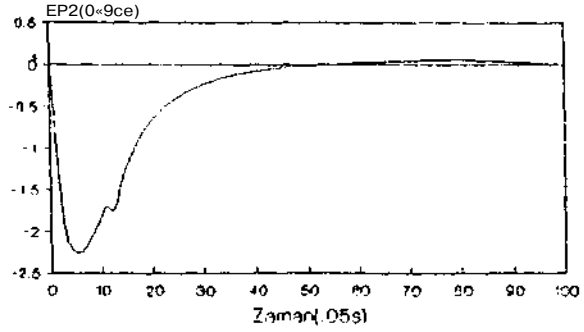
Şekil-3.b: Birinci ekleme ait hız hatasının zamana göre değişimi.



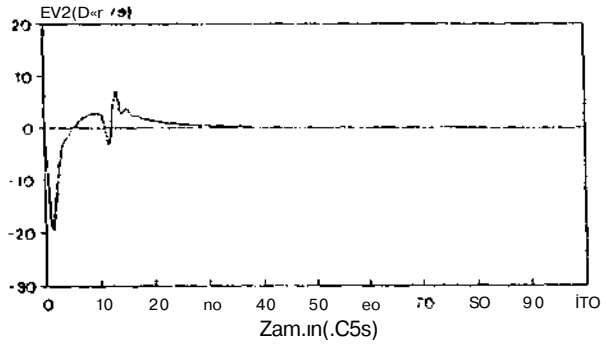
Şekil-3.c: Birinci uzvu kütle değerinin kestirimi.



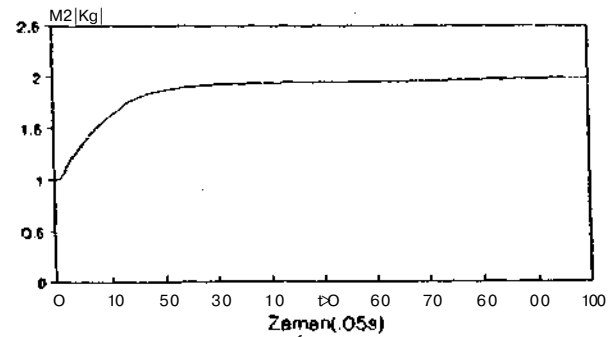
Şekil-3.d: Birinci ekleme ait viskoz sürtünme katsayısının kestirimi.



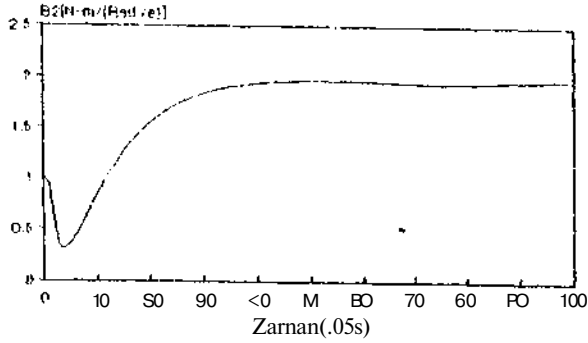
Şekil-3.e: İkinci ekleme ait konum hatasının zamana göre değişimi



Şekil-3.f: İkinci ekleme ait hız hatasının zamana göre değişimi.



Şekil-3.g: İkinci uzvu kütle değerinin kestirimi.



Şekil-3.h:İkinci ekleme ait viskoz sürtünme katsayısının kestirimi.

KAYNAKLAR

1. Craig . . J.J., "Introduction to Robotics : Mechanics and Control ", Addison-Wesley, Reading , Mass. .1986.
2. Craig , J.J. , " Adaptive Control of Mechanical Manipulators " ,Addison-Wesley,Reading, MA. 1988.
- 3.Slotine , J.J.E., and Li, W., " On the Adaptive Control of Manipulators"Int.J.Robotics Research, Vol..6,No.3 , pp.49-59, Fall 1987.
4. özçalık JI. R., İki Serbestlik Dereceli Bir Düzlemsel Robot Manipülörün Hesaplanmış-Tork Tekniği ile Model-Esaslı Yörünge Kontrolü" .Doktora Tezi, Ere. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 1991.

ÖZGEÇMİŞ

Doç. Dr. İbrahim UZMAY



1954 yılında Kayseri'de doğdu, ilk ve orta öğrenimini burada tamamladı. 1978 yılında Yıldız Üniversitesinden Makina Mühendisi, 1980 yılında ise aynı üniversitenin Y. Lisans programından Mak. Yük. Müh. olarak mezun oldu. Temmuz 1980'de ise Erciyes Üniv. Müh. Fak. 'de asistan olarak göreve başladı. 1984 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünden Doktor Unvanını aldı. Erciyes Üniv. Müh. Fakültesindeki görevini, Makina Bölümü Mak. Teorisi ve Dinamiği Bilim Dalında Ağustos 1985'de Yrd. Doç. ,1988'den itibaren Doçent olarak sürdürmektedir. 1987 yılında 6 ay süre ile İngiltere Birmingham Üniversitesinde Robotik üzerine araştırmalarda bulundu. Evli ve iki çocuk babasıdır.

Yrd. Doç. Dr. H. Rıza ÖZÇALIK



1950 yılında Silifke'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini burada tamamladı. 1972 yılında Ankara Üniv. Fen Fakültesinden Fizik Lisansı diploması aldı. 1982 yılında Erciyes Üniv. Müh. Fakültesinden Elektronik Mühendisliği. 1991 yılında aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsünden Doktor unvanını aldı. Belirtilen üniversitenin Elektronik Mühendisliği Bölümünde 1988'den itibaren Öğretim Görevlisi, 1993'den itibaren de Yrd. Doç. olarak görev yapmaktadır. Bilimsel çalışmalarını Sistem Teorisi ve Kontrol sahasında yoğunlaştırmıştır. Evli ve üç çocuk babasıdır.

KATLI KARMAŞIK KUTUPLARA SAHİP AKTARIM MATRİSİNİN MATRİSEL KISMI KESİR AÇILIMI

Sevda ÇOBAN, Alper URAZ

H.Ü. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Beytepe/ANKARA

Özet

Kısmi kesir açılımı (partial fraction expansion) denetim sistemlerinin çözümleme ve tasarımında oldukça sık kullanılır. Bu işlem, tek girişli tek çıkışlı sistemlere ilişkin aktarım işlevi için kısmi kesir açılımı olarak tanımlanırken, çok girişli çok çıkışlı sistemlere ilişkin aktarım matrisi için matrisel kısmi kesir açılımı olarak tanımlanır [1]. Bu çalışmada, Uraz [2] tarafından önerilmiş olan, katlı gerçel kutuplara sahip aktarım işlevinin kısmi kesir katsayılarının özyineli (recursive) olarak elde edildiği ve bilgisayara uygulaması oldukça kolay olan matrisel biçim temel alınarak; katlı gerçel ve/veya katlı karmaşık eşlenik kutuplara sahip aktarım matrisinin matrisel kısmi kesir açılımı için yeni bir yöntem sunulmaktadır.

Simgeler

t :tek ve katlı gerçel kutup sayısı
 $y-t$:tek ve katlı karmaşık eşlenik kutup sayısı
 y :toplam kutup sayısı
 n_j :i'inci kutbun mertesi (eğer i'inci kutup tek ise $n_j=1$)
 B_{vk} :tek ve katlı gerçel kutuplara ilişkin (pxm) boyutlu kalıntı katsayı matrisi ($v=1,2,\dots,t, k=1,2,\dots,r_v$)
 $B_{yk+jC_{yk}}$:tek ve katlı karmaşık eşlenik kutuplara ilişkin (pxm) boyutlu karmaşık kalıntı katsayı matris çifti ($v=t+1,\dots,y, k=1,\dots,n_v$)

1. GİRİŞ

Kısmi kesir açılımının bir çok alanda uygulaması vardır. Bunlara örnek olarak;

- zaman tepkisi çözümleri,
 - model indirgeme,
 - aktarım matrisi durum uzay gösterimi,
 - büyük boyutlu sistemlerin koştut alt sistemlere dönüştürülmesi,
 - kök yerogrisi yöntemi [1],
- uytful;im;il;ırı yttlfi lllllllr.

Ramos [4] tek gerçel kutuplara sahip, Ling ve diğerleri [1] ise tek ve katlı gerçel kutuplara sahip aktarım matrislerinin matrisel kısmi kesir açılımı için yöntemler önermişlerdir-. Bu yöntemler n 'inci kereden sistemin özdeğerlerinden oluşturulan (nxn) boyutlu Vandermonde matrisinin evriği ve matrisel Kronecker çarpımları gerektirmesinden dolayı büyük kereden sistemlere uygulamada sayısal zorlukla karşılaşılabilir.

m girişli, p çıkışlı n 'inci kereden çok değişkenli sistemin aktarım matrisi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$T(s) = N(s)/d(s) \quad (1.1)$$

Burada $N(s)$ (pxm) boyutunda $(n-1)$ 'inci kereden polinom matris, $d(s)$ ise n 'inci kereden öz polinomdur. $d(s)$ genel halde,

$$d(s) = \prod_{v=1}^t (s-s_v)^{n_v} \prod_{v=t+1}^y \left[(s-q_v)^2 + r_v^2 \right]^{n_v} \quad (1.2)$$

olarak çarpanlarına ayrıldığında, matrisel kısmi kesir açılımı aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$\frac{N(s)}{d(s)} = \sum_{v=1}^t \sum_{k=1}^{n_v} \frac{B_{vk}}{(s-s_v)^k} + \sum_{v=t+1}^y \sum_{k=1}^{n_v} \left[\frac{B_{vk} + j^c v_k}{(s-q_v - j^c r_v)^k} + \frac{B_{vk} - j^c v_k}{(s-q_v + j^c r_v)^k} \right] \quad (1.3)$$

$p=m=1$ olduğunda, tek girişli tek çıkışlı sistemin katlı gerçel ve/veya katlı karmaşık kutuplara sahip aktarım işlevi için kısmi kesir katsayıları elde edilir.

2. YÖNTEM

2.1. Gerçel Katlı Kutuplara İlişkin Kalıntı Katsayı Matrisleri

Aktarım matrisinin katlı gerçel kutuplarına ilişkin kalıntı katsayı matrisleri B_{vk} , ($v=1,2,\dots,t$, $k=1,2,\dots,n_v$) aşağıda verilen yöntemle hesaplanır. (1.3) eşitliği,

$$N(s) - \prod_{v=1}^t \prod_{k=1}^{n_v} \frac{d(s)}{(s-s_v)^k} B_{vk} = d(s) E(s) \quad (2.1)$$

olarak yazıldığında, ve $d(s)$ için (1.2) açılımı kullanıldığında,

$$N(s) - \prod_{v=1}^t \prod_{k=1}^{n_v} d_{vk}(s) B_{vk} = d(s) E(s) \quad (2.2)$$

elde edilir. Burada,

$$E(s) = \prod_{v=t+1}^y \prod_{k=1}^{n_v} \left(\frac{B_{vk} + j C_{vk}}{(s-q_v - j r_v)^k} + \frac{B_{vk} - j C_{vk}}{(s-q_v + j r_v)^k} \right)$$

$$d_{vk}(s) = (s-s_v)^{-v} d_v(s)$$

$$d_v(s) = \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq v}}^t (S-SJ)^{-i} \prod_{i=t+1}^y \left[(s-q_i)^2 + r_i^2 \right]^{n_i}$$

olarak tanımlanır. (2.2) eşitliği (pxm) boyutlu matris katsayılı polinom eşitliği olup sayıl (scalar) katsayılar için çözümü, Uraz [2] tarafından geliştirilmiş olan yöntem kullanılarak, EK 'de verilmiştir. Bu çözüm yöntemi matris katsayılı (2.2) eşitliğine uygulandığında, $s=s_j$, ($j=1,2,\dots,t$) için aşağıda verilen

eşitlikler dizisi elde edilir:

$$N(s_j) = d_j(s_j) B_{ln_j} \\ N(s_j) = d_l(s_l) B_{ln_l} + d_l(s_l) B_{ln_l-1}$$

$$N(s) = d_j^{(u)}(s_l) B_{ln_l} + u d_l^{(u-1)}(s_l) B_{ln_l-1}$$

$$+ \dots + \frac{j}{(u-w)!} d_l^{(u-w)}(s_l) B_{ln_l-w} \\ + \dots + u! d_l^{(u)}(s_l) B_{ln_l-u}$$

$$N(s_j) = d_l^{(nj-i)}(s_l) B_{ln_l} + (n_l-1) d_l^{(n_l-2)}(s_l) B_{ln_l-1} \\ + \dots + (n_l-D)! d_l^{(u)}(s_l) B_{ln_l}$$

Burada $N(s_j)$ 'in, $d_j(s_j)$ ise « $V^{s^{i+1}}$ » " "™ türevlerinin $s=s_l$ için değerini göstermektedir. $i=0,1,2,\dots,n_l-1$ iken $s=s_l$ kutbuna ilişkin B_{ln_l-i} kalıntı katsayı matrisleri, özyineli olarak aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\frac{1}{d_l(s_l)^x}$$

$$N(s_l) - \sum_{k=0}^{i-1} \frac{i!}{(i-k)!} d_l^{(i-k)}(s_l) B_{ln_l-k} \quad (2.3)$$

2.2. Karmaşık Eşlenik Kutuplara İlişkin Kalıntı Katsayı Matris Çiftleri

Aktarım matrisinin katlı karmaşık eşlenik kutuplarına ilişkin ($B_{vk} + j C_{vk}$) ($v=t+1, t+2, \dots, y$, $k=1, 2, \dots, n_v$) karmaşık kalıntı matris çiftleri, bir öncekine benzer şekilde aşağıdaki gibi elde edilir. Öncelikle,

$$E(s) = \prod_{v=1}^t \prod_{k=1}^{n_v} B_{vk} + \sum_{v=t+1}^y \prod_{k=1}^{n_v} \left(\frac{B_{vk} + j C_{vk}}{(s-q_v + j r_v)^k} \right)$$

$$d_{vk}(s) = (s-q_v - j r_v)^{-n_v-k} d_v(s)$$

$$d_v(s) = \prod_{i=1}^t [J(s-s_i)]^{n_i} \prod_{j=1}^y (s-q_j-jr_j)^{n_j}$$

$$\times \prod_{i=t+1}^y (s-q_i+jr_i)^{n_i}$$

tanımları ve $d(s)$ için verilen (1.2) açılımı kullanılarak (1.3) eşitliği aşağıdaki gibi yazılır:

$$N(s) = \sum_{v=t+1}^t \sum_{k=1}^{n_v} d_{vk}(s) (B_{vk} J^c v k' = cl(s)E(s) \quad (2.4)$$

Bu eşitlik (pxm) boyutlu matris katsayılı bir polinom eşitliği olup, katsayıları sayıl olduğu durumda, Urnz [2] tarafından verilen yöntem kullanılarak çözümlü, EK'de yapılmıştır. Sayıl katsayılar için verilen bu çözüm, (2.4) için uygulandığında $s=s; q_j+jr_j \quad (j=1,2,\dots,y)$ için aşağıda verilen eşitlikler elde edilir:

$$N(s_l) = d_l(s_l) (B_{ln_l} + jC_{ln_l})$$

$$(i) \quad d) \\ N(s_j) = d_j(s_j) (B_{ln_l} + jC_{ln_l}) \\ + d_l(s_l) (B_{ln_l-1} + jC_{ln_l-1})$$

$$(u) \quad (u) \\ N(s_i) = d_i(s_i) (B_{ln_l} + jC_{ln_l}) \\ + u d_l(s_l) (B_{ln_l-1} + jC_{ln_l-1}) + \dots \\ + \frac{u!}{(u-w)!} d_l(s_l) (B_{ln_l-w} + jC_{ln_l-w}) \\ + \dots + u! d_l(s_l) (B_{ln_l-u} + jC_{ln_l-u})$$

$$(nj-1) \quad (nj-1) \\ N(s_i) = d_l(s_l) (B_{ln_l} + jC_{ln_l}) \\ + \dots + (n_l-1)! d_j(s_j) (B_n + jC_n)$$

