


TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009


TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975



Kontrol Sistemleri Ders Notu


Öğr. Gör. Dr. Hakan TERZİOĞLU



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975



Otomatik Kontrolün Tarihi Gelişimi

- 1769: James Watt ilk defa buhar makinesi hız kontrol sistemini gerçekleştirdi.
- 1868: Maxwell buhar makinesini modelledi.
- 1913: Henry Ford otomobil üretimi için mekanik montaj makinesi geliştirdi.
- 1920: Minorsky, buharlı gemiler için otomatik denetleyiciyi geliştirdi.
- 1927: H.S. Black negatif geri beslemeli amplifikatörü geliştirdi. H.W. Bode matematiksel analizini yaptı.
- 1932: H. Nyquist sistemlerin kararlılık analizi için bir yöntem geliştirdi.
- 1940'lı yıllarda lineer kapalı çevrim kontrol sistemlerinin tasarımları için Frekans cevap analizleri yapıldı.
- 1950'li yıllarda Evans tarafından kök-yer eğrisi metodu geliştirildi.
- 1960'lı yıllarda durum uzay metodu, optimal kontrol, adaptif kontrol geliştirildi.
- 1980'li yıllarda akıllı, öğrenen kontrol yapıları geliştirildi.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ

2

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

KONTROL SİSTEMLERİ

SİSTEM:

Belli bir amaca yönelik olarak bir araya getirilen ve aralarında belli bir etkileşim olan elemanlar topluluğudur.

Şekil 1: Sistem ve bileşenleri.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ

3

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

Sistemlerin Sınıflandırılması


Sistemler 6 ana başlık altında sınıflandırılabilir. Bunlar:

1. **Sistemde oluşan olaylara göre sistemler**
 - a. *Fiziksel sistemler:* Elektrik, mekanik, hidrolik...
 - b. *Biyolojik sistemler:* Hücre
 - c. *Sosyo-ekonomik sistemler:* Borsa

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


4



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

2. Parametrelerine göre sistemler

a. Toplu parametrelili (Lumped): Cebirsel denklem veya adi diferansiyel denklem ile çözülebilen sistemlerdir.

$$y = mx + n$$

→ Parametre

↑
Bağımsız değişken


↓
Bağımlı değişken

$$U = I \cdot R$$

↑
Değişken

→ Parametre


Dr. Hakan TERZİOĞLU
KONTROL SİSTEMLERİ
5



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

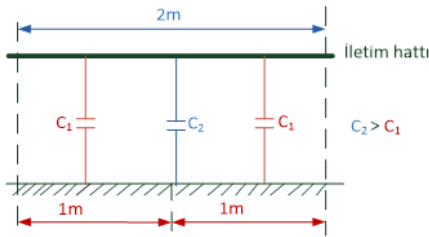
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



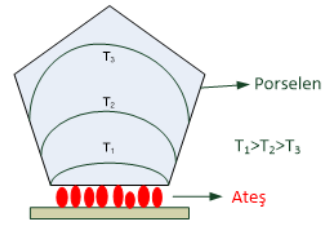
SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

b. Dağılık parametrelili (distributed): Ölçülen büyüklük mekana (koordinatlara) göre değişiyorsa, buna dağılık parametrelili sistem denir. Kısmi diferansiyel denklem ile çözülebilir. Örneğin iletim hatlarında kapasite (C) değerinin hat boyunca değişmesi, alttan ısıtılan bir porselendeki sıcaklık dağılımı...



iletim hattı

$C_2 > C_1$




Porselen

$T_1 > T_2 > T_3$

Ateş


Dr. Hakan TERZİOĞLU
KONTROL SİSTEMLERİ
6



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

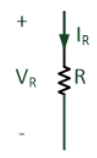
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

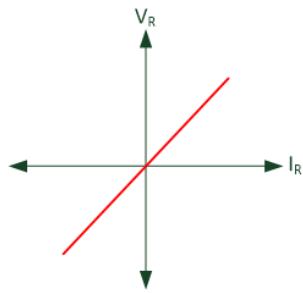
3. Giriş-çıkış bağıntısına göre sistemler

a. *Doğrusal/linear (linear) sistem*: toplamsallık ve çarpımsallık şartlarının her ikisini de sağlayan sistemlerdir. Normalde böyle sistemler pek yoktur. Ama çözümü kolay olduğundan doğrusal olmayan sistemler bu sisteme dönüştürülerek çözümlürler.



