

KONTROL SİSTEMLERİNE GİRİŞ

Yrd. Doç. Dr. Adnan SONDAŞ

asondas@kocaeli.edu.tr

0262-303 22 58



KONTROL SİSTEMLERİNE GİRİŞ

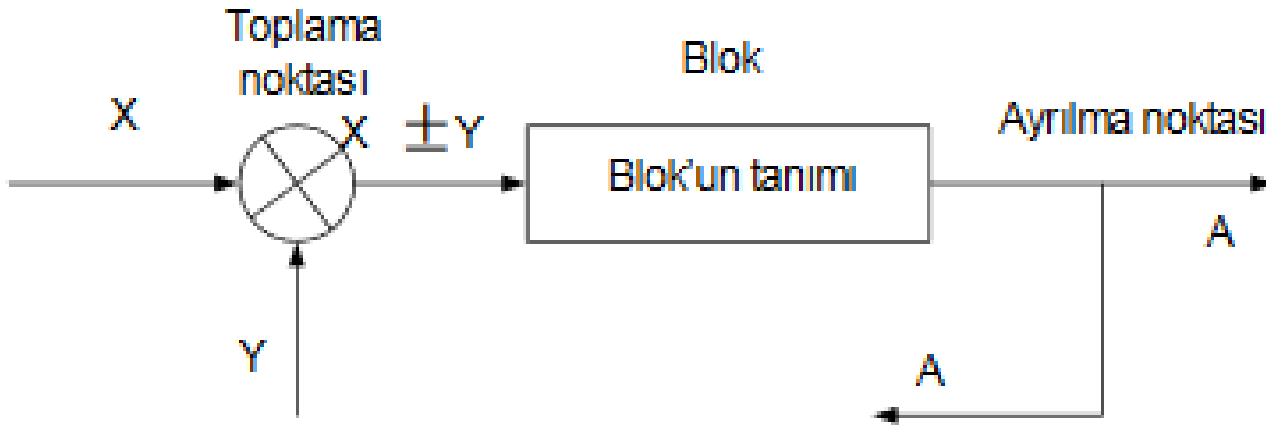
Blok Diyagramları

Blok Diyagramları

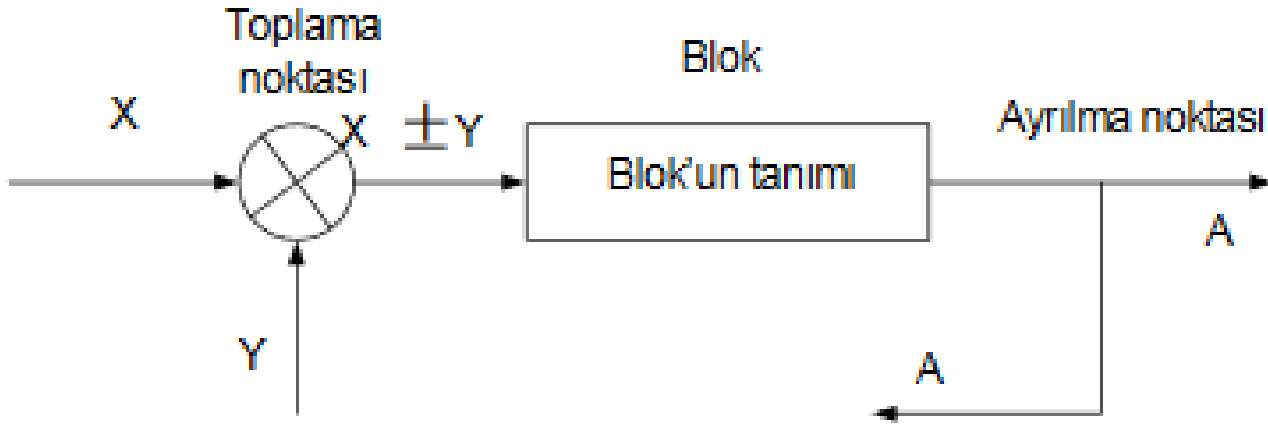
Bir kontrol sistemi bir çok elemanlardan oluşabilir. Sistemin türüne ve işlevine bağlı olarak eleman sayısı değişir. Kontrol sisteminde her bir eleman tarafından oluşturulan fonksiyonları göstermek için blok diyagramı olarak isimlendirilen bir diyagram kullanılır. Bir sistemin blok diyagramı, sistemin her bir eleman ya da eleman grubunun fonksiyonel veya sinyal akışının grafiksel gösterimidir. **Blok diyagramı çeşitli elemanlar arasında var olan karşılıklı bağıntıyı tanımlar.**

Blok Diyagramı Elemanları

Bir blok diyagramı bloklar, oklar, toplama noktaları ve ayrılma noktalarından (kol noktası) meydana gelmiştir. Blok diyagramında tüm sistem değişkenleri birbirine işlevsel (fonksiyonel) bloklar halinde bağlıdır.