Burada $N(s_j)$ $N(s)$ 'in, $d_l(s_j)$ ise $d_l(s)$ 'in u 'uncu türevlerinin $s=s_j$ için değerini göstermektedir. $s_j=q_j+jr_j$ karmaşık kutbuna ait $(B_{ni} + jC_{ni-i}) \quad (i=0,1,\dots,n_l)$

karmaşık kalıntı matris çifti, (2.3) eşitliği ile benzer yapıda, özinieli olarak aşağıdaki gibi elde edilir:

$$B_{ni} J^c h_{,i} = T \frac{i}{d_l(s_l)} \left\{ N(s_l) - \sum_{k=0}^{i-1} \frac{i!}{(i-k)!} d_l(s_l) (B_{ln_l-k} + jC_{ln_l-k}) \right\} \quad (2.5)$$

3. ÖRNEK

Katlı gerçel ve katlı karmaşık eşlenik kutupları içeren aktarım matrisine örnek olarak, doğrusal ve zamanla değişmeyen sistemin, durum uzay gösterimi ve öz polinomu aşağıda verilmiştir:

$$\Lambda = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -32 & -128 & -248 & -296 & -236 & -128 & -46 & -10 \end{bmatrix}$$

$$B^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 2 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 2 & 1 \end{bmatrix} - f \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$d(s) = \det(sI-A) = (s+2)^2 (s+1)^2 + 1)^3$$

Aktarım matrisi $T(s)=C(sI-A)^{-1}B$ 'niri matrisel kısmı kesir açılımını sunulan yöntem kullanılarak aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

$$T(s) = \frac{\begin{bmatrix} -3831.5 & -3758.8 & -2437.1 \\ -2686.0 & -2635.0 & -1708.5 \end{bmatrix}}{(s+2)^2} + \frac{\begin{bmatrix} 689.3 & 618.5 & 428.2 \\ 1579.5 & 1500905 & 99752 \end{bmatrix}}{(s+2)}$$

$$\frac{\begin{bmatrix} -65.8+J110.6 & -61.5+J1U.7 & -41.6+J71.0 \\ -142.8+J58.8 & -139.5+J63.0 & -91.1+J38.2 \end{bmatrix}}{(s+1+j)^3}$$

$$\frac{\begin{bmatrix} 140.5-J709.7 & U8.6-J702.6 & 86.34-J453.8 \\ 498.3-J543.8 & 474.7-J548.2 & 315.3-J349.6 \end{bmatrix}}{(s+1+j)^2} + \frac{\begin{bmatrix} f-342.6+j1595.8 & -307.2+J1575 & -212.1+J1016. \\ -788.7+J1109.4 & -754+J1100.2 & -496.7+J708.1 \end{bmatrix}}{(s+1+j)} + \frac{\begin{bmatrix} -65.8-J110.6 & -61.5-J111.7 & -41.6-J71.0 \\ -142.8-J58.8 & -139.5-J63.0 & -91.1-J38.2 \end{bmatrix}}{(s+1-j)^3} + \frac{\begin{bmatrix} 140.5+J709.7 & 118.6+J702.6 & 86.34+J453.8 \\ 498.3+J543.8 & 474.7+J548.2 & 315.3+J349.6 \end{bmatrix}}{(s+1-j)^2} + \frac{\begin{bmatrix} -342.6-J1595.8 & -307.2-J1575 & -212.1-J1016. \\ -788.7-J1109.4 & -754-J1100.2 & -496.7-J708.1 \end{bmatrix}}{(s+1-j)}$$

4. SONUÇ

En genel biçimde, katlı gerçel ve/veya katlı karmaşık eşlenik kutuplara sahip, aktarım matrisinin gerçel ve/veya karmaşık eşlenik kalıntı katsayı matrislerinin elde edildiği, özyineli yapıda, yeni bir yöntem verilmiştir. Gerçel kutuplar için (2.3), karmaşık eşlenik kutuplar için (2.5) eşitlikleri kullanılır. Her iki eşitliğin formülasyon yapısı aynı olduğundan bilgisayar uygulaması oldukça kolay olup, MATLAB paket programı için yapılmıştır.

5. KAYNAKÇA

1. LING, Y.L., CHANG, F.R., and WANG, B.C.: "Partial fraction expansions for transfer matrices and matrix fraction descriptions of multivariable systems", *Int.J.Control*, 1988, Vol.48, pp. 1409-1421.
2. URAZ, A., N-NAGY, F.L.: "Matrix formulation for partial fraction expansion of transfer functions", *J. Franklin Inst.*, 1974, 297, pp.81-87.
3. HIPPE, P.: "Partial fraction expansion and root locus method" *Int.J.Control*, 1981, vol.34, no.6, pp.1185-1194.
4. RAMOS, J.L.: "A method of partial fraction expansion of transfer matrices", *IEEE Trans. Automat. Contr.*, 1991, vol.36, no.4, pp. 1472-1475.

EK

Bu bölümde, daha önceden matris katsayılar için elde edilen (2.2) ve (2.4) polinom eşitliklerinin, sayıl katsayılar için elde edilmesi ve çözümü verilecektir.

Tek girişli tek çıkışlı sistemlerin aktarım işlevi,

$$T(s) = \frac{n(s)}{d(s)} = \sum_{i=0}^{n_n} \dots \sum_{j=0}^{n_d} \dots \quad n_n \leq n_d$$

olarak verildiğinde, payda polinomu $d(s)$, en genel biçimde,

$$d(s) = \prod_{v=1}^t (s-s_v)^{l_v} \prod_{v=t+K}^y \left[(s-q_v)^2 + r_v^2 \right]^{n_v}$$

katlı gerçel ve/veya katlı karmaşık eşlenik kutuplara sahip iken, $T(s)$ 'in kısmi kesir açılımı aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\frac{n(s)}{d(s)} = \sum_{v=1}^t \sum_{k=1}^{l_v} \frac{b_{vk}}{(s-s_v)^k} + \sum_{v=t+1}^y \sum_{k=1}^{n_v} \left[\frac{b_{vk} + J^c v_k}{(s-q_v - jr_v)^k} + \frac{b_{vk} - J^c v_k}{(s-q_v + jr_v)^k} \right] \quad (E-1)$$

I. Gerçel kutuplara ilişkin kalıntı katsayıları

$$e(s) = \sum_{v=t+1}^y \sum_{k=1}^{n_v} \left[\frac{b_{vk} + J^c v_k}{(s-q_v - jr_v)^k} + \frac{b_{vk} - J^c v_k}{(s-q_v + jr_v)^k} \right]$$

$$d_{v,k}(s) = (s-s_v)^{n_v-k} d_v(s)$$

$$d_i(s) = \prod_{i=1}^t (s-s_i)^{m_i} \prod_{i=t+1}^y \left[(s-q_i)^2 + r_i^2 \right]^{n_i}$$

tanımları kullanılarak, E-1 eşitliği,

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

$$n(s) = \prod_{v=1}^t \prod_{k=1}^{n_v} (s - s_{vk})^{n_{vk}} \cdot d(s) \cdot e(s) \quad (E-2)$$

olarak yazılır. Payda polinomu $d(s)$ 'in $s=s_j$ ($j=1,2,\dots,t$) kutbuna ilişkin n_j tane $b_{1n_j}, b_{2n_j}, \dots, b_{jn_j}$ kalıntı katsayılarını bulmak için E-1 eşitliğinin kendisi ve $n_{r,1}$ tane türevlerini alarak $s=s_1$ için değeri hesaplanabilir.

(E-2) eşitliğinin sağ tarafı $(s-s_j)^{n_j}$ çarpanı içerdiğinden, kendisi ve türevleri $s=s_j$ için sıfır, ve benzer şekilde v^* için $d_v(s)$ polinomu da aynı çarpanı içerdiğinden, ancak $v=1$ iken sıfırdan farklı olacağından $s=s_j$ için değeri

$$n(s) = d(s) \prod_{i=1}^t b_i^{n_i}$$

olur. (E-2) eşitliğinin sol tarafının birinci türevi,

$$(i) \quad n'(s) = \sum_{v=1}^t \sum_{k=1}^{n_v} \{ (n_v - k) (s - s_v)^{n_v - k - 1} d_v(s) + (s - s_v)^{n_v - k} d_v'(s) \} \prod_{v \neq k} b_{vk}$$

$s=s_1$ için, $v=1$ ve $k=n_1-1$ iken sıfırdan farklı olacağından (E-2) 'nin birinci türevinin $s=s_j$ için değeri

$$(D) \quad n'(s_1) = d'(s_1) \prod_{i=1}^t b_i^{n_i} + d(s_1) \sum_{i=1}^t \frac{n_i b_i^{n_i-1} b_i'}{b_i} \prod_{j \neq i} b_j^{n_j}$$

olarak elde edilir. (E-2) 'nin sol tarafının ikinci türevi ise,

$$(2) \quad n''(s) = \sum_{v=1}^t \sum_{k=1}^{n_v} \{ (n_v - k)(n_v - k - 1)(s - s_v)^{n_v - k - 2} d_v(s) + 2(n_v - k)(s - s_v)^{n_v - k - 1} d_v'(s) + (s - s_v)^{n_v - k} d_v''(s) \} \prod_{v \neq k} b_{vk}$$

ve (E-2)'nin ikinci türevinin $s=s_2$ için değeri 1,

$$(2) \quad n''(s_2) = d''(s_2) \prod_{i=1}^t b_i^{n_i} + 2 d'(s_2) \sum_{i=1}^t \frac{n_i b_i^{n_i-1} b_i'}{b_i} \prod_{j \neq i} b_j^{n_j} + d(s_2) \sum_{i=1}^t \frac{n_i(n_i-1) b_i^{n_i-2} (b_i')^2 + n_i b_i^{n_i-1} b_i''}{b_i^2} \prod_{j \neq i} b_j^{n_j}$$

olur. $(E-2)$ 'nin $n_{r,1}$ üncü, $s=s_j$ için değeri ise aşağıdaki gibidir:

$$(u) \quad n^{(u)}(s) = d^{(u)}(s) \prod_{i=1}^t b_i^{n_i} + u d^{(u-1)}(s) \sum_{i=1}^t \frac{n_i b_i^{n_i-1} b_i'}{b_i} \prod_{j \neq i} b_j^{n_j} + \dots + \frac{u!}{(u-w)!} d^{(u-w)}(s) \sum_{i=1}^t \frac{n_i(n_i-1)\dots(n_i-w+1) b_i^{n_i-w} (b_i')^w}{b_i^w} + \dots + u! d^{(u)}(s) \prod_{i=1}^t b_i^{n_i}$$

Bu ifadelerin sırsıyla çözülmesiyle $b_j^{n_j}$, b_{1n_j-1} bu katsayıları elde edilir,

2. Karmaşık eşlenik kutuplara ilişkin kalıntı katsayıları

Katlı karmaşık eşlenik kutuplar için (E-1) 'de verilen aktarım işlevi,

$$n(s) = \prod_{v=1}^t \prod_{k=1}^{n_v} (s - s_{vk} + j c_{vk}) = d(s) e(s) \quad (E-3)$$

olarak yazıldığında, yine yukarıdaki benzer şekilde aşağıda verilen tanımlar kullanılır:

$$e(s) = \prod_{v=1}^t \prod_{k=1}^{n_v} \frac{b_{vk}}{(s - s_{vk} + j c_{vk})^{n_{vk}}} + \prod_{y=1}^y \prod_{k=1}^{n_y} \frac{b_{yk} - j c_{yk}}{(s - q_i + j r_i)^{n_i}}$$

$$d_{vk}(s) = (s - q_i - j r_i)^{n_v - k} d_v(s)$$

$$d_v(s) = \prod_{i=1}^t (s - s_i)^{n_i} \prod_{i=1}^y (s - q_i - j r_i)^{n_i} \times \prod_{i=t+1}^y (s - q_i + j r_i)^{n_i}$$

$d(s)$ 'in $l=t+1, U2, \dots, y$ iken $s=s_i = q_i + j r_i$ karmaşık kutbuna ilişkin $(t y n_i + j^c l n_i)$,

$l b_{1n_l} + j^c l n_l \hat{l} \dots (b_{ü} + j^c n > \text{karmaşık}$

kalıntı katsayı çiftlerini bulmak için, (E-3) eşitliğinin kendisi ve nj-1 tane türevi s=sj için yazılır.

(E-3) eşitliğinin sağ tarafı (s-sj)" terimini çarpan olarak aldığından, kendisi ve nj-1 tane türevi s=sj için sıfırdır. v*/ için de , aynı nedenle, d_v(s) ve türevleri s=Sj için sıfır olacaktır. (E-3) eşitliğinin sol tarafının birinci türevi,

$$(D) \sum_{v=1}^t \sum_{k=1}^{n_v} \left\{ (n_v-k) (s-s_j)^{-k-1} d_v(s) + (s-s_j)^{n-k} d_v(s) \right\} (b_{vk} + jc_{vk})$$

ve s=sj için (E-3) eşitliği,

$$(i) \quad (i) \\ n(s_i) = d_i(s_i) (b_{1n_i} + jc_{1n_i}) + d_i(s_i) (b_{1n_i-1} + jc_{1n_i-1})$$

olur. (E-3)'ün n;-1 tane türevleri alınıp s=sj için yazıldığında aşağıda verilen eşitlikler elde edilir:

$$u(s_j) = d_j(s_j) (b_{1n_j} + jc_{1n_j}) \\ (d) \quad (D) \\ n(s_i) = c_{1i}(s_j) (b_{1n_i} + jc_{1n_i}) + d_i(s_i) (b_{1n_i-1} + jc_{1n_i-1}) \\ \cdot \\ \cdot \\ (u) \quad (u) \\ n(s_j) = d_j(s_j) (b_{1n_j} + jc_{1n_j}) + u d_j(s_j) (b_{1n_j-1} + jc_{1n_j-1}) + \dots + \frac{u!}{(u-w)!} d_j(s_j) (b_{1n_j-w} + jc_{1n_j-w}) + \dots + u! d_j(s_j) (b_{1n_j-u} + jc_{1n_j-u}) \\ \cdot \\ \cdot \\ (nj-1) \quad (nj-1) \\ n(s_l) = d_l(s_l) (b_{1n_l} + jc_{1n_l}) + ((1,1)d_l(s_l) (b_{1n_l-1} + jc_{1n_l-1}))$$

Bu eşitliklerin sırasıyla çözülmesiyle (b_{ük} + J^cin_k). (k=1,2...I,I=t+1,t+2,...,y). kalıntı katsayı çiftleri elde edilir.



Sevda ÇOBAN, 1966 yılında Ankara'da doğdu. 1987 yılında G.U.M.M.F. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde lisans, 1991 yılında H.Ü. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde,sıklık bölgesinde çok değişkenli sistemlerin optimal tasarımı konusu ile ilgili yüksek lisans eğitimini tamamladı. 1987-1993 arasında G.U.M.M.F. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalıştı. 1993'den itibaren bu görevine, H.Ü. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde devam etmektedir. Halen çok değişkenli sistemlerde ters optimal denetim konusu ile ilgili doktora çalışmalarını, H.Ü. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde yürütmektedir.



Alper URAZ, 1946 yılında Tatvan'da doğdu. 1964 yılında Ankara Cumhuriyet Lisesini bitirdikten sonra 1965-1975 yılları arası İngiltere'de Salford Üniversitesinde, mühendislik ve lisansüstü öğrenimi gördü. 1970 yılında

elektronik mühendisi, 1971 yılında elektronik denetim dalında yüksek mühendis ve 1973 yılında ise denetim sistemleri dalında doktora unvanlarını aldı. 1973-1975 arası Salford Üniversitesinde araştırma uzmanı olarak doktora sonrası çalışmalarda bulundu. 1976 yılında öğretim görevlisi olarak girdiği Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünün kuruluş çalışmalarında katkıda bulundu ve 1979 yılında devreler ve sistemler dalında doçent oldu. 1979-1984 arası bölüm başkanlığı yaptı. 1984-1991 yılları arasında Malezya Teknoloji Üniversitesinde öğretim üyesi olarak çalıştı. 1988 yılında profesör oldu. 1987-1990 arası lisansüstü programlar koordinatörü olarak görev yaptı. 1991 yılında Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümüne katıldı. Ulusal ve uluslararası dergilerde yayınlanmış ve bilimsel toplantılarda sunulmuş 40'ın üzerinde bilimsel eseri bulunmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

DENETİM SİSTEMLERİNİN BİLGİSAYAR ORTAMINDA ÇÖZÜMLEMESİ VE TASARIMI İÇİN BİR PAKET PROGRAM

N.Saygı, A.Uraz

H.Ü. Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümü, Beytepe, Ankara

ÖZET

Günümüzde bilgisayar destekli tasarım olanakları denetim sistemlerinin çözümlenmesi ve tasarımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Halihazırda bir takım ticari programlar bulunmakla beraber bunların kullanıcıların tamamına hitap ettiği söylenemez. Kullanıcıların bir paket programdan beklentilerinin yanında kendi bilgi ve becerileri de farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden kullanım amacına uygun olarak özel programların hazırlanması önem kazanmaktadır. Hacettepe Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bölümünde geliştirilmekte olan genel amaçlı bir bilgisayar destekli denetim sistemi tasarım paketi olan C3 programı, bir denetim sistemleri tasarımcısının veya öğrencisinin karşılaşılabileceği tüm sorunlara çözüm bulabileceği şekilde düzenlenmiştir. Sorunlara cevaplar üretilirken belirli bir kullanım kolaylığı ve sonuçlarda doğruluk hedeflenmiştir.