Direnç

$$V_R = I_R \cdot R$$




Direncin akım-gerilim karakteristiği

Şekil 3: Doğrusal sisteme örnek olarak verilen omik elemanın akım-gerilim ilişkisi.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


7



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

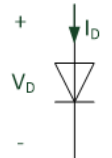
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



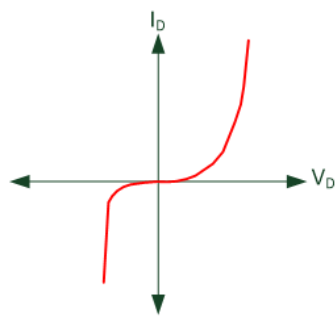
SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

b. *Doğrusal olmayan (nonlinear) sistem*: toplamsallık ve çarpımsallık şartlarının herhangi birini sağlamayan sistemlerdir.



Diyot

$$I_D = I_o \cdot \left(e^{\frac{V_d}{V_t}} - 1 \right)$$




Diyotun akım-gerilim karakteristiği

Şekil 4: Doğrusal olmayan sisteme ilişkin örnek.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


8



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

Hatırlatma:

Toplamsallık

$x = x_1$ için $y = y_1$ elde ediliyor.

$x = x_2$ için $y = y_2$ elde ediliyor.

$x = x_3 = x_1 + x_2$ için $y = y_3 = y_1 + y_2$ elde ediliyorsa Toplamsallık şartı sağlanıyor.

Çarpımsallık


$x = x_1$ için $y = y_1$ elde ediliyor.

$x = k \cdot x_1$ için $y = y_2 = k \cdot y_1$ elde ediliyorsa Çarpımsallık şartı sağlanıyor.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


9



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



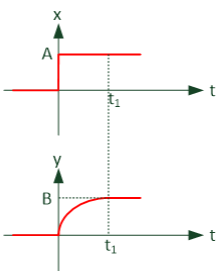
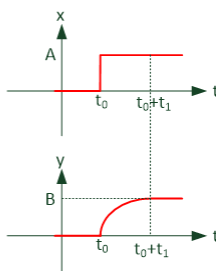
SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

4. Zamanla değişme durumuna göre sistemler

- a. Zamanla değişmeyen (time invariant) sistemler
- b. Zamanla değişen (time varying) sistemler

$x(t)$ için $y(t)$ elde ediliyor.

$x(t - t_0)$ için $y(t - t_0)$ elde ediliyorsa zamanla değişmeyen sistemdir.





Şekil 5: Zamanla değişmeyen sistem.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


10



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

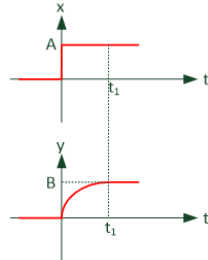


SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

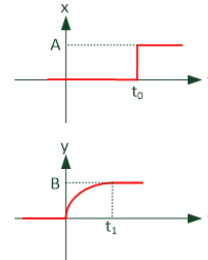
5. Nedensellik durumuna göre sistemler

- a. *Nedensel (causal) sistemler*
- b. *Nedensel olmayan (noncausal) sistemler*

Çıkış o andaki veya geçmişteki girişlerin fonksiyonuysa yani onlara verilen cevapsa nedensel sistemdir. Şayet çıkış gelecekteki girişlerin bir fonksiyonuysa nedensel olmayan sistemdir.



Nedensel sistem




Nedensel olmayan sistem

Şekil 6: Nedensel ve nedensel olmayan sistem.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


11



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975



6. Sistem cevabının belirlenebilmesi durumuna göre sistemler



- a. *Deterministik (belirlenebilen) sistem:* Sistem cevabı önceden belirlenebilen sistemlerdir.
- b. *Stokastik sistem:* Sistem cevabı önceden belirlenemeyen, sadece tahmin edilebilen sistemlerdir.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ

12

 TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ KONYA - 2009	TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ	 SELÇUK ÜNİVERSİTESİ KONYA - 1975
<p>BAZI SİSTEMLER:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elektriksel sistemler. Örneğin bir devre... Devrede kontrol edilen unsurlar akım ve gerilimdir. 2. Mekanik sistemler. Örneğin bir araba... Arabanın hızı, konumu, açısı vb. bilgiler kontrol edilir. 3. Elektromekanik sistemler. Mesela robot kolu... Konum, açı, hız, gerilim vb. bilgiler kontrol edilir. 4. Uzaktan kontrollü sistemler. Örneğin kumandalı bomba imha robotu, internet üzerinden ev kontrol sistemi veya cerrahi operasyonlar. 5. Endüstriyel sistemler. Kâğıt fabrikası... Burada kâğıdın inceliği, hammadde akışı vb. bilgiler kontrol edilir. 6. Foto-elektrik sistemler. Mesela güneş paneli... Burada panelin açısı, gerilim vb. bilgiler kontrol edilir. 7. Isıl sistemler 8. Akışkan sistemler 9. Bilgi iletim sistemleri 10. Ekolojik sistemler 11. Tarım sistemleri 12. Elektromanyetik sistemler 13. Ulaşım sistemleri 14. Ekonomik sistemler 15. Aerodinamik sistemler 16. Biyolojik sistemler 		
Dr. Hakan TERZİOĞLU	KONTROL SİSTEMLERİ	13

 TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ KONYA - 2009	TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ	 SELÇUK ÜNİVERSİTESİ KONYA - 1975
<p>GENEL TANIMLAMALAR</p>		
<p>KONTROL: Denetleme, bir şeyin gerçeğe ve aslına uygunluğuna bakma, denetim anlamlarına gelir.</p> <p>KONTROL SİSTEMİ: Kendisini ya da başka bir sistemi denetlemek, düzenlemek, kumanda etmek veya yönetmek üzere uygun biçimde bağlanmış fiziksel elemanlar kümesidir.</p> <p>Başka bir ifadeyle kontrol sistemi; elektriksel, kimyasal, mekanik, biyolojik, çevresel vb. sistemleri istenilen çalışma şartlarında çalışmalarını sağlama özelliğidir.</p> <p>Örneğin insan vücudunda sayısız kontrol sistemi vardır. Mesela kan şekerinin pankreas tarafından dengede tutulması, yükseklere çıktığında adrenalin hormonunun otomatik olarak kalp atışıyla birlikte yükselerek hücrelere daha çok oksijen temin edilmesi.</p> <p>İŞARET: Sistem elemanlarının ve sistemlerin birbirleriyle etkileşmesini sağlayan her türlü ölçülebilir büyüklüktür.</p> <p>SİSTEM DEĞİŞKENLERİ: Bir sistemdeki incelenen, gözlemlenen birimler arasındaki matematiksel ilişkilerdir.</p> <p>ÇIKIŞ (LAR): Verilen bir sistemde ilgilendiğimiz değişkenlerdir.</p> <p>Bir diğer tanımlama ise; belli girişe ya da girişlere ilişkin sistemin çıkış işaretidir/işaretleridir.</p>		
Dr. Hakan TERZİOĞLU	KONTROL SİSTEMLERİ	14

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

GİRİŞ (LER): Sistemi, organı ya da kontrol edilecek düzeni kontrol etmek amacıyla sisteme uygulanan işarettir. Giriş işaretleri olarak 0_5V; 0_10V; -10_10V; 4_20mA kullanılabilir. İki türlü giriş vardır. Bunlar;

- Denetim (kontrol) girişi
- Bozucu etkiler, gürültüler. (Cep telefonlarının uçak ve otobüslerde elektronik sistemi bozması gibi)

Giriş → Kontrol işareti (Kumanda işareti) → **KONTROL EDİLEN SİSTEM YA DA DÜZEN (Yönetilen düzen)** → Kontrol edilen büyüklük veya işaret → **Çıkış**

Etki Aksiyon Uyarı

Tepki Reaksiyon Cevap

Şekil 7: Basit bir kontrol sisteminin blok şeması

$r(t)$ → $g(t)$ → $c(t)$

r: referans
c: Çıkış
g: verim
Domen=düzlem

$$g(t) = \frac{c(t)}{r(t)} \Rightarrow c(t) = r(t) \cdot g(t)$$

Sistemin "t" domeninde gösterimi

Dr. Hakan TERZİOĞLU KONTROL SİSTEMLERİ 15

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
KONYA - 2009


TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

Sistemleri giriş-çıkış sayısına göre sınıflandırmak mümkündür. Buna göre:

- 1) Tek girişli tek çıkışlı sistem. x_1 → g → y_1
- 2) Tek girişli çok çıkışlı sistem. x_1 → g → y_1, y_2, y_3, \dots
- 3) Çok girişli çok çıkışlı sistem. x_1, x_2, x_3, \dots → g → y_1, y_2, y_3, \dots
- 4) Çok girişli tek çıkışlı sistem. x_1, x_2, x_3, \dots → g → y_1


Dr. Hakan TERZİOĞLU KONTROL SİSTEMLERİ 16



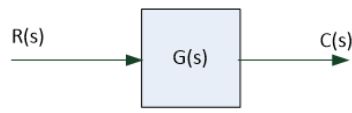
TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975



R: Kontrol eden değişken
C: Sistemin ürünü, kontrol edilen değişken
G: Sistemin transfer fonksiyonu

Sistemin "s" domeninde gösterimi

Transfer fonksiyonu; $G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{C}{R} \Rightarrow C(s) = R(s) \cdot G(s)$


Yukarıdaki sistem "s" domeninde ifade edilmiştir. Bunu büyük harfle (R, C, G) yazılmalarından anlıyoruz. "s" yazılmasa da büyük harften bunu anlamalıyız.