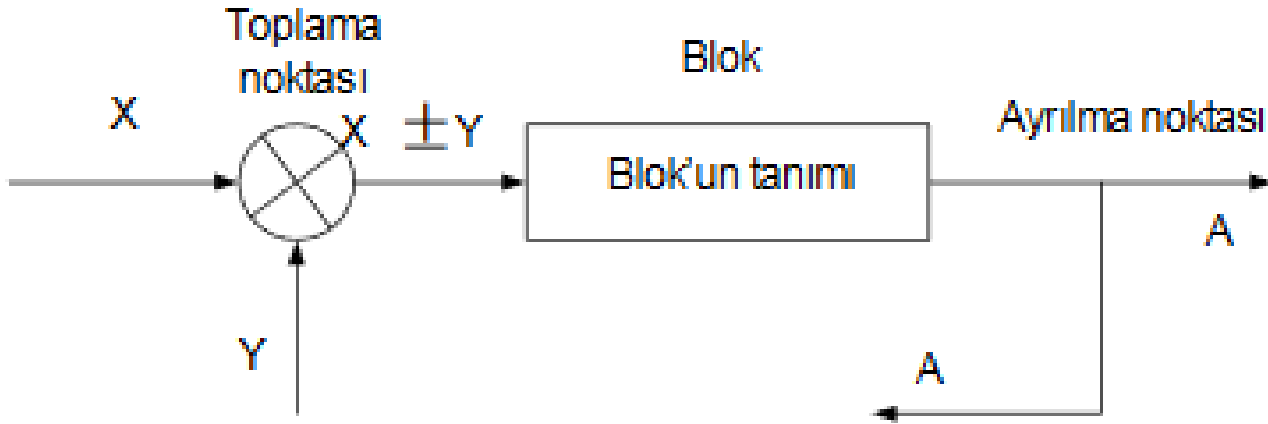


Blok Diyagramı Elemanları



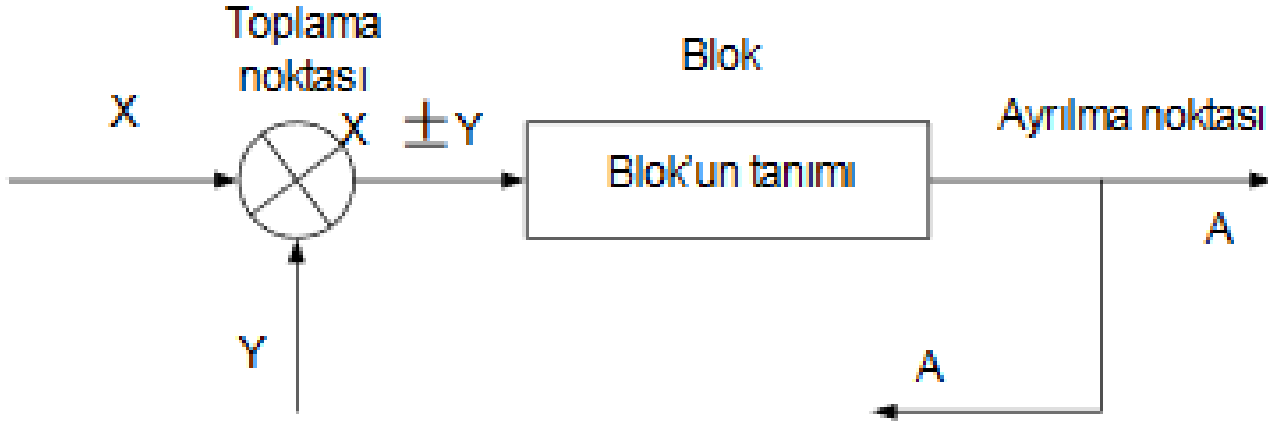
Oklar: Bir diyagramının bloklarını ve diğer elemanlarını birbirine **bağlayan** ve **sinyallerin akış yönünü** gösteren işaretler olarak ele alınır. Okların yönü sinyallerin akış yönünü gösterir ve bir blok diyagramı içinde **sinyaller yalnızca oklar yönünde olabilir.**

Blok Diyagramı Elemanları



Toplama Noktaları: Bir toplama noktası toplama işlemini belirten içi boş veya içine çapraz konmuş bir çemberle gösterilir. Toplama noktaları bir blok diyagramı içerisinde yerine getirdikleri işlevlere göre mukayese noktası veya hata sezici ve toplayıcı olmak üzere iki şekilde bulunurlar.