1.GİRİŞ

Denetim sistemleri tasarımındaki gelişmeler ağır bir matematiği de beraberinde getirmiştir. Bu durumda hesaplamalarda bilgisayardan yararlanma bir zorunluluk haline almıştır. Denetim sistemlerindeki gelişmeye koşut olarak öncelikle sıklık bölgesi tasarım yöntemleri bilgisayar desteğiyle gerçekleştirilmiş, daha sonra zaman bölgesi yöntemleri ağırlık kazanmıştır. Ondan sonra zaman bölgesi yöntemlerinin yetersiz kaldığı, bazı çok girişli sistemler üzerinde, sıklık bölgesi yöntemlerinin kolay çözümler sunduğu görülmüş ve sayıl (scalar) sistemlerdeki

(SISO) sıklık bölgesi yöntemleri çok değişkenli sistemlere genelleştirilmeye başlanmıştır. Bütün bunlar yapılırken de bilgisayar desteği kaçınılmaz olmuştur. Günümüzde zaman ve sıklık bölgeleri yöntemlerinden birinin diğerine göre üstünlüğü kesin biçimde söz konusu değildir. Ayrıca bilgisayar

teknolojisindeki büyük gelişme sonucunda ele alınan sistem üzerinde tüm çözümlenme tekniklerini kısa zamanda uygulamak mümkün olmaktadır. Bu durumda hem zaman ve hem de sıklık bölgesi yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla en iyi sonuca ulaşmak mümkün olmaktadır. Genel amaçlı bir bilgisayar destekli sistem tasarım paketi zaman ve sıklık bölgesi tasarım yöntemlerini beraber sunmalıdır.

Zaman içinde geliştirilen bilgisayar destekli tasarım paketleri öncelikle üniversite çevrelerinde geliştirilmiş fakat bunlar kolaylıkla elde edilemediği gibi kullanım olanağı da son derece sınırlı olmuştur. Ancak son zamanlarda ticari amaçlı bir takım programlar üretilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Bununla beraber bu programların hepsinin yapı ve sundukları olanaklar farklılıklar göstermektedir. Kullanıcıların

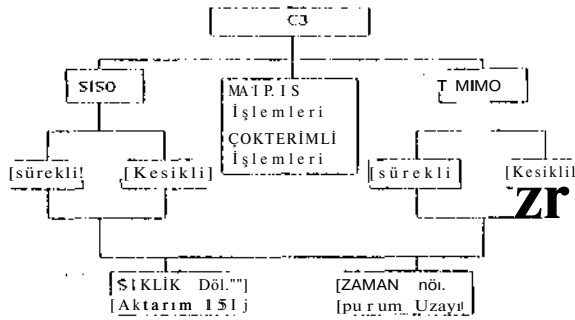
yetenekleri yanında programdan beklentileri de farklılıklar gösterdiğinden herhangi bir program için tek başına yeterli veya en iyi demek mümkün değildir. Bu aşamada kullanım çevresinde kendi amaçları doğrultusunda programlar üretmenin önemi ortaya çıkmaktadır. Bir üniversite ortamında son teknolojinin izlenmesi ve yerel araştırma, geliştirme çalışmalarının devam etmesi son derece yararlı ve gereklidir. Üniversitede geliştirilen bir programda öncelikle hedef, denetim sistemleri kuramı ve tasarımı öğretimi olmaktadır. Bu yüzden uzman bir mühendisin belki hiç gereksinim

duymayacağı bir çok olanağı da sunmak zorundadır.

Burada sunulan program yıllardır aşama aşama geliştirilmekte olan bilgisayar destekli tasarıma yönelik programların bir bütün altında toplanmasından ibarettir. Programların ilk çekirdeği Malezya Teknik Üniversitesi'nde atılmış ve daha sonra Hacettepe Üniversitesi'nde bugünkü düzeye ulaşmıştır.

2.PROGRAMIN YAPISI

Programın genel yapısı Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1. C3 paketinin genel yapısı

Şekilden de görüldüğü gibi program üç ana guruptan oluşmaktadır:

1. Destek İşlemler (Matris-Çokterimli)
2. Tek Girişli Tek Çıkışlı Sistemler (SISO)
3. Çok Girişli Çok Çıkışlı Sistemler (MIMO)

Programın şu ana kadar tamamlanan kısmı ise 1. ve 2. guruplardan oluşmaktadır. Çok değişkenli sistemler ve kesikli zaman uygulamaları üzerindeki çalışmalar ise devam etmektedir. Program çalıştırıldığında ekranda ana çek-menü görülmektedir. Program olanakları beş ana başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklar ve başlık altındaki alt menüler (ingilizce olarak) aşağıdaki gibi sıralanabilir :

1. Matrix

Addition of A, B
Subtraction of A, B
Multiplication of A, B
Transposed A
Determinant of A
Inverse of A
Rank of A

2. Polynomial

Roots of a polynomial
Polynomial roots
Addition of polynomials
Subtraction of polynomials
Multiplication of polynomials
Division of polynomials
GCD of polynomials
LCM of polynomials
Coprimeness test

3. Graphs

- Linear x - linear y plot
- * Linear x - log y
- * Log x - log y
- * Polar plot
- * Parametric x(t) - y(t) plot

4. Time-Domain

<A, B, C, D> from G(s)
State Transition Matrix
Resolvent matrix
Characteristic equation
• State transition matrix
* Control (observability) tests
• Controllability test
* Observability
* Canonical forms
• Controllable companion form
• Observable companion form
• Jordan canonical form
• Kalman decomposition
Partial fraction expansion
Routh-Hurwitz stability test
Root locus plot
Time response plot
» State feedback

5. Freq-Domain

G(s) from {A,B,C,D}
Bode plots
Nyquist/Inverse Nyquist plots
Optimal CLTF
• Compensators
• Cascade compensators (+PID)
• I/O feedback compensator
• Two degree-of-freedom comp.

Başında '*' işareti bulunan program parçaları henüz tamamlanmamış veya doğruluğu yeterli görülmemiş olduklarından ana programda yer verilmemiştir.

Programda kullanım kolaylığından ötürü komutlar girmektense diyalog kutuları yeğlenmiştir. Mümkün olduğunca her adımda diyalog kutusu oluşturulmuş ve Evet/Hayır sorularıyla seçenekler sunulmuştur. Böylece bilgisayar ile çok yakın ilişki içinde olmayan bir kişi için dahi programı kullanmak çok karmaşık olmayacak, kullanıcının hevesi kırılmayacaktır. Programın çizim olanaklarında fare (mouse) kullanıma sokularak, kullanımın daha da kolaylaştırılması hedeflenmiştir. Menüden istenilen konu seçildikten sonra kullanıcı gerekli veriyi girmek durumundadır. Bunun için klavyeyi kullanabileceği gibi daha önce saklanmış dosyalardan da yararlanabilir, İler iki halde de kullanıcıdan verileri doğrulaması istenmekte, böylece herhangi bir yanlışlık önlenmektedir. Girilen her veriden sonra ve sonuçların elde edilip-ven sonra kullanıcıya saklama/çıktı alın- olanağı verilmektedir.

Saklanan dosyaların yapısına baktığımızda dört ana grup olduğunu görürüz. Bunlardan ilki çok terimliler, ikincisi matrislerdir; diğer ikisi ise zaman bölgesinde A,B,C,D matrislerinden oluşan veya sıklık bölgesinde iki çokterimlinin oranından oluşan sistem tanımlarıdır.

Matris işlemlerinde 10x10 boyutlu matrisler ete alınabilmektedir. Çokterimli işlemlerinde ele alman çokterimli ise 20. dereceye kadar tanımlanabilmektedir.

Bode, Nyquist, Nichols, zaman tepkisi ve kök yereğrisi gibi çizimi programlarında sekil üzerinde hareket eden bir imleç

(ursor) yardımıyla her bir noktaya ait bilgiler anında okunabildiği gibi tüm veriler bir tablo halinde de görülebilmektedir.

3. UYGULAMALAR

3.1. Üz denklemi,

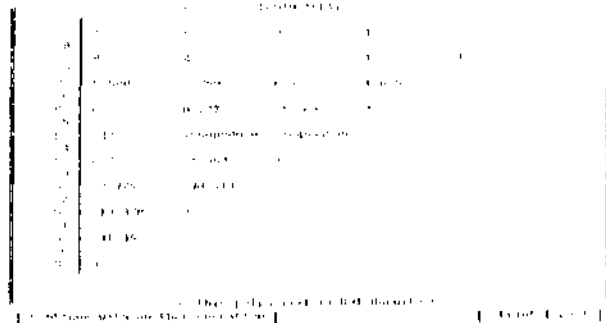
$1+GH=s^9+8s^8+6s^7+4s^6+3s^5+2s^4+s^3+r,^2+2sf3$
olan sistemin kararlılık incelemesi için Routh dizinine bakıldığında kapalı döngü sistemin kararsız olduğu görülmektedir (Şekil 2).

3.2.

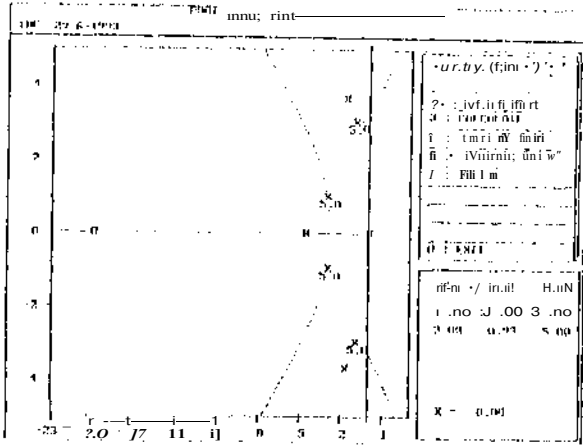
$$G(s) = \frac{K(s+20)}{s(s+4.59)(s^2+3.41s+6.35)}$$

aktarım işlevi ile tanımlı birim geribeslemeli sistemin kök yereğrisi şekilde görülmektedir (Şekil 3). Ayrıca çizim üzerinde K=5 için kapalı döngü sistemim kutuplarının yerleri belirtilmiş durumdadır. İstendiğinde imleç hareket ettirilerek kapalı döngü kutuplarının yerleri ve bunlara karşılık gelen kazanç değerleri okunabilmektedir.

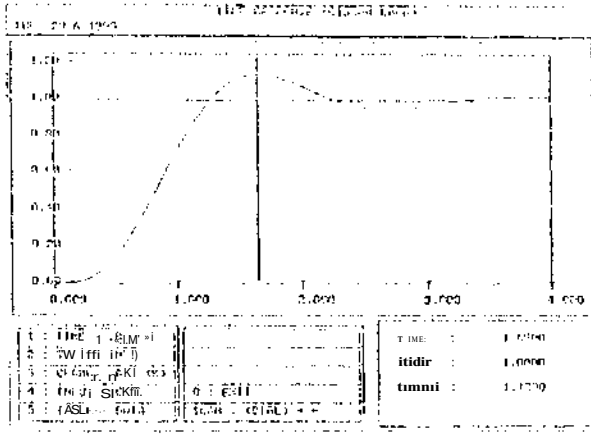
3.3. Yukarıda verilen sistemin K=5 için kapalı döngü basamak tepkisi de Şekil 4'te görülmektedir. İmlecin bulunduğu yere bakıldığında 'tepe zamanının 1.05 san. ve yüzde aşınanın 7. 13.8 olduğu okunmaktadır.



Şekil 2. Uygulama 3.1' de verilen öz denkleme ait Routh dizininin bilgisayar ekranındaki görüntüsü.



Şekil 3. Uygulama 3.2' de verilen sisteme ait kök yereğrisinin bilgisayar ekranındaki görüntüsü.



Şekil 4. Uygulama 3.2' de verilen sistemin K=5 için kapalı döngü basamak tepkisinin bilgisayar ekranındaki görüntüsü.

4.SÜREN ÇALIŞMALAR

Programın çokdeğişkenli (MIMO) sistemler parçası ile kesikli zaman çözümü ve tasarım teknikleri üzerindeki çalışmalar sürmektedir. MIMO bölümü dört çokdeğişkenli sistem tanımı içermektedir; durum uzayı (SSD), aktarım matrisi (TMD), kesirli matris (MFD) ve çokterimli matris (PMD). Her bir tanımlamaya dayalı olarak farklı tasarım yöntemleri bulunmaktadır. Kesikli zaman da ise ; kararlılık incelemesi yanında çiftdoğrusal (bilinear) dönüşüm, sistemin zaman tepkisinin bulunması ve PID, kutup

yerleştirme gibi tasarım yöntemlerinin uygulanması gibi çalışmalar sürdürülmektedir.

5.TEŞEKKÜR

C3 paket program»'m oluşturulmasında emeği geçen Malezya Teknik Üniversitesi, Elektrik Fakültesi araştırma görevlilerinden Amir Sultan'a teşekkür ederiz.

6.SONUÇ

Geliştirilmekte olan bilgisayar destekli sistem tasarım paketi C3 bir öğrenci veya bir araştırmacının beklentilerini karşılayacak özelliklere sahiptir. Tamamlanmış bölümlerine ilişkin bilgi verilmiştir.

Elde bulunan bir çok algoritma bundan sonra yapılacak benzer çalışmalarda büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Ayrıca programın başarılı kütük yönetimi sayesinde sonradan yapılacak programların C3'e eklenmesi fazla zor olmayacaktır.

7.KAYNAKLAR

1. Uraz, A., "Development of CACSD Facilities for Multivariable Systems", Proc. CAD for Control Conf.UM, Malezya, 1989, s.206-215.
2. Sultan, A., Mamid, M.S.A., Khalid, M., Uraz, A., "Simulation and CACSD in Control Engineering Education", Int. Conf. Automation, Robotics and Computer Vision, Singapore, Sept 1990.
3. Rimvall, CM., "Computer Aided Control System Design", IEEE Control Sys. Mag., vol.13, no.2, 1993, s.14-16.



Nur SAYGI, 1967 yılında Konya' da doğdu. 1987 yılında Hacettepe Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünü bitirdi. Aynı bölümde, sıklık bölgesi tasarım yöntemlerinin çokdeğişkenli sistemlere genelleştirilmesi üzerine

yaptığı çalışma ile 1991' yılında yüksek mühendislik Unvanını aldı. Şu an devam eden doktora çalışmasında uyarlamalı denetim ve sistem tanıyımı ile ilgilenmektedir. 1987 yılından itibaren H.Ü. Elektrik ve Elektronik mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak bulunmaktadır.



Alper URAZ, 1946 yılında Tatvan' da doğdu. 1964 yılında Ankara Cumhuriyet Lisesini bitildikten sonra 1965-1975 yılları arasında İngiltere' de Salford Üniversitesinde mühendislik ve lisansüstü öğrenimi gördü. 1970 yılında elektronik mühendisi, 1971 yılında elektronik denetim dalında yüksek mühendis ve 1973 yılında ise denetim sistemleri dalında doktora Unvanlarını aldı. 1973-1975 arası Salford Üniversitesinde araştırma uzmanı olarak doktora sonrası çalışmalarda bulundu. 1976 yılında öğretim görevlisi olarak girdiği Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünün kuruluş çalışmalarına katkıda bulundu ve 1979 yılında devreler ve sistemler dalında doçent oldu. 1979-1984 arası bölüm başkanlığı yaptı. 1984-1991 yılları arasında Malezya Teknoloji Üniversitesinde öğretim üyesi olarak çalıştı. 1988 yılında profesör oldu. 1987- 1990 arası lisansüstü programlar koordinatörü olarak görev yaptı. 1991 yılında yurda dönerek yine Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümüne katıldı. Ulusal ve uluslararası dergilerde yayınlanmış ve bilimsel toplantılarda sunulmuş 40' in üzerinde bilimsel eseri bulunmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

İKİ-BOYUTLU DOĞRUSAL DİZGELERİN ZAMAN BÖLGESİNDE AYRIŞTIRILMASI

TANIN AFACAN, Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Müh. Bl., Beytepe, Ankara.