"s" domeninde çıkışın girişe oranı o sistemin transfer fonksiyonunu verirken, "t" domeninde bu oran o sistemin verimini verir.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


17



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

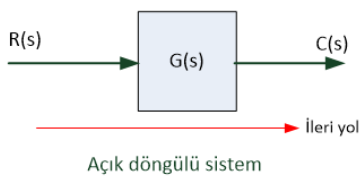
Çıkış İşaretinin Kontrol Edilmesine Göre Kontrol Sistemleri

Kontrol edilen büyüklüğün kumanda edilmesine göre kontrol sistemleri 2'ye ayrılır.

1. Açık çevrim (döngü) kontrol sistemi.
2. Kapalı çevrim (döngü) kontrol sistemi.

1. **Açık çevrim (döngü) kontrol sistemleri.**

Girişteki kontrol işareti çıkıştan bağımsız olan kontrol sistemidir. Fakat çıkış, giriş işaretinin bir fonksiyonudur. Örneğin trafik yoğunluğundan bağımsız olarak çalışan trafik ışıkları...




Transfer fonksiyonu; $G(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$

Açık döngülü sistem

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


18



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

Açık döngü sistemin avantajları şunlardır:

- 1) Yapımı basit, bakımı kolaydır.
- 2) Kapalı döngü sisteme göre çok ucuzdur.
- 3) Bu sistemin kararlılık problemi yoktur.
- 4) Sistem çıkışının ölçülmesinin çok olması ya da ekonomik olarak pahalı olması durumunda açık döngü kullanılabilir.


Açık döngü sistemin dezavantajları şunlardır:

- 1) Kalibrenin değişmesi ve bozulması hatalara neden olur. Dolayısıyla çıkış büyüklüğü istenilenden farklı olur.
- 2) Çıkış büyüklüğünde gerekli kaliteyi sağlamak için sık sık kalibre etme zorunluluğu vardır.

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


19



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



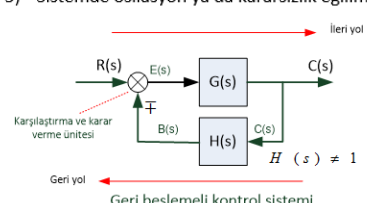
SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

2) Kapalı çevrim (döngü) kontrol sistemleri.

Girişindeki kontrol işareti çıkış işaretine ya da çıkış işaretinden üretilen bir işaretle bir referans işaret arasındaki farka veya bunların toplamına bağlı olan bir kontrol sistemidir. Bu sistemlere geri beslemeli kontrol sistemleri de denir. Örneğin trafik yoğunluğuna göre yanma süreleri değişen trafik ışıkları...

Kapalı döngülü sistemin özellikleri şunlardır:

- 1) Sistemin doğruluğu artar.
- 2) Sistem karakteristiğinin değişiminden çıkışın giriş oranının duyarlılığı azalır. Yani eleman değerleri değişiminin çıkışa yansması azalır.
- 3) Doğrusal olmama ve parazitlerden kaynaklanan etkiler azalır.
- 4) Band genişliği kontrol edilir.
- 5) Sistemde osilasyon ya da kararsızlık eğilimi belirir.




Negatif geri beslemede hata; $e=R(s)-B(s)$
Pozitif geri beslemede hata; $e=R(s)+B(s)$

Dr. Hakan TERZİOĞLU

KONTROL SİSTEMLERİ


20



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

Negatif geri beslemeli bir kontrol sisteminin transfer fonksiyonunu bulacak olursak:

$$E(s) = R(s) - B(s) = R - B \text{ olur. Buradaki } B(s) \text{ ifadesini elde edersek;}$$

$$B(s) = C(s) \cdot H(s) = C \cdot H \text{ olur. } C \text{ çıkışı ise aşağıdaki gibi yazılır.}$$