Blok Diyagramı Elemanları



Ayrılma Noktaları veya Kol Noktaları: Oklar ile temsil edilen sinyallerin kollara ayrıldığı ve bir bloktan ayrılan çıkış sinyalinin aynı zamanda diğer bloklara veya toplama noktalarına gittiği noktalardır.

Blok Diyagramının Temel Özellikleri

- a) Blok diyagramı gerçek sistemin sinyal akışını gösterir. Bu nedenle matematiksel yöntemle göre sistemi daha gerçekçi bir şekilde gösterir.
- b) Sistemin dinamik davranışı ile ilgili bilgiyi içermekte olup sistemin fiziksel yapısı ile ilgili herhangi bir bilgiyi içermez.
- c) Üzerinde enerjinin esas kaynağı açık bir şekilde gösterilmez.
- d) Ele alınan çözümlerin bakış açısına bağlı olarak bir sistem içinde farklı sayıda blok diyagramı çizilebilir.

Blok Diyagramların İndirgenmesi

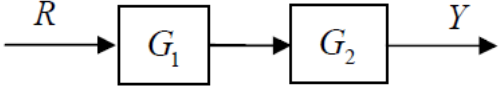
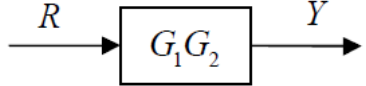
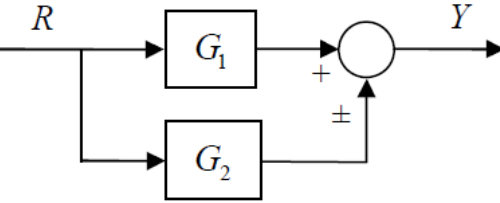
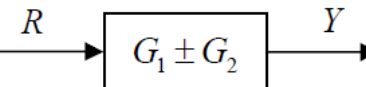
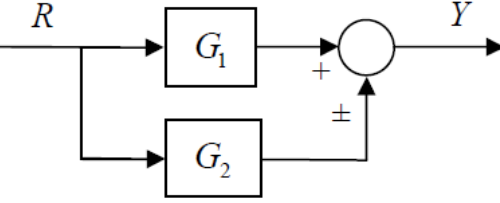
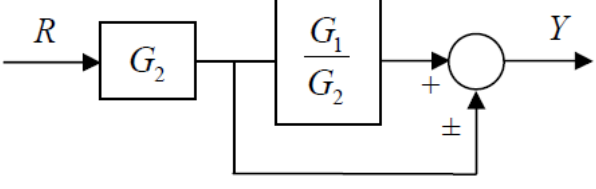
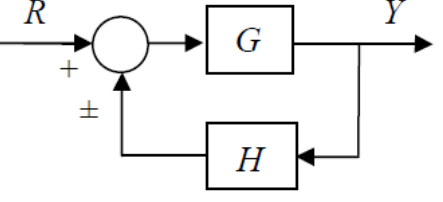
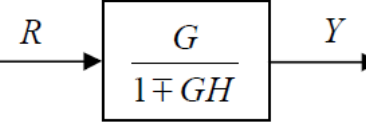
Blok diyagramı indirgenmesinde amaç, tüm sisteme ait transfer fonksiyonunu bir blok içerisinde göstermek ve böylece sisteme ait giriş çıkış bağıntısını elde etmektedir.