ÖNDER YÜKSEL, O.D.T.Ü, Elektrik ve Elektronik Müh. Bl., Ankara.

Özet

İki-boyutlu doğrusal dizgelerin, zaman bölgesinde birbirine geri besleme ile bağlı biri bir-boyutlu diğeri iki-boyutlu iki dizgeye ayrıştırılabilmesi için bir yöntem önerilmektedir. Bu çeşit iki-boyutlu dizgeler için yeni yerel denetlenebilirlik, yerel gözlenebilirlik, gerek ve yeter koşulları verilmektedir.

1. Giriş

Son zamanlarda, aktarım işlevi ayrılabilir paydaya sahip iki-boyutlu doğrusal dizgelerin, birbirine ardarda bağlı, iki bir-boyutlu dizgeye ayrıştırılması [1,2] ve aktarım işlevi ayrılabilir paya sahip iki-boyutlu doğrusal dizgelerin, birbirine geri besleme ile bağlı iki bir-boyutlu dizgeye ayrıştırılması [3,4] araştırılmıştır. Bu araştırmalardaki ayrıştırma yöntemlerinin amacı, iki-boyutlu dizgeyi bir-boyutlu dizgelerin bileşimi olarak göstermek ve dolayısıyla, bir-boyutlu dizge yöntemlerinin kullanılmasına olanak vererek çözümlenme ve gerçekleştirme kolaylaştırmaktır.

Bu çalışmada, aktarım işlevinin ayrılabilir paydaya veya ayrılabilir paya sahip olma koşulu aranmaksızın, iki-boyutlu dizgelerin (koşul II'i sağlayan) birbirine geri besleme ile bağlı biri bir-boyutlu diğeri ise iki-boyutlu iki dizgeye ayrıştırılabilmesi için bir yöntem önerilmekte ve yöntemin uygulanabildiği iki-boyutlu dizgeler için yeni yerel denetlenebilirlik, yerel gözlenebilirlik, gerek ve yeter koşulları verilmektedir.

2. Roesser Modelinin Ayrıştırılması

Bu bölümde, iki-boyutlu Roesser modelinin ayrıştırılması için önerilen yöntem tanıtılmakta ve yöntemin uygulanabilmesi için gerek ve yeter koşullar verilmektedir.

Yöntemin uygulanması için en genel durum uzay modeli olarak Roesser modeli seçilmiştir.

Roesser tarafından [5] tanımlanan model,

$$x^y(0J) = x_1^y \quad \text{ve} \quad x^d(i,0) = x_1^d \quad (1)$$

bilinen sınır koşulları olmak üzere,

$$\begin{bmatrix} x^y(i+1,j) \\ x^d(i,j+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 \\ A_3 & A_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^y(i,j) \\ x^d(i,j) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} u(i,j) \quad (2a)$$

$$y(U) = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^y(i,j) \\ x^d(i,j) \end{bmatrix} + Du(i,j) \quad (2b)$$

$x^y \in \mathbb{R}^n$, $x^d \in \mathbb{R}^m$, $y \in \mathbb{R}$, $u \in \mathbb{R}$, biçiminde tanımlanmıştır.

Modeldeki yatay durum vektörünün n_1 ve n_2 boyutlarında ($n_1+n_2=n$) ikiye bölündüğü

$$x^y = \begin{bmatrix} x_1^y \\ x_2^y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h \\ h \end{bmatrix} \quad (3)$$

($x_1^y \in \mathbb{R}^{n_1}$, $x_2^y \in \mathbb{R}^{n_2}$) kabul edilir ise model,

$$\begin{bmatrix} x_1^y(i+1,j) \\ x_2^y(i+1,j) \\ x^d(i,j+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^y(i,j) \\ x_2^y(i,j) \\ x^d(i,j) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_{11} \\ B_{21} \\ B_{31} \end{bmatrix} u(i,j) \quad (4a)$$

$$y(i,j) = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^y(i,j) \\ x_2^y(i,j) \\ x^d(i,j) \end{bmatrix} + Du(i,j) \quad (4b)$$

biçimini alır. Modelde, $D \neq 0$ olduğu varsayılmaktadır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

Bu modelin, Şekil 1'deki gibi biri bir-boyutlu ve diğeri iki-boyutlu iki dizgenin oluşturduğu bir geri besleme dizgesine ayrıştığı koşulları belirlemek için,

S₁,

$$x_1^y(i+1, j) = A_1 x_1^y(i, j) + B_1 u_1(i, j), \quad (5a)$$

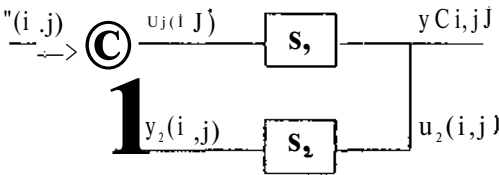
$$y_1(i, j) = y(i, j) = C_1 x_1^y(i, j) + D_1 u_1(i, j) \quad (5b)$$

ve S₂,

$$\begin{bmatrix} x_2^y(i+1, j) \\ x^d(i, j+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 & A_3 \\ A_4 & A_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2^y(i, j) \\ x^d(i, j) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} u_2(i, j) \quad (6a)$$

$$y_2(i, j) = \begin{bmatrix} c_2 & C_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2^y(i, j) \\ x^d(i, j) \end{bmatrix} \quad (6b)$$

biçiminde iki dizge tanımlansın.



Şekil 1. İki-Boyutlu Dizgelerin Ayrıştırılması.

Bu dizgeler, bir geri besleme dizgesi oluşturacak biçimde Şekil 1'deki gibi birbirlerine bağlanırsa (6) kullanılarak

$$u_1(i, j) = u(i, j) + y_2(i, j) = u(i, j) + C_2 x_2^y(i, j) + C_3 x^d(i, j) \quad (7)$$

ve (7), (5)'de yerine konulursa

$$x_1^y(i+1, j) = A_1 x_1^y(i, j) + B_1 C_2 x_2^y(i, j) + B_1 C_3 x^d(i, j) + B_1 u(i, j), \quad (8a)$$

$$y(i, j) = y_1(i, j) = C_1 x_1^y(i, j) + D_1 C_2 x_2^y(i, j) + D_1 C_3 x^d(i, j) + D_1 u(i, j) \quad (8b)$$

elde edilir. Bu arada $u_1(i, j) = y_1 C i, j)$ olduğu kullanılır ve (8b), (6)'da yerine konulur ise

$$x_2^y(i+1, j) = B_2 C_1 x_1^y(i, j) + (A_2 + B_2 D_1 C_2) x_2^y(i, j) + (A_3 + B_2 D_1 C_3) x^d(i, j) + B_2 D_1 u(i, j), \quad (9a)$$

$$x^d(i, j+1) = B_3 C_1 x_1^y(i, j) + (A_4 + B_3 D_1 C_2) x^d(i, j) + (A_5 + B_3 D_1 C_3) x^d(i, j) + B_3 D_1 u(i, j), \quad (9b)$$

$$y_2(i, j) = C_2 x_2^y(i, j) + C_3 x^d(i, j) \quad (9c)$$

bulunur.

(8) ve (9) birleştirilir ise

$$\begin{bmatrix} x_1^y(i+1, j) \\ x_2^y(i+1, j) \\ x^d(i, j+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 C_2 & B_1 C_3 \\ B_2 C_1 & (A_2 + B_2 D_1 C_2) & (A_3 + B_2 D_1 C_3) \\ B_3 C_1 & (A_4 + B_3 D_1 C_2) & (A_5 + B_3 D_1 C_3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^y(i, j) \\ x_2^y(i, j) \\ x^d(i, j) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 D_1 \\ B_3 D_1 \end{bmatrix} u(i, j), \quad (10a)$$

$$y(i, j) = \begin{bmatrix} C_1 & D_1 C_2 & D_1 C_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^y(i, j) \\ x_2^y(i, j) \\ x^d(i, j) \end{bmatrix} + D_1 u(i, j) \quad (10b)$$

elde edilir.

Tanım 1: Eğer geri besleme dizgesi ve özgün model, yerel durum $x^y(i, j)$, $x_2^y(i, j)$, $x^d(i, j)$ ve çıkış $y(i, j)$ için herhangi bir eşdeğer giriş $u(i, j)$ ve eşdeğer sınır koşullarına aynı tepkeyi vermekte ise S₁ ve S₂ dizgeleri, Roesser modelinin bir ayrışmasıdır.

Teorem I:

S_j ve S_2 dizgelerinin Roesser modelinin bir ayrışması olabilmesi için

$$\rho \left[\begin{array}{c|c} C_{11} & D \end{array} \right] = \rho \left[\begin{array}{cc} A_{21} & B_{21} \\ \hline C_{11} & D \end{array} \right] = \rho \left[\begin{array}{cc} A_{31} & B_{31} \\ \hline C_{11} & D \end{array} \right] \quad (11a)$$

ve

$$\rho \left[\begin{array}{c} B_{11} \\ \hline D \end{array} \right] = \rho \left[\begin{array}{cc} A_{12} & B_{11} \\ \hline C_{12} & D \end{array} \right] = \rho \left[\begin{array}{cc} A_{13} & B_{11} \\ \hline C_{13} & D \end{array} \right] \quad (11b)$$

olması gerek ve yeter koşuldur (p:aşama).

Tanıt:

Eğer S_1 ve S_2 dizgeleri, Roesser modelinin bir ayrışması ise (4) ve (10)'da verilen dizge matrisleri birbirlerine eşittir. Yani,

$$\begin{aligned} A_0 &= A_1, & A_2 &= B_2 C_p, & A_{31} &= B_3 C_p, \\ A_{12} &= B_2 C_2, & A_{22} &= A_2 + B_2 D_1 C_2, & A_{32} &= A_4 + B_3 D_1 C_2, \\ A_{13} &= B_2 C_3, & A_{23} &= A_3 + B_2 D_1 C_3, & A_{33} &= A_5 + B_3 D_1 C_3, \\ B_{11} &= B_p, & B_{21} &= B_2 D_p, & B_{31} &= B_3 D_p, \\ C_u &= C_{,,}, \\ D &= D_k \end{aligned} \quad (12)$$

Bilinen $A_u, A, A_{13}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, B_{11}, B_{21}, B_{31}, C_{11}, C_{12}, C_{13}, D$ matrisleri için $A_p, A_2, A_3, A_4, A_5, B_p, B_2, B_3, C_2, C_3, C_p$ ve D_p matrisleri belirlenmektedir.

(12) incelenir ise

$$D_z \left[\begin{array}{c|c} C_{11} & D \end{array} \right] = \left[\begin{array}{cc} A_{21} & B_{21} \end{array} \right], \quad (13a)$$

$$B_3 \left[\begin{array}{c|c} C_{11} & D \end{array} \right] = \left[\begin{array}{cc} A_{31} & B_{31} \end{array} \right], \quad (13b)$$

$$\left[\begin{array}{c} B_{11} \\ \hline D \end{array} \right] C_2 = \left[\begin{array}{c} A_{12} \\ \hline C_{12} \end{array} \right], \quad (13c)$$

$$\left[\begin{array}{c} B_{11} \\ \hline D \end{array} \right] C_3 = \left[\begin{array}{c} A_{13} \\ \hline C_{13} \end{array} \right] \quad (13d)$$

matris denklemleri elde edilir, Dolayısıyla B_2, B_3, C_2, C_3 matrislerinin bulunabilmesi için (U)'deki koşulların

sağlanması gerek ve yeterdir.

Önemli bir noktayı belirtmek gerekir ise, eğer

$$p \left[\begin{array}{c|c} C_u & D \end{array} \right] C_{13} = p \left[\begin{array}{cc} A_{21} & B_{21} \\ \hline C_u & D \end{array} \right] C_{13} \quad (14a)$$

veya

$$p \left[\begin{array}{c|c} \tilde{C}_{11} & \tilde{D} \end{array} \right] \tilde{C}_{12} = p \left[\begin{array}{cc} A_{21} & B_{21} \\ \hline C_u & D \end{array} \right] \tilde{C}_{12} \quad (14b)$$

sağlanıyorsa $A_3=0$ veya $A_4=0$ seçilerek S_2 dizgesi ayrılabilir paya sahip iki-boyutlu dizge biçimine sokularak Lin ve arkadaşlarının (1,2) önerdikleri yöntem uygulanır duruma getirilebilir.

3. Yerel Denetlenebilirlik için Yeni Gerek ve Yeter Koşullar

Bu alt bölümde, özgün Roesser modelinin yerel denetlenebilirlik matrisi yerine sınanması görece oldukça kolay olan bir-boyutlu dizge matrislerinin ve kısmen küçük boyutlardaki iki-boyutlu dizge matrislerinin oluşturduğu yeni gerek ve yeter koşullar verilmektedir. Bu bölümde verilen bazı koşullar her zaman sağlanmaktadır. Bu koşulların burada kullanılmasının amacı, çok girişli çok çıkışlı dizgelerde ki eşdeğerlerini göstermektir.

Tanım 2: Yerel Denetlenebilirlik:

Verilen herhangi bir x_0 durum vektörü için tüm başlangıç koşulları sıfır iken $x(n,m)=x_0$ olmasını sağlayacak bir $\{u(i,j), (0,0) \leq (i,j) \leq (n,m)\}$ giriş dizisi varsa dizge (2) "yerel denetlenebilir"dir" [15].

Teorem 2:

(11)'deki koşulları sağlayan Roesser modelinin yerel denetlenebilir olması için

i) Bir-boyutlu S_1 dizgesi durum ve çıkış denetlenebilir, yani

$$\rho \left[\begin{array}{c} B_1, A_1, B_1, \dots, A_1^{n-1}, B_1 \end{array} \right] = r_1, \quad (15a)$$

ve

$$\rho \left[D, C_1 B_1, C^{\wedge} B, \dots, C_1 A_1^{n_1-1} B_1 \right] = 1, \quad (15b)$$

ii) İki-boyutlu S_2 dizgesinin yerel denetlenebilir, yani

$$\rho_j M_2(1,0) M_2(0,1) \dots M_2(n_2, n_2) \sim |n_2+m| \quad (15c)$$

olması yeter ve gerek koşuldur.

Tanıt: Gereklik açıktır. Bu nedenle sadece yeterliği tanıtılmalıdır. Sıfır başlangıç koşulları için (5)' ve (6) kullanılarak

$$x_1^y(n_1, m) =$$

$$\left[B_1, A_1 B_1, \dots, A_1^{n_1-1} B_1 \right] \begin{bmatrix} u_1(n_1-1, m) \\ 0, (1, -2, 1, 1) \\ \dots \\ u^{\wedge}(0, m) \end{bmatrix} \quad (16a)$$

ve

$$\begin{bmatrix} x_2^y(n_2, m) \\ x^d(n_2, m) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_2(1,0) & M_2(0,1) & \dots & M_2(n_2, m) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_2(n_2-1, m) \\ u_2(n_2, m-1) \\ \dots \\ u_2(0, 0) \end{bmatrix} \quad (16b)$$

bulunur.

Eğer (15a) ve (15c) sağlanıyor ise (16a) ve (16b)'den

$$x_1^y(n_1, m) = x_{01}$$

ve

$$\begin{bmatrix} x_2^y(n_2, m) \\ x^d(n_2, m) \end{bmatrix} = x_{02}$$

koşulunu sağlayacak $U_j(i, m), O^{\wedge} i^{\wedge} n_j-1$ ve

$u_2(i, j), (0, 0) \leq (i, j) \leq (n_2, m)$, bulunur.

$u_2(i, j) = y_x(i, j)$ olduğu kullanılarak

$$u_2(i, j) = C_1 x_1^y(i, j) + D_1 u_1(i, j)$$

kolaylıkla bulunur. (16a) bu denklemde yerine konular ise

$$u_2(i, j) = C_1 \left[B_1, A_1 B_1, \dots, A_1^{i-1} B_1 \right] \begin{bmatrix} u_1(i-1, j) \\ u_1(i-2, j) \\ \dots \\ U_1(O, j) \end{bmatrix} + D_1 u_1(i, j) \quad (17a)$$

ve

$$u_2(i, j) = \left[D, C_1 B_1, C_1 A_1 B_1, \dots, C_1 A_1^{i-1} B_1 \right] \begin{bmatrix} U_1(n_1, j) \\ u_1(n_1-1, j) \\ u_1(n_1-2, j) \\ \dots \\ u^{\wedge}(O, j) \end{bmatrix} \quad (17b)$$

elde edilir.