$$C(s) = E(s) \cdot G(s) = E \cdot G$$

$$C = E \cdot G = (R - B) \cdot G$$

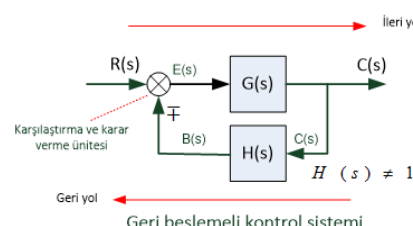
$$C = G \cdot R - G \cdot B$$

$$C = G \cdot R - G \cdot C \cdot H$$


$$C + G \cdot C \cdot H = G \cdot R$$

$$C(1 + G \cdot H) = G \cdot R \text{ bulunur. Çıkışın girişe oranı (T.F.) yazılırsa;}$$

$$T.F. = F(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 - G(s) \cdot H(s)} \text{ elde edilir.}$$




21



TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

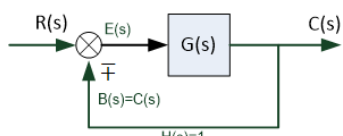


SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

Bu ifade pozitif ve negatif geri besleme için aşağıdaki gibi yazılabilir. Paydadaki "-" işaret pozitif geri beslemeli için, "+" işaret ise negatif geri besleme içindir.

$$T.F. = F(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 \mp G(s) \cdot H(s)}$$

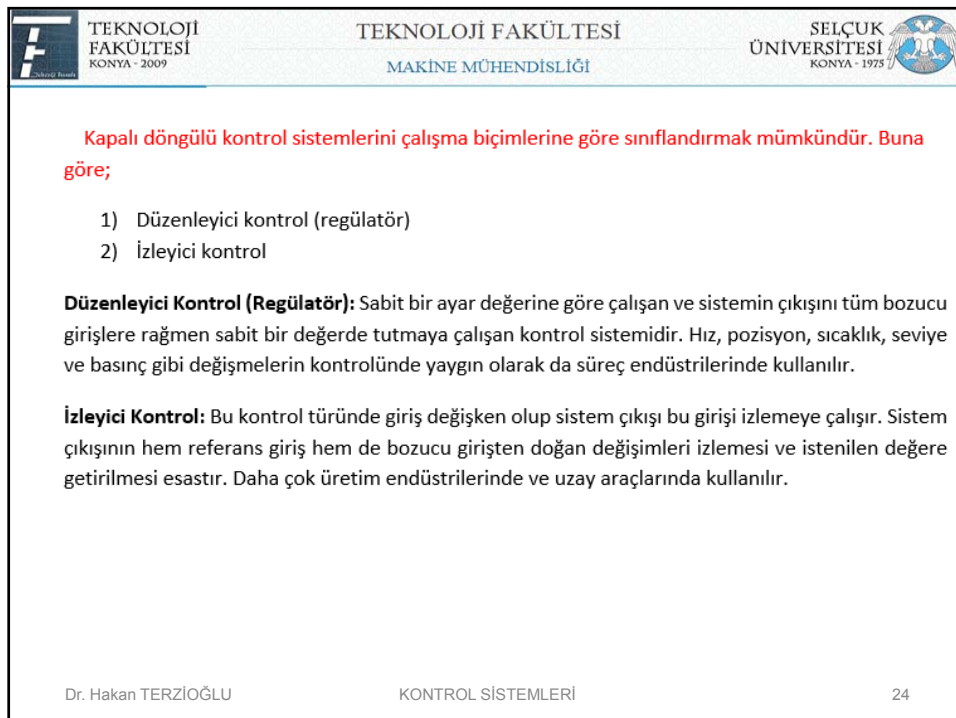
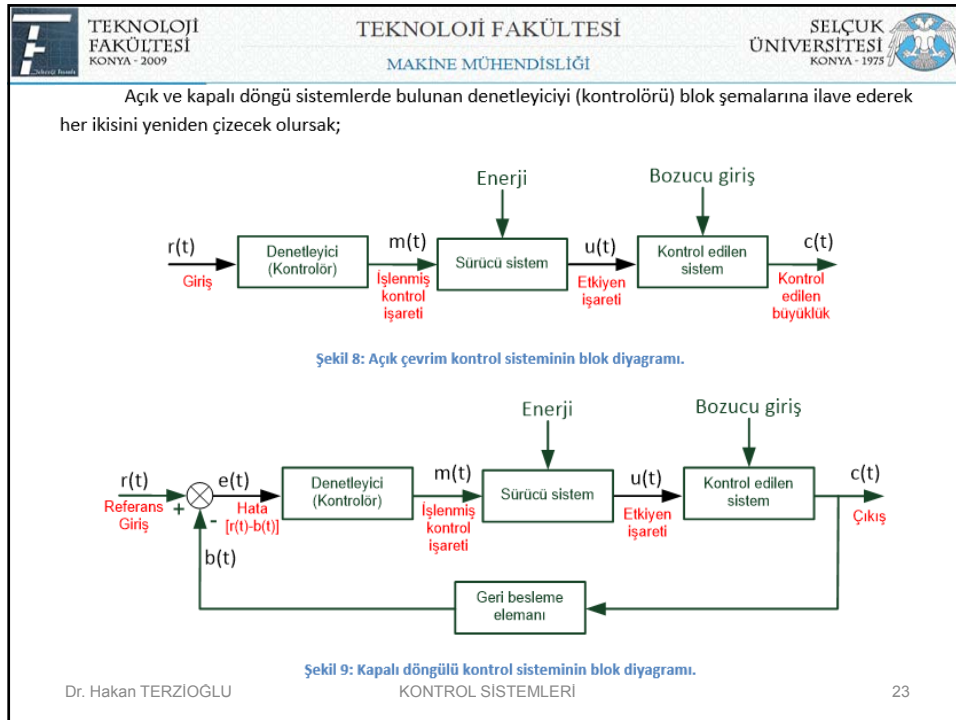
Eğer kapalı döngülü sistem birim geri beslemeli olursa yani $H(s)=1$ olursa;