Eğer (15b) sağlanıyor ise her $u_2(n_1, j), 0 \leq j \leq m$, için $U_j(i, j), (0, 0) \leq (i, j) \leq (n_1, m)$,

bulunur. Sonuç olarak, $x_1^y(n_1, m) = x_{01}$ yapacak $U_1(i, j)$ bulunur. $u^{\wedge} i, j$ biliniyor ise $u(i, j)$ de kolaylıkla

$$u(i, j) = u_1(i, j) - y_2(i, j)$$

eşitliğinden bulunur. Bu da tanıtı tamamlar.

4. Yerel Gözlenebilirlik İçin Yeni Gerek ve Yeter Koşullar

Bu alt bölümde, özgün Roesser modelinin iki-boyutlu gözlenebilirlik matrisi yerine, sınanması oldukça kolay olan ve tamamını bir-boyutlu dizge matrislerinin oluşturduğu yeni gerek ve yeter koşullar verilmektedir.

Tanım 3:

Sıfır sinyal girişi için,
 $|u(i,j), (0,0) \leq (i,j) \leq (n_1, n_1)|$, çıkışı
 sürekli sıfır değerinde tutacak sıfır-
 dan farklı bir $x(0,0)$ başlangıç koşulu
 yoksa dizge "yerel gözlenebilirdir" [5].

Teorem 3:

(İI)'deki koşulları sağlayan Roesser
 modelinin yerel gözlenebilir olması için

i) S_1 dizgesinin gözlenebilir

$$\rho \begin{bmatrix} C_1 \\ C_1 A_1 \\ \vdots \\ C_1 A_1^{n_1-1} \end{bmatrix} = n_1, \quad (18a)$$

ve

ii)

$$\rho \begin{bmatrix} C, D, C_2 D, C_3 \\ A_1 B_1 C_2 B_1 C_3 \\ 0 A_2 A_3 \\ 0 A_4 A_5 \end{bmatrix} = n_1 + n_2 + m, \quad (18b)$$

$$\rho \begin{bmatrix} C_4 \\ C_3 A_5 \\ \vdots \\ C_3 A_5 \end{bmatrix} = m, \quad (18c)$$

$$\rho \begin{bmatrix} C_2 \\ C_2 A_2 \\ \vdots \\ C_2 A_2^{n_2-1} \end{bmatrix} = n_2, \quad (18d)$$

olması gerek ve yeter koşuldur.

Tanıt:

$(i,j) > (0,0)$ için $x^y(0,j) = 0$, $x^d(i,0) = 0$ ve
 $(i,j) \leq (0,0)$ için $u(i,j) = 0$ kullanılarak

(5),(6) ve (1ü)'dan

$$\begin{bmatrix} y(1,0) \\ y(2,0) \\ \vdots \\ y(n_1,0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_1 A_1 \\ \vdots \\ C_1 A_1^{n_1-1} \end{bmatrix} x_1^y(1,0), \quad (19a)$$

$$\begin{bmatrix} y(0,j) \\ y(d,j) \\ \vdots \\ y(n_1,j) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D, & 0 & \dots & 0 \\ C, B, & D, & 0 & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_1 A_1^{n_1-1} B_1 & \dots & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_2(0,j) \\ y_2(1,j) \\ \vdots \\ y_2(n_1,j) \end{bmatrix} \quad (19b)$$

$$\begin{bmatrix} y(d,0) \\ y(2,0) \\ \vdots \\ y(n_2,0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_1 & 0 & \dots & 0 \\ C, B, & D, & 0 & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_1 A_1^{n_2-2} B_1 & \dots & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_2(1,0) \\ y_2(2,0) \\ \vdots \\ y_2(n_2,0) \end{bmatrix}, \quad (19c)$$

$$\begin{bmatrix} y_2(0,n) \\ y_2(0,2) \\ \vdots \\ y_2(0,m) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_3 \\ C_3 A_5 \\ \vdots \\ C_3 A_5^{m-1} \end{bmatrix} x^d(0,1), \quad (19d)$$

$$\begin{bmatrix} y_2(1,0) \\ y_2(2,0) \\ \vdots \\ y_2(n_2,0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 A_2 \\ \vdots \\ C_2 A_2^{n_2-1} \end{bmatrix} x_2^y(1,0) \quad (19a)$$

ve son olarak

$$\begin{bmatrix} y(0,0) \\ x_1^y(1,0) \\ x_2^y(1,0) \\ x(0,1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 D_1 C_2 D_1 C_3 \\ A_1 I y_1; I y_2; 1 \\ 0 A_4 A_3 \\ O \cdot A_1 A_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^y(0,0) \\ \vdots \\ x_2^y(0,0) \\ x_4(0,0) \end{bmatrix} \quad (19b)$$

bulunur. (F'b) ve (19b) incelenirken $D_1 \neq 0$ ve (19b) incelenirken $D_2 \neq 0$ olduğu dikkate alınmalıdır.

Öncelikle perokli pi tanıtlayalım. Fper özgün Roesser modeli yerel gözlenebilir ise S_1 ve S_2 dizileleri de (yerel) gözlenebilirdir, (özellikle, sadece (IPb)'nin saplandığı, çelişki ile göstermek perokli pi tanıtı için yeterli olacaktır. (ISb)'nin saplanmadığı varsayalım. (19f)'de $x_1(1,0) = x_1(0,0) - x_1(0,1) = 0$ ve $y(1,0) = 0$ ik'ni $x_1(0,0) = 0$ vektör-ii elde edilir. Takat $x_1(0,0)$ aynı zamanda özün Roesser inod'ünün de yerel taşlanıpç koşuludur, bu çelişki göstermektedir ki, (ISb)'nin saplanması özün Roesser modelinin yerel gözlenebilir olması için peroklidir.

Yeterliliğin 1 anıtına pelince, (IH)'de verilmiş koşullardan (ISn). (19f), (19d) ve (18e) saplanıyor ise $y(i,j)K$, $(i,j) \in (0,f)$, için $x^*(1,0) = 0$, $x_1^y(1,0) = 0$ ve $x_1^*(1,0) = 0$ elde edilir. Sonuçta, (ISl) saplanıyor ise $x(1,0) = 0$ bulunur. Öylece tanıt tamamlanır.

S. Sonuç

Bu çalışmada iki-boyutlu dizgelerin zaman ölçeğinde (bazı koşullar altında) ayrıştırılabilirliği için yapılmış çalışmaları değerlendirilmiştir; ve ayrıştırılabilir iki-boyutlu dizgelerin sınımlarını kolaylaştırmak için yeni yerel denetlenebilirlik, yerel kontrol edilebilirlik koşulları önerilmiştir.

İlk araştırmalar-

MI İN, İ., F.AUAMA İA, M., and HICUCI, İ.: 'Local Observability of 2-D Separable Systems', in Proc. of the 1987 IEEE Conference on Decision and Control, vol. 1, pp. 11-14, 1987.

MI İN, İ., KAYAMAIA, M., and HICUCI, İ.: 'Necessary and Sufficient Conditions for Local Observability and Local Observability of 2-D Separable Denominator Systems', in Proc. of the 1987 IEEE Conference on Decision and Control, vol. 1, pp. 15-18, 1987.

MI İN, İ., KAYAMAIA, M., and HICUCI, İ.: 'Local Observability and Local Observability of 2-D Separable Denominator Systems', in Proc. of the 1987 IEEE Conference on Decision and Control, vol. 1, pp. 15-18, 1987.

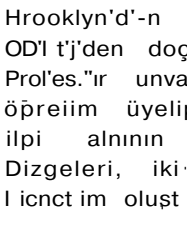
MI İN, İ., KAYAMAIA, M., and HICUCI, İ.: 'Local Observability and Local Observability of 2-D Separable Denominator Systems', in Proc. of the 1987 IEEE Conference on Decision and Control, vol. 1, pp. 15-18, 1987.

MI İN, İ., KAYAMAIA, M., and HICUCI, İ.: 'Local Observability and Local Observability of 2-D Separable Denominator Systems', in Proc. of the 1987 IEEE Conference on Decision and Control, vol. 1, pp. 15-18, 1987.



Önder Yüksel;

1942 yılında Ankara'da doğdu. 1963 ve 1964 yıllarında OİMİJ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünde lisans ve yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 1971 yılında Polytechnic Institute of Brooklyn'den doktor, 1978 yılında ODÜ'den doçent ve 1987 yılında HÜ'den Profesör unvanını aldı. Halen OİMİJ'de öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. İleri Dersleri, iki boyutlu Dipol ve Fuzzy Kontrol konularındadır.



İbrahim Afacan;

1977 yılında Trabzon'da doğdu. 1998 yılında Kabataş İTİTTEK Lisansiyen'den mezun oldu. 1990 ve 1991 yıllarında İTİTTEK Mühendisliği Bölümünde lisans ve yüksek lisans öğrenimini tamamladı.

Halihazırda İTİTTEK'te Araştırma Gözetim Uzmanı olarak çalışmaktadır. İleri Dersleri, iki boyutlu Dipol ve Fuzzy Kontrol konularındadır.

STATOMAT TEZGAHININ MİKROİŞLEMCİ TABANLI KONTROLÜ

Mustafa DÖNMEZ

Y.T.Ü. Elektrik - Elektronik Fak.
Elektrik Mühendisliği Bölümü
Beşiktaş / İSTANBUL

ÖZET

Bu çalışmada ; Elektropak A.Ş. Rovrenta Sefaköy tesislerinde bulunan Marsilli & Co firmasının üretmiş olduğu bir statomat tezgahı incelenmiş ve bu tezgaha mikro-ışlemcili nümerik kontrol ünitesi eklenerek otomasyonu sağlanmıştır. Fabrikada bu tezgahla genellikle fan ve elektrik süpürgesi motorunun statoru sarılmaktaysa da mikroışlemcili sistemin getirdiği esneklik ile farklı motorların statorlarının sarılması da mümkün olmaktadır. Kontrol sistemi röle kartı, display ve tuş takımı kartı ile mikroışlemci karlından oluşmaktadır.

Sistemde sipir sayısı tuş taktımından girilebildiği gibi hafızadaki kodlanmış (10 adet) hazır sipir sayılarından da faydalanılabilmektedir. Rutin çalışma esnasında displaylerde kaçınıcı sipirin sarıldığı display tarama sayesinde görülebilmektedir. Bununla eş zamam olarak tuş taraması yapılarak da tuşlardan gelebilecek bir iptal yönlendirmesi kontrol edilmektedir.

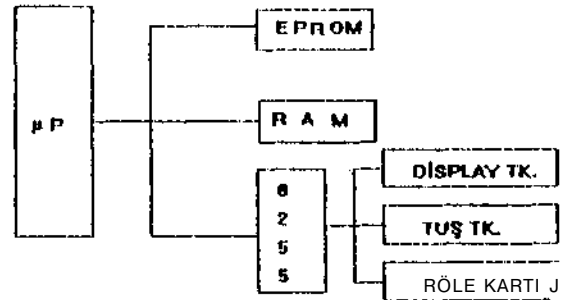
1. GİRİŞ

Günümüzde tezgah kontrolünde çeşitli tasarım yöntemleri kullanılmaktadır. Önceleri tamamen analog kontrole dayalı yöntemler kullanılırken, gelişen teknolojinin sayısal yöntemleri ön plana çıkarmasıyla kontrol problemlerinin çözümünde bu tekniğin kullanımı ağırlık kazanmıştır.

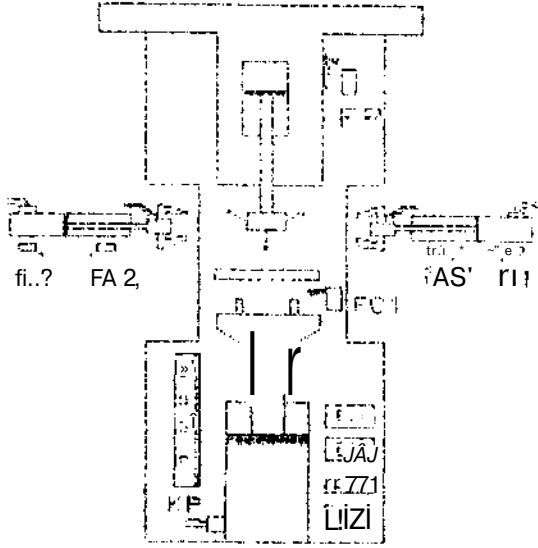
Bu çalışmada kullanılan kontrolör başlıca şu temel işlevleri yerine getirmektedir:

- Tuş takımı ile sabit veya operatörün istediği sarım sayısını girmek,
- Sarılmakta olan sipir sayısını ve stator sayısını göstermek,
- Limit dolunca ilgili kontrol rölelerini enerjilendirmek,
- İlgili valflerin enerjilenmesini sağlamak,
- İşlem bitince bir sonraki işlem için gerekli şartları hazırlamak.

Tasarım ve gerçekleştirilmesi donanım ve yazılım çalışmalarından oluşmaktadır. Kontrol programı 2 KByte'lık bir EPROM'a depolanmıştır. Aynı zamanda 2 KByte'lık bir RAM'de sistemin esnekliğine hizmet etmektedir. Kontrol sistemi tasarlanırken ilk olarak sistemden beklenen işlevler belirlenmiş ve sistem programları böylece yazılmıştır. Tüm sistem genel anlamda iki grupta incelenebilir. Mekanik sistem ve mikroışlemcili kontrol sistemi.



Şekil 1 : Kontrol Sistemi Yansı



FA1 FA2 F11 F12 FC1: Switch
EV1, EV2, EV3, EVP: Valf
FP: Sayıcı Sensör
KP: Kontrol Paneli

Şekil -2. Basitleştirilmiş Tezgaah Şeması

2. MEKANİK SİSTEM

Mekanik sistemin ana elemanları ve işlevleri şöyle özetlenebilir:

- a-) Stator sıkıştırma pistonu : EV1'in enerjilenmesi ile ileri gider ve sarım esnasında nüvenin sabit kalmasını sağlar,
- b-) Makas Pistonları : Sarım limiti dolunca //P 'den gelen sinyal ile ileriye gidip telleri kavrar, geri çeker.
- c-) Tel sarım pistonu : Motorun her bir devrinde bir tur atarak nüveye bir sipir sarar.
- d-) Kompresör, hava ile çalışan valfleri besler.
- e-) Motor sistemi tahrik etmede kullanılır,
- f-) Redüktör motorun devrini arttırarak hızlı sarım yapılmasına yarar.

3. KONTROL SİSTEMİ

Kontrol sistemini oluşturan elemanlar aşağıdaki gibi gruplanabilir:

- a-) Mikroişlemcili nümerik kontrol ünitesi. Ayrı bir bölümde ele alınmıştır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUŞAL KONGRESİ

b-) Selenoid valfler, sınır anahtarları, basınç anahtarları, emniyet switchleri, butonlar : Sınır anahtarları ve basınç anahtarı mekanik bilgiyi elektrik bilgiye çevirerek nümerik kontrol devresine yollarlar. EV valfleri ise gelen elektriki işaretleri basınçlı hava yardımı ile mekanik güce çevirirler. (Stator ileri-geri, makas ileri-geri, tel tutma, motor hızlı devre geçiş gibi.)

Sensör (FP) : Motorun miline akuple olarak dönen demir nüveden aldığı işareti Z80'e NMI olarak gönderir. Motorun her dönüşünde bir sipir sarılmaktadır.

4. NÜMERİK KONTROL ÜNİTESİ

Esas olarak nümerik kontrol ünitesi 4 adet röle ile (CG1,CG2,CG3,CG4) tezgahın panosuna kumanda ederek diğer kontakların konum değiştirmesini sağlar. Böylece gerekli zamanlarda iş akışına müdahale ederek sistemi kontrol eder.

Kontrol sisteminin ana bölümünü oluşturan bu kısmın ana elemanları şunlardır:

a-) Mikroişlemci olarak Intel Z80 kullanılmıştır. Hızının yeterli olması ve komutlarının 8080'e göre daha güçlü olduğu için ana eleman olarak bu kullanılmıştır.

b-) Bellekler: Mikroişlemci kartında bellek elemanı olarak, sistem yazılımını içeren 2 KByte kapasiteli 2716 EPROM ve geçici saklamalar için yine 2 KByte kapasiteli 6116 RAM kullanılmıştır. Bellek kapasitelerinin tayininde kontrol kartının genel amaçlı kullanılabilmesi ve kolay temin edilme kriterleri göz önünde bulundurulmuştur, bu bellek elemanlarına ve I/O ünitesinin adreslenmesi için bir adet 74LS139'dan faydalanılmıştır.

c-) Giriş-Çıkış Birimi : I/O ünitesi olarak 8255 PPI kullanılmıştır. 8255'in A ve B Portları tamamen çıkış C Portunun alt 4 biti giriş üst 4 biti çıkış olarak ayarlanmıştır. A Portundan ortak katotlu olan displaylerin anotlarına bilgi atılmakta, B Portundan ise

bu displaylerin katotları ve tuş taraması yapılmaktadır.C portunun alt 4 biti tuşların satır taramasında kullanılırken üst 4 biti ise HP tarafından kontrol edilen 4 röle için ayrılmıştır. (CG1 ,CG2,CG3,CG4)

Bunun dışında kartta iki adet 75491 ortak katotlu olan displaylerin anotlarının sürülmesinde buffer olarak, bir adet 75492 ise displaylerin katotlarının toprağa çekilmesinde kullanılmıştır. İM, 121, İZİ, İM

5. TEZGAHIN ÇALIŞMASI

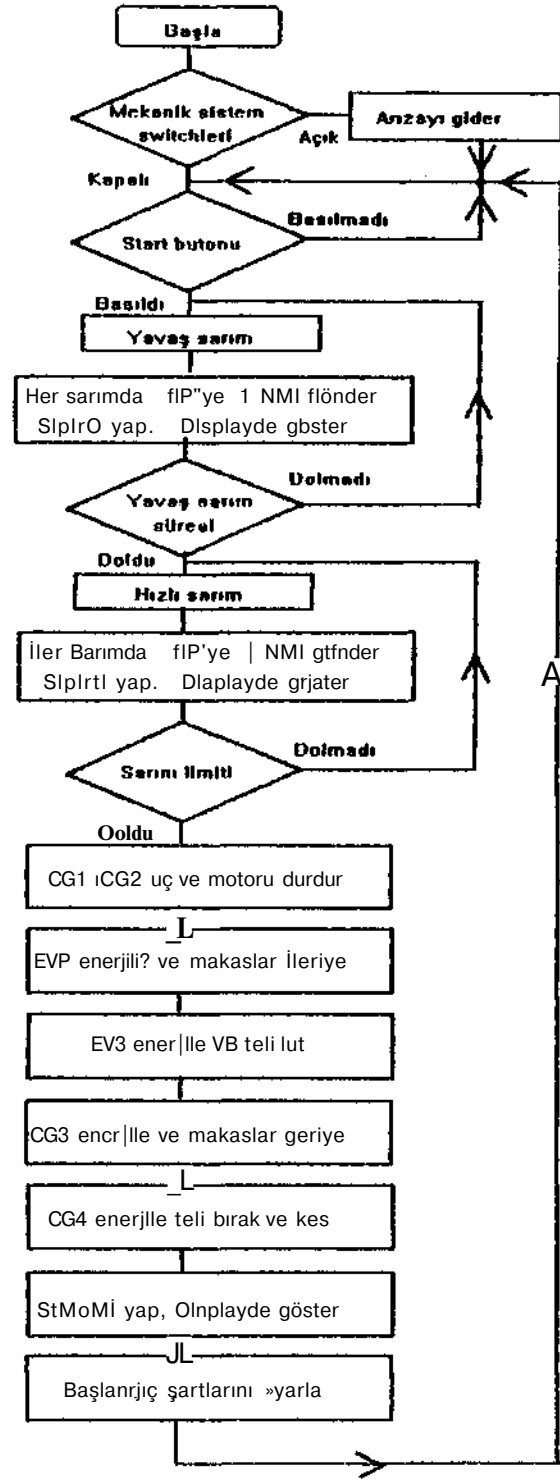
Tezgaah manuel ve otomatik olarak çalışabilmektedir. Burada otomatik çalışmadan bahsedilecektir. Bunun için önce kontrol panelindeki seçici anahtar auto konumuna alınır. A ile gösterilen tel sarma iğnesinin geri pozisyonda olması ve bu şekilde dönen kısmın üzerindeki demir parçanın sensörün üzerinde bulunması gerekir. Bu başlangıç koşulları yerine getirildikten sonra KP'deki Start butonuna basılınca EV1 valfi enerjilenecek nüveyi sıkıştırır.

Hava basınç switchi, tel emniyet switchi kapalı ise ve motor termiği de atık değil ise motor yavaş devirde dönmeye başlar (Yavaş sarım). Bir süre sonra EV2 valfi enerjilenecek motor redüktör sayesinde hızlı sarıma geçer.

Her sarımda //P'e bir interrupt gelir. (NMI) Kontrol yazılımı ilgili yerlere dallanmalar yaparak kaçınıcı sipirin sarıldığı bilgisini ve o ana kadar kaç tane stator sarıldığı bilgisini displaylerde gösterir. Limit dolunca sırası ile CG1+CG2 açılır, önce frenleme bobini enerjilenecek motor durur, EVP enerjilenecek makaslar ileri gider, EV3 enerjilenecek tel tutulur. Bunu takiben CG3roCG4 açılarak makasların geri gelmesi ve telin bırakılıp kesilmesi gerçekleşir.

Her şey başlangıç koşullarına dönerken displaylerdeki stator sayısını gösteren kısım bir arttırılır. Yeni bir boş nüve konup start butonuna basılarak işlem tekrar edilir.

6.AKIŞ DİYAGRAMI



Şekil 3. Kontrol Yazılımı Akış Şeması

7. Sonuç:

Bu çalışmada varolan bir problem sayısal kontrol yöntemi ile incelenmiş ve uygulanmıştır. Sistem donanımı ve yazılımı problemsiz olarak çalışmaktadır. Sistemde mikroişlemci tabanlı kontrol kullanıldığı için tezgah daha esnek bir üretime elverişli hale getirilmiştir. Bu da üretimde kaliteyi ve miktar fazlalığını beraberinde getirmektedir.

8.KAYNAKLAR

İM Uffenbeck John, The 8080, 8085 & Z80 Programming Interfacing, 1985

121 Z80 Applications, Koffen James W, 1983

/3/ Z80 Microprocessor Family Programming 1. Ed. June 1990

İM Intemetional TTL Databook



Mustafa DÖNMEZ, 1969 yılında Çorlu'da doğdu. 1990 da Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümünden Müh, 1993 de Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. programından Y.Müh. olarak mezun oldu. 1990 dan beri YTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

BİR İKLİMLENDİRME ODASININ BİLGİSAYARLA KONTROLÜ

Burhnett.it, CAN Oomarı ISIRAN Metin ÖZTÜRK Yılmaz AKGÜNEY

M.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Kuyubas.L- İSTANBUL

ÖZET

Buradaki, çalışmada, öğrenci eğitiminde kullanılacak bir iklimlendirme odasının bilgisayarlı kontrolü gerçek "İleştirimiştir. "Ac-Kapa" (on-off) yöntemi kullanılmıştır, iklimlendirme odasına, sıcaklık nem ve hava hızı algılayıcıları yerleştirilmiştir. PCL-812 PG veri kartı (Data acquisition card) kullanılmıştır. Sistem, damperlerini değişik konumu ve farklı bozucu olması durumları için çalıştırılmıştır. Bozucu etki yok iken sistem, sıcaklıkta % 1.5, bağıl nemde %2.6 hata ile kontrol edilmiştir. Bozucu etki varken hata oranı, sıcaklıkta %3, bağıl nemde %4.5 olmuştur. Daha iyi konfor şartları için, diğer kontrol yöntemleri kullanılmalıdır.

1.GİRİŞ

İklimlendirmede amaç, kapalı bir ortamın sıcaklık, nem, hava hareketi gibi özelliklerini, insan sağlığı veya endüstriyel işlemler için gerekli seviyelerde, "konfor şartları" tutmaktır. Konfor bölgesi; sıcaklık 19-20°C hava akış hızı 0.1-1.525 m/sn ve bağıl nem oranı %20 - %80 olarak tanımlanmaktadır. Çalışma ortamının konfor şartlarında kalabilmesi için pekçok kontrol yöntemi kullanılmıştır [1,2].

Buradaki çalışmada ana amaç, ileri kontrol yöntemlerini kullanmaktan ziyade; bir iklimlendirme odasını kompüterize etmektir.

2.t KLİMLKNDt RME ODASI

İklimlendirme odası M.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi. Makina Eğitim Bölümü Enerji Laboratuvarında kurulmuştur. Sistemde; ısıtıcı, nemlendirici, vantilatör vardır. Şekil-1. Soğutucu henür. takılmamıştır. Oda 2 cm kalınlığında suntadan yapılmış olup yağlıboya ile boyanmıştır. Havanın, kontrol hacmi içinde uniform dağılımı için odanın altına ve üstüne ızgaralar konmuştur. Çıkış havasının bir kısmı tekrar giriş verilmektedir. Giriş ve çıkış hava kanalları izole edilmiştir. Taze hava giriş kanalına sırayla, vantilatör, ısıtıcı ve nemlendirici yerleştirilmiştir. Nemlendirici bir pompa ile iklimlendirme için gerekli suyu tutan küçük bir su deposundan oluşmuştur. Pompa depodan çektiği suyu çevresine püskürtmekte; aynı mil bağlantılı vantilatör, su zerreciklerini ısıtılmış hava ile karıştırıp kontrol hacmine (odaya) göndermektedir [3,4].

Vantilatör 120 W gücünde olup, en fazla 2.9 m/sn'lik bir hava akış hızı sağlamaktadır.

Isıtma havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde hava akışının kontrolü çok önemli olup bu işlem damperlerle sağlanır. Genelde dış hava ile eksoz havasının aynı anda kumandasında kullanılır. Bu durumda iki damperden biri açılırken diğeri kapanacak şekilde birbirine bağlanır. Damperleri harekete geçirebilmek için doğrusal olarak hareket edebilen bir damper mo-

toru kullanılmaktadır. Damperlerin konumu 0-90° arasında oransal olarak kontrol edilebilir. Gerekli bilgi bir potansiyometre'den alınmaktadır.

3.KONTROL SİSTEMİ

Bu bölümde iklimlendirme odasının kontrolü için gerekli donanım ve kullanılan kontrol yöntemi tanıtılacaktır.

3.1. Donanım

İklimlendirme odasının kontrolünde kullanılan donanımın blok diyagramı Şekil-2'de görülmektedir.

Sistemde sıcaklık, nem ve hava hızı algılayıcıları mevcuttur. Sıcaklık, nem algılayıcıları bir arada olup, odanın iç duvarına monte edilmiştir. Hava hızı algılayıcısı hava çıkış? kanalına içine yerleştirilmiştir. Sıcaklık ve nem için ayrı kuvvetlendiriciler kullanılmaktadır: hava hızı algılayıcısı ile kuvvetlendiricisi bir arada bulunmaktadır. Her üç büyüklük için kuvvetlendirici çıkışlarına analog ölçü aletleri bağlanmıştır. Sıcaklık algılayıcısı olarak; sıcaklıkla değeri değişen direnç, RTD, nem algılayıcısı olarak nemle değeri değişen direnç ve hava hızı için sıcak tel anemometri yöntemine göre çalışan içinde kuvvetlendiricisi olan bir sensör kullanılmıştır. Kuvvetlendirici çıkışları 0 -10 V DC arasında değişmektedir.

Kuvvetlendiricilerin çıkışlarından alınan bilgiler veri kartı üzerinden bilgisayara ulaşmaktadır. Kontrol yazılımına bağlı olarak röle kartı ve damper motoruna kontrol işareti gönderilmektedir.

Veri kartı olarak PCL-012 PG kartı kullanılmıştır. Kart IBM PG/XT/AT ve IBM uyumlu bilgisayarlarda kullanılabilen 16 analog giriş, 2 analog çıkış, TTL uyumlu 16 sayısal giriş, 16 sayısal çıkışı a a sahip 12 bitlik DAU/AL'C kartıdır. Çevirme hızı 30 klz'dir [5].

yarlarında kullanılabilen 16 analog giriş, 2 analog çıkış, TTL uyumlu 16 sayısal giriş, 16 sayısal çıkışı a a sahip 12 bitlik DAU/AL'C kartıdır. Çevirme hızı 30 klz'dir [5].

3.2.Kontrol Yöntemi: Aç-Kapa

Bu kontrol yöntemi iki durumlu kontrolör olarak da anılır. Fazla duyarlık istemiyen işlemlerde kullanılır ve ucuz bir yöntemdir.

Son kontrol elemanı, istenen değerin (ayar değeri) üstünde veya altında ya açık veya kapalı konuma geçerek ayar değişkenini iki konumdan birinden diğerine değiştirir. Şekil-3.

Aç-kapa kontrolde, kontrol altında tutulan değişken (sıcaklık, nem, hava hızı) ayar değerinin altında veya üstünde sürekli salınım halindedir. Salınım genliği ve sıklığının mümkün olduğu kadar küçük olması istenir.

İklimlendirme odalarında nem ve sıcaklık, hava hızına bağlı olarak değişen büyüklüklerdir. Fakat çok hızlı değişmezler. Geniş zaman aralığında değiştikleri için aç-kapa kontrol yöntemi kullanılabilir.

Algılayıcılardan gelen bilgiler veri kartı üzerinden bilgisayara gelmekte, yazılım aracılığı ile değerlendirme yapıldıktan sonra gerekli kontrol işaretleri üretilmektedir. DAC ve röle kartı üzerinden işaretler, son kontrol elemanları olan ısıtıcı, nemlendirici, vantilatör ve damper motorlarına uygulanmaktadır Şekil-4.

İklimlendirme odasının kontrolüne ilişkin yazılımın işaret akış diyagramı Şekil-5'de görülmektedir. Program GW-BASIC dilinde yazılmıştır.

4. DENEYSEL SONUÇLAR

Damperlerin konumuna bağlı olarak bir dizi deney yapılmıştır. Bütün deneylerde oda içindeki hava insanın 0.1 m/en olarak sabit kaldığı kabul edilmiştir.

Deney 1: İstenen bağıl nem %55.5, istenen sıcaklık 19.4 °C, giriş ve çıkış damperleri tamamen kapalı, geri dönüş damperleri tamamen açık.

Bu durumda kontrol altındaki sistem cevabı. Şekil-6'da görülmektedir. Sıcaklıktaki aşım istenen büyüklükte (1°C) olup yerleşme zamanı çok uzun olmaktadır. Giriş ve çıkış damperleri tamamen kapalı olduğundan odanın doğal olarak duvardan ısı transferi aracılığıyla soğumaktadır. Bağıl nem %0.5'lik bir sapma ile kontrol altına alınmıştır. İstenen nem değeri etrafında dalgalanmaktadır.

Deney 2: İstenen bağıl nem %57 istenen sıcaklık 19.4 °C. Giriş çıkış ve geri dönüş damperleri yarım açık;

Elde edilen sonuçlar, Şekil-7'de görülmektedir. Isıtılan ve nemlendirilen odadaki havanın bir kısmı dışarı atılmakta, atılan miktar kadar da taze ve soğuk hava içeri alınmaktadır. Isıtılan ve nemlendirilen havanın yarısı tekrar odaya içeri gönderilmektedir. Bu nedenle istenen sıcaklık seviyesine daha hızlı ulaşılmaktadır. İstenen seviyenin altına düşüldüğünde ısıtıcı devreye sokulmaktadır. Isıtıcı ataletinden dolayı ısıtıcı gerilimi kesilse bile ısıtma işlemi bir müddet daha devam etmektedir. Bu nedenle nemlendiricinin yeterli olmadığı görülmüştür.

Deney 3: İstenen bağıl nem %57. İstenen sıcaklık 19.4 °C. Giriş çıkış damperleri %50 oranında kapalı, geri dönüş damperleri %80 oranında açık, bosucu var.