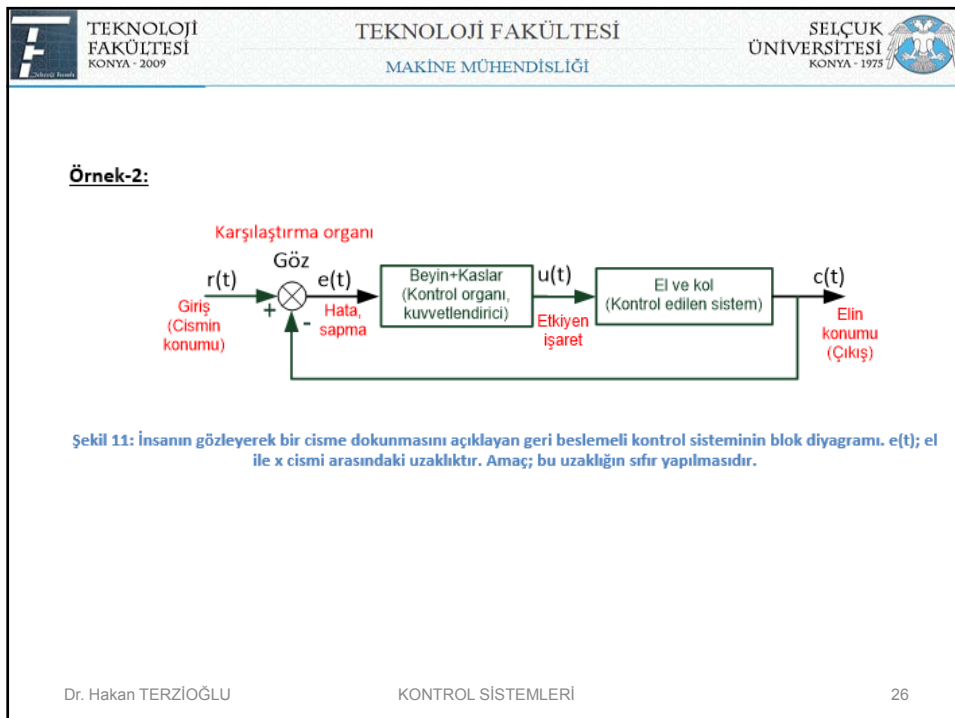
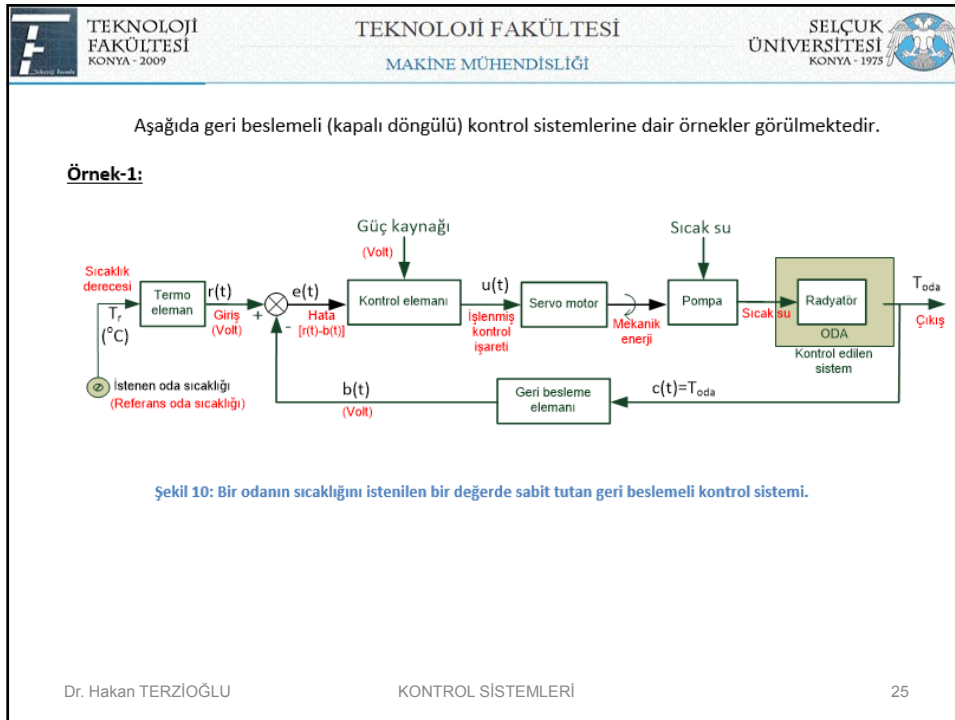