Geri dönüş havasının %20'si dışarı atılmakta. %80'i odaya geri gönderilmektedir. Atılan miktar kadar taze hava içeri alınmaktadır. Bu durumda sistem, daha iyi kontrol altına alınmıştır. Şekil 8. Bu deneyde oda sıcaklığı kararlı hale geldikten sonra odanın kapısı 1. dakika süreyle açılarak sisteme bozucu etki edilmiş, kontrol sisteminin davranışı, gözlenmiştir. Sistem cevabında sönümlü davranışlar olduğu fakat neticede sistemin kontrol altına alındığı görülmüştür.

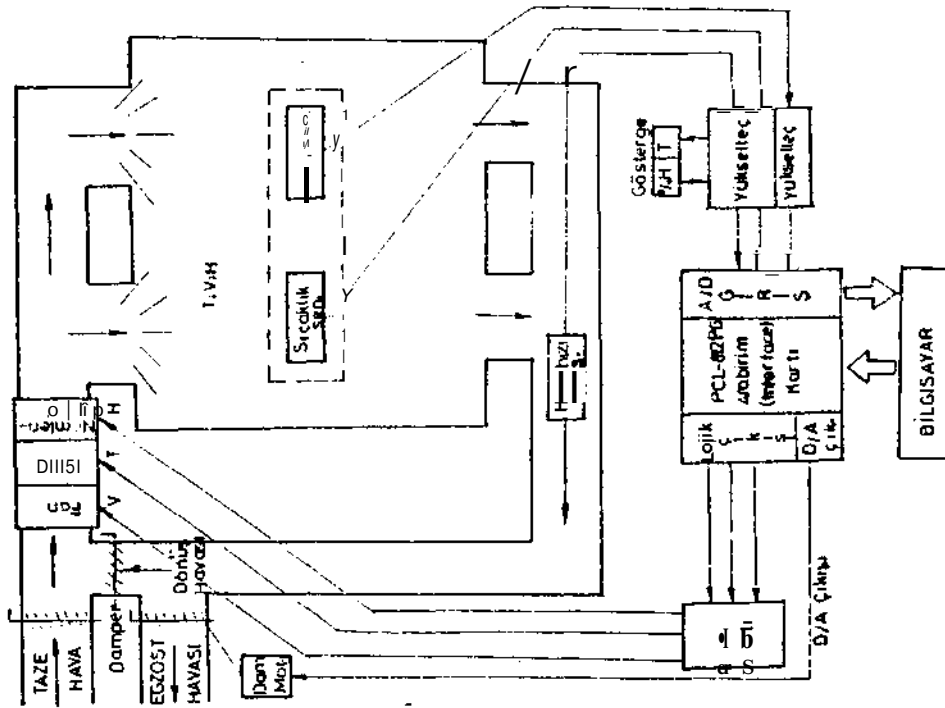
Buradaki çalışmada öğrenci eğitiminde kullanılacak bir iklimlendirme odası kompüterize edilmiştir. Odayı istenen konfor şartlarında tutmak için aç-kapa kontrol yöntemi kullanılmıştır. Üçüncü deney konfor şartlarını daha iyi sağlamaktadır. Sıcaklık değişimi en fazla $\pm 1^\circ\text{C}$, bağıl nem değişimi $\pm 5\%$ civarında olmuştur. Ortamda bozucu etki yokken, sıcaklıkta $\pm 1.5\%$ bağıl nemde ± 0.6 hata ile ortam kontrol edilmiştir. Bozucu etki varken hata oranları sırasıyla $\pm 3\%$ ve $\pm 4.5\%$ olmuştur. Çok daha iyi konfor şartları için ileri kontrol yöntemleri kullanılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

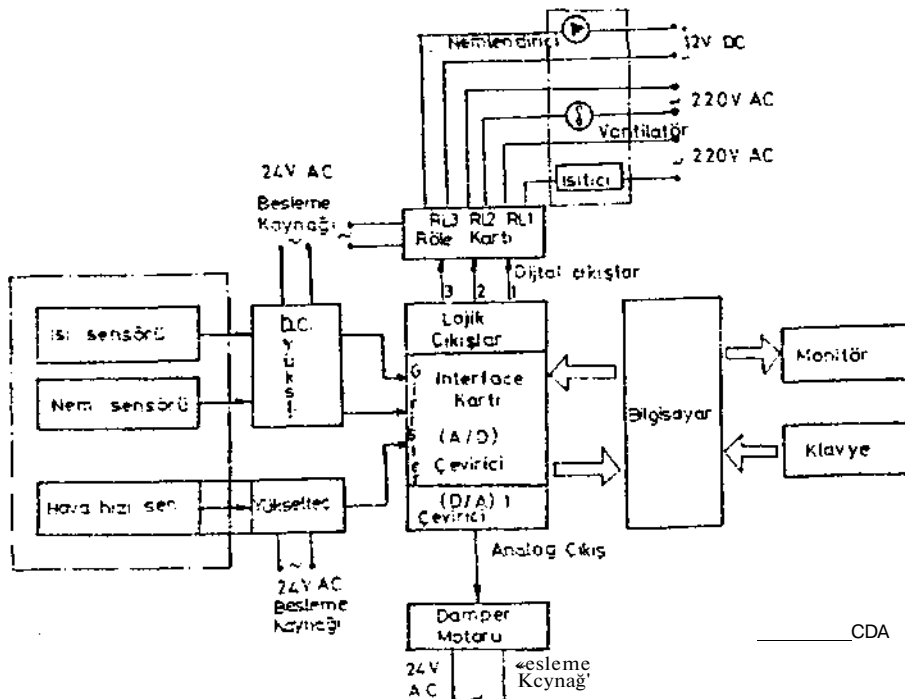
[1] Kaya, A.. "Optimum Control Policies to Minimise Energy Use in HVAC Systems" ASURAE Transactions, Vol. 80, Part 2, (1982)

[2] Woiherter, L.. "Temperaturmessung in der Technik" Vulkan-Verlag, Lexika-Verlag Stuttgart (1976)

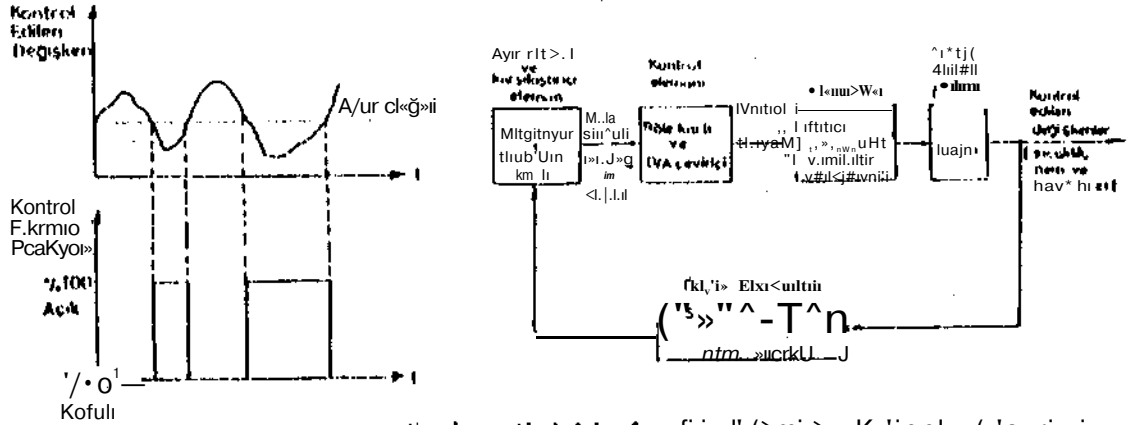
[3] Ak, V. Ö. (1999). "İç İklimin Otomatik Kontrolü". Elektrik Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi, İstanbul, 19-23 Eylül 1999, s. 11-15.



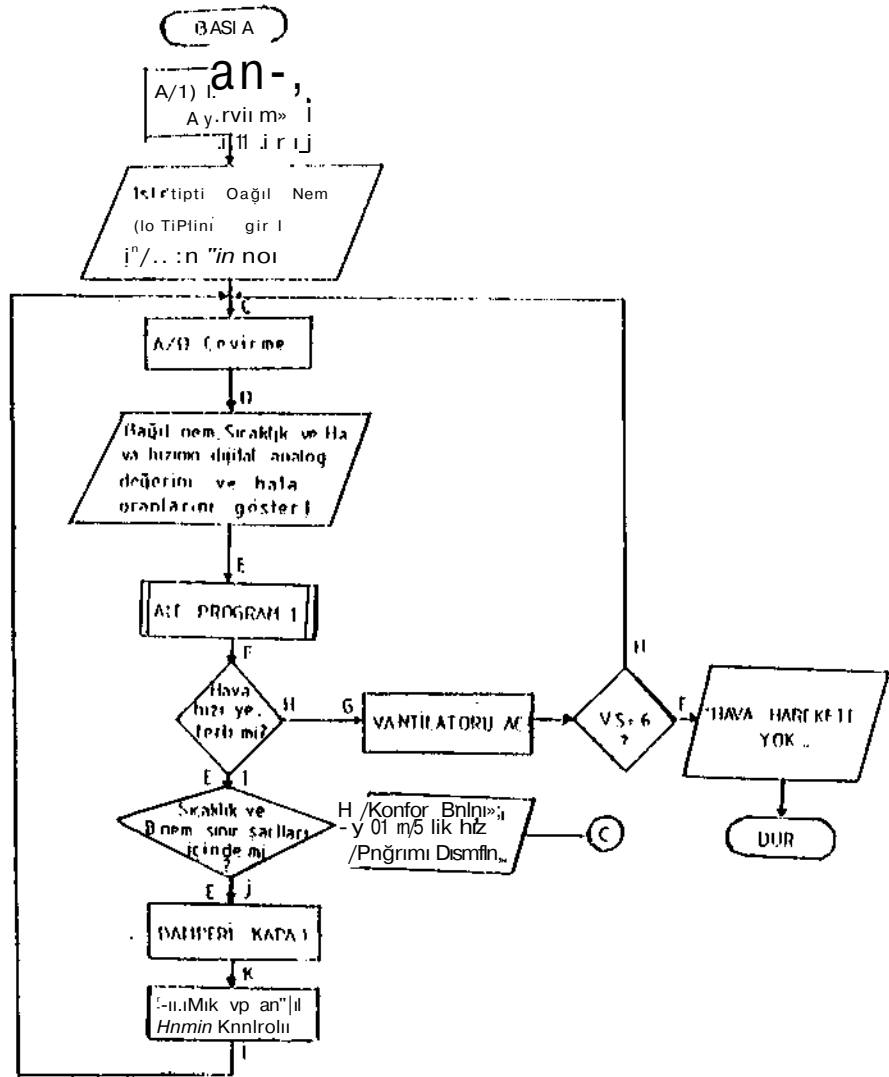
Şekil 1-1: LVüney 'J' (s; i r>n; t; i n m Jilok Di atrf anı t .



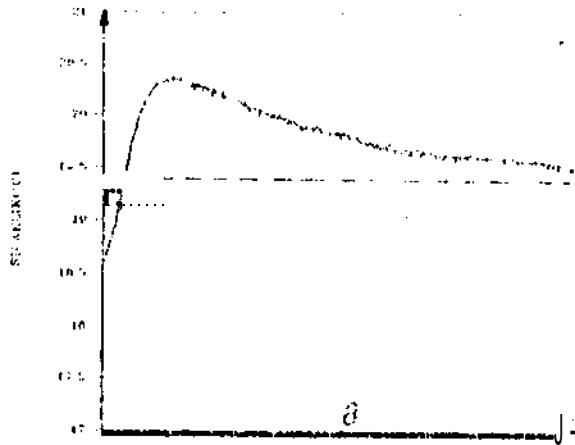
Şekil 1-2: Koril.fo l Donnrünü JJlok l) i n p, r; (m) -



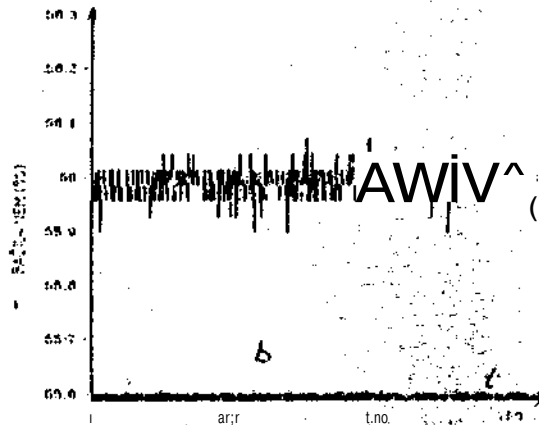
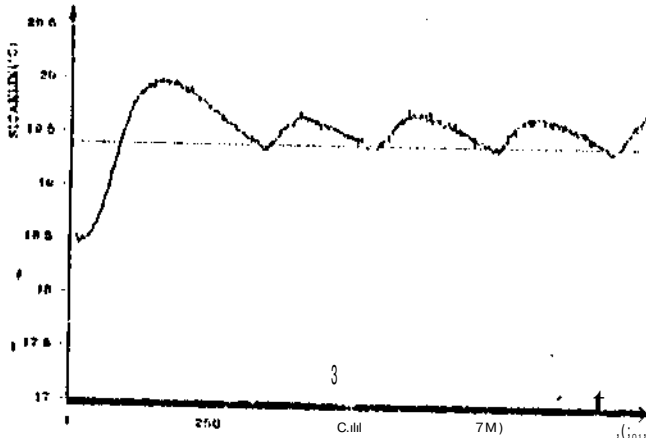
Şekil 4: Bir Klima Kontrol Sistemi. (A) Kontrol edilen Değişkenin (B) Kontrol Etkisi Açık Durumundaki Değişimi Göstermektedir.



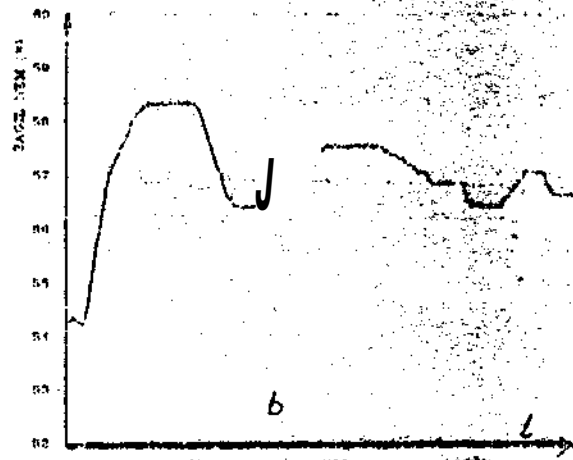
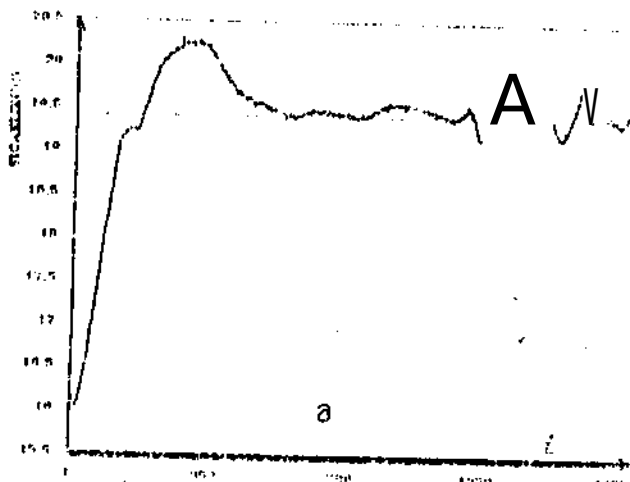
Şekil 5: Klima Kontrol Sisteminin Kontrol Programı.



Şekil 1: Deneysel ortamın (a) Elektrik Değeri (b) Bağıl Nem D(İntüm) v.



Şekil 7: Deneysel ortamın (a) Elektrik Değeri (b) Bağıl Nem D(İntüm) v.



Şekil 8: Deneysel ortamın (a) Elektrik Değeri (b) Bağıl Nem D(İntüm) v.