Transfer fonksiyonu;

$$F(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 \mp G(s) \cdot H(s)} = \frac{G(s)}{1 \mp G(s)}$$

22








TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

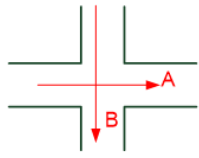
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



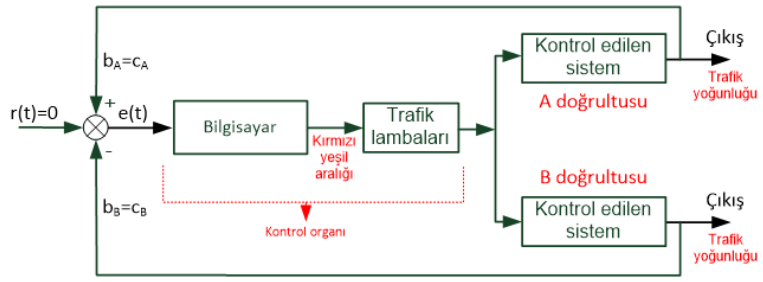
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

Örnek-3:




A doğrultusundaki trafik hacmi, B doğrultusundaki trafik hacmine eşittir. Ancak bu kavşak için tasarlanacak, kontrol sisteminin amacı; A ve B yollarındaki trafik yoğunluğunu ölçmek ve bunlar arasındaki farka göre yoğunluğu çok olan yol için yeşil işaretini daha uzun, kırmızı işaretini daha kısa yapmaktır.

Bu şekildeki ayarlama, boşuna bekleme sürelerini azaltır.



Şekil 12: Trafik akışı açısından aynı derecede önemli olan A ve B yollarındaki trafik işaretini yollardaki trafik yoğunluğuna göre kontrol eden bilgisayarlı, kapalı çevrim kontrol sisteminin blok şeması.


Dr. Hakan TERZİOĞLU KONTROL SİSTEMLERİ 27



TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

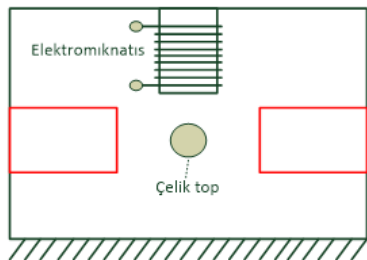
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
KONYA - 1975

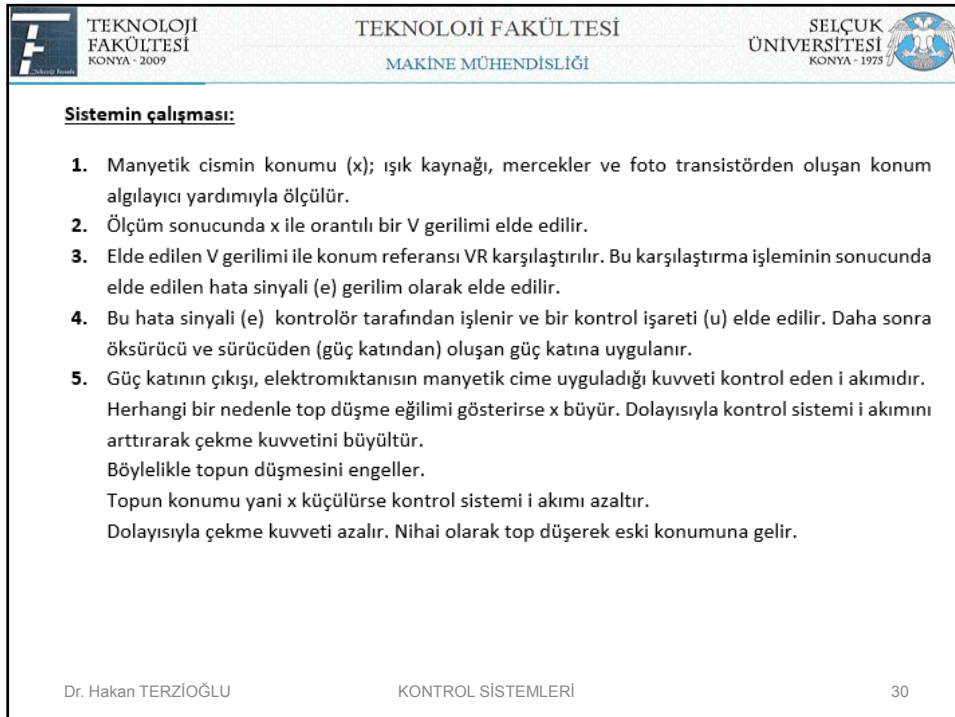
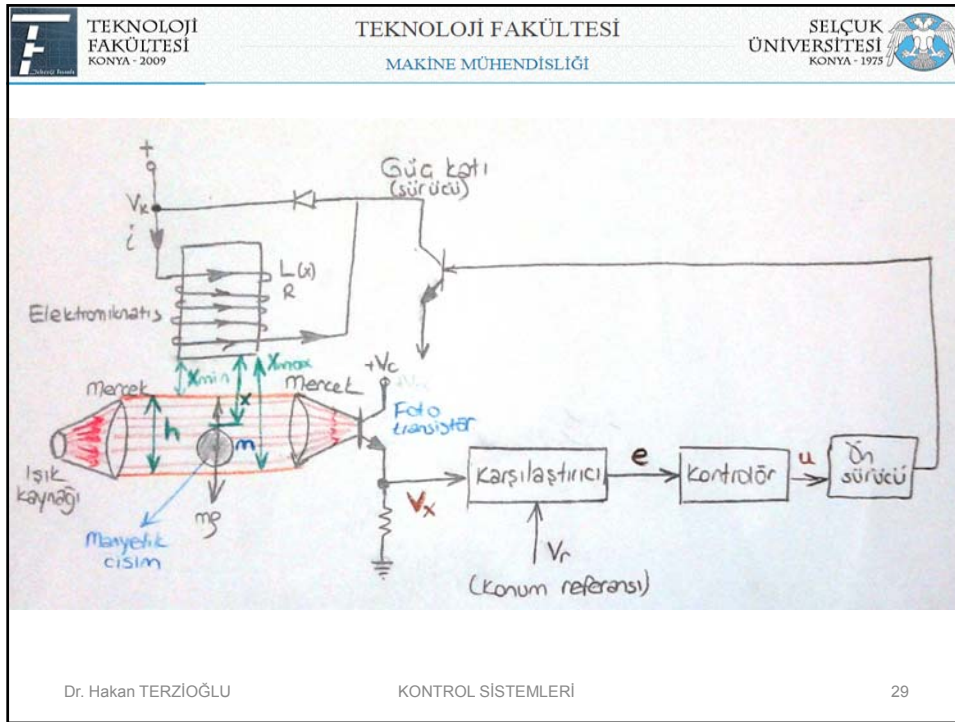
Örnek -4:


Yandaki şekil manyetik cisimleri kaldıran ve havada tutan bir kontrol sistemini resmetmektedir. Sistem; elektromıknatıs, çelik top, topun konumunu algılayan bir optik algılayıcı ve kontrolörden oluşmaktadır. Sistemin blok şeması aşağıda görülmektedir.




Şekil 13: Manyetik kaldırma ve havada tutma kontrol sisteminin basit blok diyagramı

Dr. Hakan TERZİOĞLU KONTROL SİSTEMLERİ 28



 **TEKNOLOJİ
FAKÜLTESİ**
KONYA - 2009

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

**SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ**
KONYA - 1975 

Bu günlük bu kadar...
Teşekkürler

Dr. Hakan TERZİOĞLU KONTROL SİSTEMLERİ 31