BOND GRAF METODU İLE UÇAK DURDURMA MEKANİZMASININ MODELLEME VE SİMULASYONU

Fahrettin Arslan, H.Rıza Güven, Nurkan Yağız
Teknik Bilimler MYO, İstanbul Üniversitesi, Avcılar, İSTANBUL

ÖZET

Bu çalışmada incelenen sietes pistteri dışarı çık-
nisk üzere olan uçakları durdurmak üzere tasarlanı-
tır. Fiziksel Model ucaŞı tutarı bir kablo-ai-ara siste-
te* i ve bunların baçlı olduğu bir "Su Sıkıştırarak Sö-
nür ley ici "den el uşşaktadır, Sönüaleyciünin hidrodina-
mik direnç katsayısı pñton deplasmanına göre lineer
olisayan bir fonksiyona sahiyatir. Çaişsa neticesinde
uçamın Kkaniziişya teras ettiği dsŞişik hızlarda, du-
rana kadarki deslasian,hız ve ivmesinin rauara göre
deş iç IP eğrileri eide ed i İniştir. Bu »ekardfiianin ta-
sarisında ihtiyaç duyulan pistonun hareket mesafesi ve
kabloya etki eden kuvvetlerin skulasyonu da farklı u-
çak hızları ve kütleleri için çsrçeHestiriliBıştır.

Sesbo!	Sayısa! D=3cr
»1	2130 kg.
»E	660.8 kg.
s3	E?1 .7 kg.
k1	£6°02 N/m.
k2	369B26 N/d.
h	33.1 m.

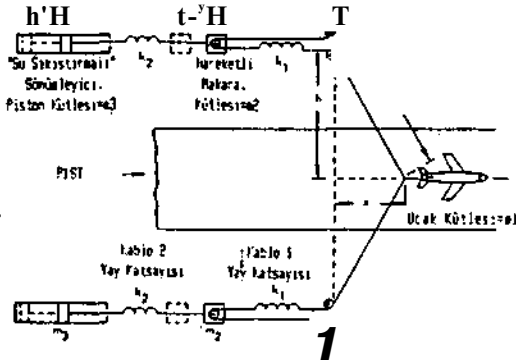
Tablo E.1 Siste* Far antreleri i [031

I. GİRİŞ

Pir uçal: durdurss fiक्सrızisasının tasarımında uça-
ğın sekin izsaya teiw= Ettiği isuhtelif hızlarda duruş
mesafesi, bu mesafenin uçşyın kütlesi ile ilçisi, siste-
ft elemanlarına etki eden kuşetler tasariki açısın-
dan önemlidir. ftncak sisten elemanlarının non-linear
Dİff?si, böyle bir sistesin siaulasyonunu güçleştirme-
tedir. Bu yüzden sisteein »dsüesinde «odem kontrol
teorisinde ör-eali bir yeri olan ve deŞişil; disp-
linlere ait sistemlerin dahi rahatça durur- denklemler-
inin elrfé edilssinde ölçlü bir teknik olan Bono Graf
Metodu te"ih ediisek [01], non-üneer olan sistearin
snalizinds karşılaşılan çüciuk İistepin Pond Eraf Mo-
delinin direk olarak TUTŞı" bilgisayar prearamna ya-
ZİİİS351 suretiyle asılacaktır !0eİ.

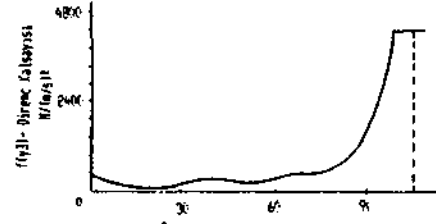
ii. nmm. MODEL

Çözimde kullanılan uçak durdurma mekanizması Se-
kil 2.1'de gösterilmiştir, Sistes sietri göz önüne al-
lındıİmdı üç serbestlik derecesine sahiptir. Bunlar
uçamın hareketi >, hareketli »İbranm deplasmanı yE
ve sönüfileyici pistonun hareketi y3'tür. Sistes para-
aetreleri Tablo 2.1'de verilmiştir.



Sskil 2.1 Fiziksel tedel

Su sıkıştırarak sönüleyici non-linear bir karak-
tere sahiptir ve hidrodinamik direnç katsayısı Sekil
S.2'de gösterildiği gibi tanıslansıştır.



Sekil E.5 Su Sıkıştırarak Sömkiyeiçimin
Dirnç Katsayısı i033

SonÜRİse kuvveti,

$$F_d = F_{y3} \quad \text{İP.U}$$

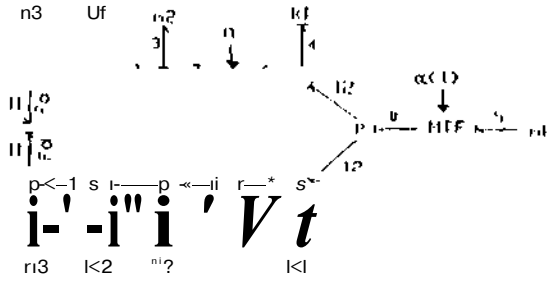
foraülü ile hesaplanır, öte yandan sistemin geonstrisi

$$y_1 = r?Th? - h \quad (2.2)$$

bağıntısını vermektedir.

iii. BOND GRAF İSÇÜ VE DUSH KİMEMLERİ

Pu reselde ol, uçak kütesini; ki, birinci kablo
yay katsayısını; «E, hareketli sakara kütesini; K?,
ikinci kablo yay katsayısını; »3, su sıkıştırarak sö-
nü» ley için in piston kütesini telisi! etsektedir. Bu
durumda sistemin Bond Graf Modeli Sekil 3.1'de göste-
rilisıştır.



Seldi 3.1 fnd Sraf lfodeli

Durun değişkenleri V1, F2, V3, F1 ve VS'tir.

i) $F1 = F9 - F11$ çözülürse,

$$\frac{dV1}{dt} = \frac{1}{r} - \frac{1}{F2} - fd \quad (3.1)$$

ii) $Ve = V10 - V9$ çözülürse,

$$\frac{dF2}{dt} = -r'S V1 + kc V3 \quad (3.E)$$

iii) $F3 = F7 - f10$ çözülürse,

$$\frac{dF3}{dt} = -F2 + \frac{1}{n} F4 \quad (3.3)$$

iv) $V1 = V1? - \%$ çözülürse,

$$\frac{dF1}{dt} = \frac{n}{ki} - \frac{o(t)}{ki} - V3 + V5 \quad (3.1)$$

v) $F5 = \text{alt) } F8$ çözülürse,

$$\frac{dV5}{dt} = 2 \text{ alt) } F4 \quad (3.5)$$

elde edilir. Bu halde duruş denflesi fratrişi aşağıda verilmiştir:

$$\begin{bmatrix} V1 \\ F2 \\ V3 \\ F1 \\ VS \end{bmatrix} \frac{d}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{m3} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{i2} & 0 & k2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & n & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{s2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{2a(t)}{ki} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V1 \\ F2 \\ V3 \\ F1 \\ VS \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{m3} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} fd \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

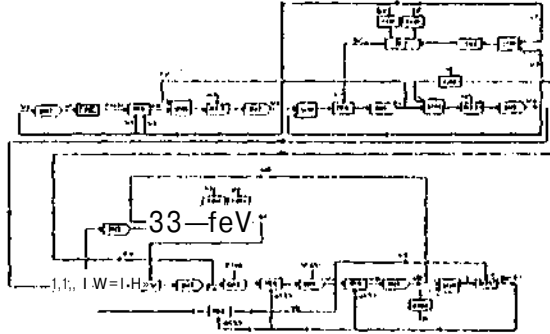
Burada:

$$n = 2 \quad (3.7)$$

değerlerine sahiptir ve

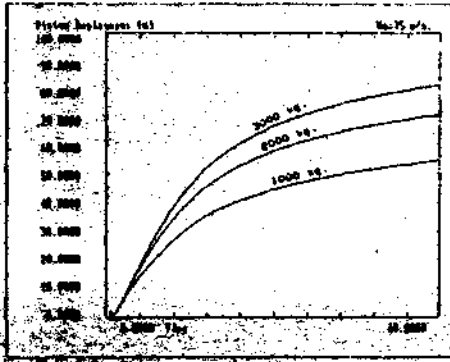
$$f1it = \frac{P}{h t] V8 dt} \quad (3.8)$$

bağıntısı ile bulunur. Kabloların ise ancak gerilme halinde kuvvet uygulayacakları açıktır. Sistemin blok diyagramı Şekil 3.2'ye verilmektedir.

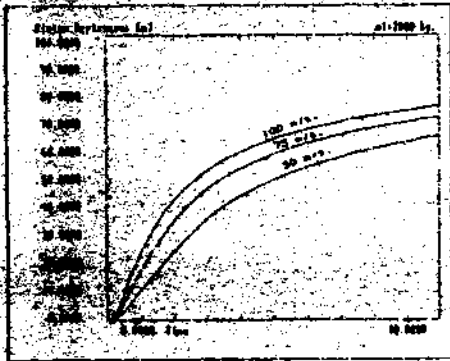


Şekil 3.2 Blok Diyagram (ATT = 1,GA)

Bu blok diyagram TUTSM bilgisayar programa tanımlanarak simülasyon neticelendirilir. Ancak Bond Graf (Şekilini) Çekil 3.1 TUTSM bilgisayar programına kodlaarak suretiyle direk olarak simülasyona geçmek de mümkündür ve bu çalışmada tercih edilen yöntem bu olacaktır. Bilgisayar program Şekil 3.3'de verilmiştir.

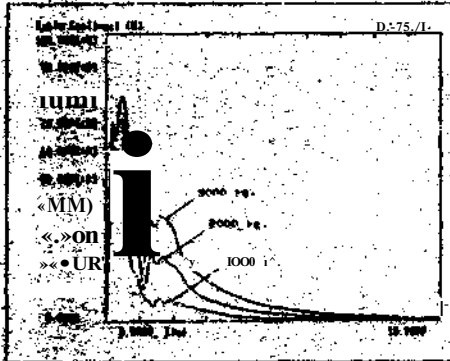


(a)

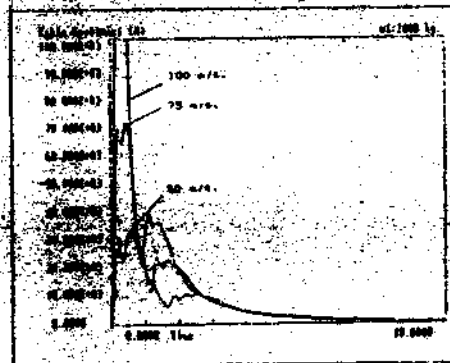


(b)

Şifü , a sçaleviti Pistonunun tepla?c3nî



(i)



(b)

Şifü , a sçaleviti Pistonunun tepla?c3nî

V. SSMIC

Bu çaiçijada bir uçak durduma f!aniJBa5iriin »D-
çellegesini yapılsı\$, durup denldesleri Pond Sraf »etodu
ie cıtarılınıç, Bond firaf «ödelinin dcŞrudan TUTSIM
bilgisayar progra«ına tanjıfınsaçı suretiyle sisulas-
yon neticsiercdiriUiijtir. H?r türlü non-lineer ele-
sarin dâhi bu yön tas le çisulasyona dahil eifilebüaesı
ye bu sifılısıDnuri en basit bilgisayar «)deii ile ra-
hatça gerçeUeıtiriletilmesi aetodu daha da cazip h l-
iraiitedir. Dada ileri aşas3da tesann yckular üzerin-
deki etkisini sieule ets-ek veya ihtiyaca göre siste-
mede!ini daha da çeliştireel; hiç de zor oleavacaktır.

KAYNAÇ

[01] ARSLIM, F., "Dina«ik Sistemlerin Analizinde Yeni
Pir YiUaşıda Bond Sraf Tefrişini Kullanarak Ma-
teaatiteel Hezellerin Elde Edilmesi", Doktora Te-
zi, Yriidn ür.iv'ersitesi, Şubat 19B5.

[02] BELKEHOJ, J.J.fl.J., VİN DÜHKSH, J.J., HEERVEN
, J.H., "Sirujiston of Mixed fond Srapis snd
Block Diagrass on Personal Cosputers üiinch TUTSIM
, Journal of the FranHin Instihite, Vol. 2?3,
No. 1-2, pp. 7jl-8kl, January/rsbruary 1985.

[03] ACSL User foide/Refereüce flannual, Hitelsi 1 and
Bsuthier, ftsoc., Inc., P.O. M tS5, Concord,
«ass. 01742, 1975.

Model File: planel

Date: 1 / 1 / 1930

Tiae: 0 : 18

Tising: 0.0025000 ,DELIA ; 10.0000 ,RANGE

PlotBlocks and Scaies:

Fortrat:

BlocfNo, Flof-fiiNijü», Plot-r!AXiBu«, Ccsstent
Hor:: 0 , 0.0000 , 10.0000 ; iiw
VI: 3 0 1 , 0.0000 , 300.0000 ; Depiassan (»I
V2: 5 , 0.1»» , 100.0000 ; HIS (IS/S)
Y3: 301 , -100.0000 , 0.0000 ; imne d/s'l
Y4: ; ; ;

291.9000 J C 2 -103

0.0000

2.708E-06 2 1 3 -1

0.0000

660.8000 3 e 7 -22

0.0000

15.059E-06 4 L 3 -6

0.0000

2.005E*03 5 C -9

60.0000

E.0000 6 TF 3

E.0000 7 TF 44

8 MF 25 5

9 hIF 205 10

10 SM 4 4

0.0000 19 CN

20 Süfl 3 -1

0.0000 21 NT 20

22 IFE 21 2 19

42 SON 8 -6

0.0*300 43 NT 42

44 IFE 43 4 19

0.0000 101 INT 1

102 RNC io1

1 -3.0490 398,8400

2 0.0000 396,8400

3 9.1*40 191,5200

4 16.2880 76,6080

5 36.5760 248,9760

6 «.7200 248,9760

7 54.8640 316,4380

8 64.0080 397,4340

9 73,520 512.3160

10 82,2960 766.0600

11 65,9540 ;.005E+03

12 89,6110 1.340E+03

13 93,2699 1.9S3E+03

14 95,0976 6.394E+03

15 98,7552 4.309E+03

16 104.16800 4.309E+03

103 HÜL 102 1 1

0.0000 SOI INT 5

0.0000 2(32 INT 8

38.1000 2h3 CON

204 S'Jn 202 ?03

?05 DIV 201 ?04

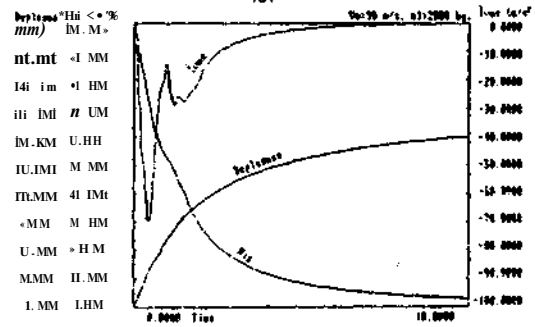
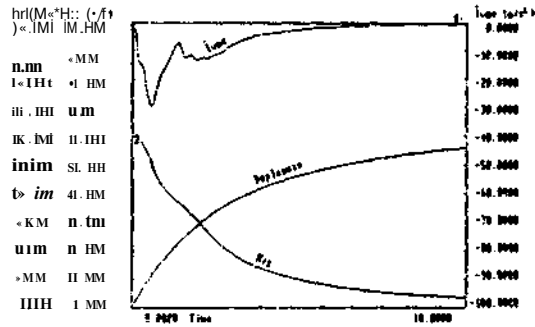
*2.0QIIEH.13 3(JI fil I 9

IV. SIMUSYON

uçagm 60 a/s. ve 90 m/s. hızla kabloya temas halinde deplasman, hız ve ivmesinin değişiri Sekil 4.1 (a) ve (b)'de gösterilmiştir. Bu iki temas hızı arasında deplasman ve hız açısından önemli bir fark olmasa da uçaşın ivsesindeki değişin karakteri büyüktür. Bu da t?fi« hızının siste* elemanlarına etki eden kuvvetler üzerinde önesli bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Piston deplasmanının «aksinim hareket limiti 100 s.'dir. Uçaşın kütüçsinin ve temas hızının deplasman üzerindeki etkisi Sekil 4.2 (a) ve (b)'de izlenmektedir.

Kablo üzerine etki eden kuvvetin boyutu ve değişim karakteri tasarım açısından önemlidir. Uçaşın kütlesinin ve temas hızının muhtelif değerleri için bir noflu kablo üzerine etki eden kuvvet Sekil 4.3 (a) ve (b)'de gösteri IRIS t ir. Uçaşın temas hızının büyümesi halinde lebko kuvvetinin Şekil 4.3 (b)'de görüldüğü gibi çek d3ha büyük oranlarda büyüdüğü dikkati çekmektedir.



Şekil 4.1 Uçaşın Deplasman, Hız ve İvmesi