Blok diyagramının indirgenmesinde:

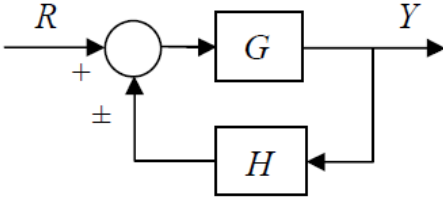
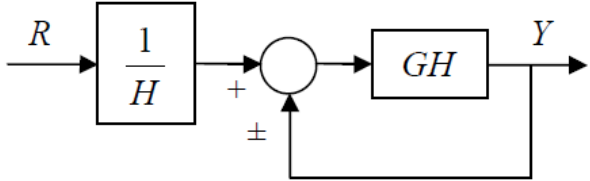
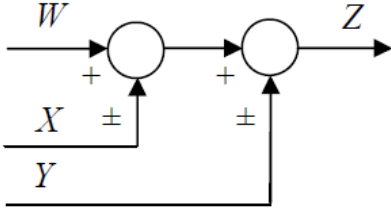
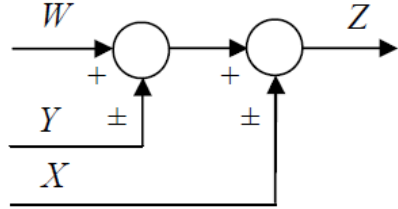
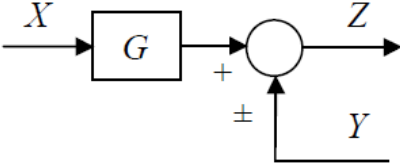
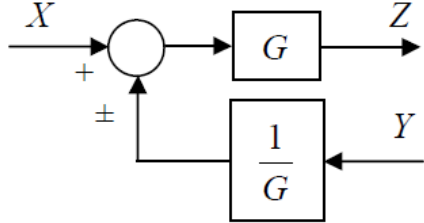
- 1) Geri besleme yolu üzerinde transfer fonksiyonları çarpımı aynı kalmalı
- 2) Geri besleme döngüsü içerisindeki, transfer fonksiyonu aynı kalmalı

Blok Diyagramı İndirgeme Kuralları

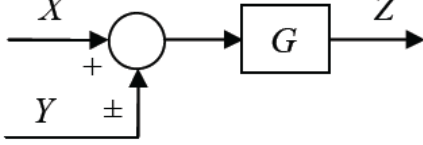
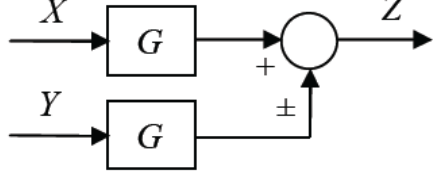
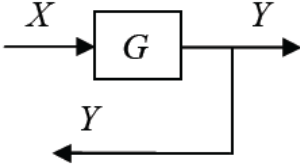
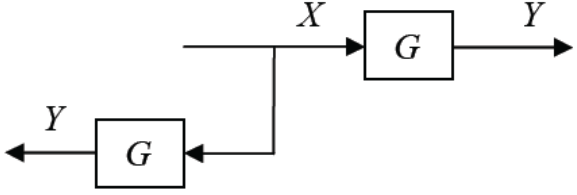
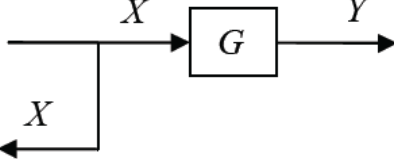
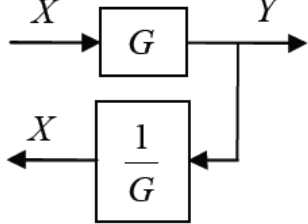
Karmaşık yapıdaki blok diyagramları aşağıda verilen basit indirgeme kuralları uygulanarak her giriş – çıkış arası tek bir bloğa indirgenebilir.

İŞLEMİN TANIMI	DENKLEM	BLOK DİYAGRAM	İNDİRGENMİŞ BLOK DİYAGRAM
1. Seri bağlı blokların indirgenmesi	$Y = (G_1 G_2) R$		
2. Paralel bağlı blokların indirgenmesi	$Y = G_1 R \pm G_2 R$		
3. İleribesleme yolu üzerinden bir bloğun kaldırılması	$Y = G_1 R \pm G_2 R$		
4. Geribesleme döngüsünün indirgenmesi	$Y = G(R \pm HC)$		

Blok Diyagramı İndirgeme Kuralları

İŞLEMİN TANIMI	DENKLEM	BLOK DİYAGRAM	İNDİRGENMİŞ BLOK DİYAGRAM
5. Geribesleme yolu üzerinden bir bloğun kaldırılması	$Y = G(R \pm HC)$		
6. Toplama noktalarının yeniden düzenlenmesi	$Z = W \pm X \pm Y$		
7. Toplama noktasını bir bloğun önüne kaydırmak	$Z = GX \pm Y$		

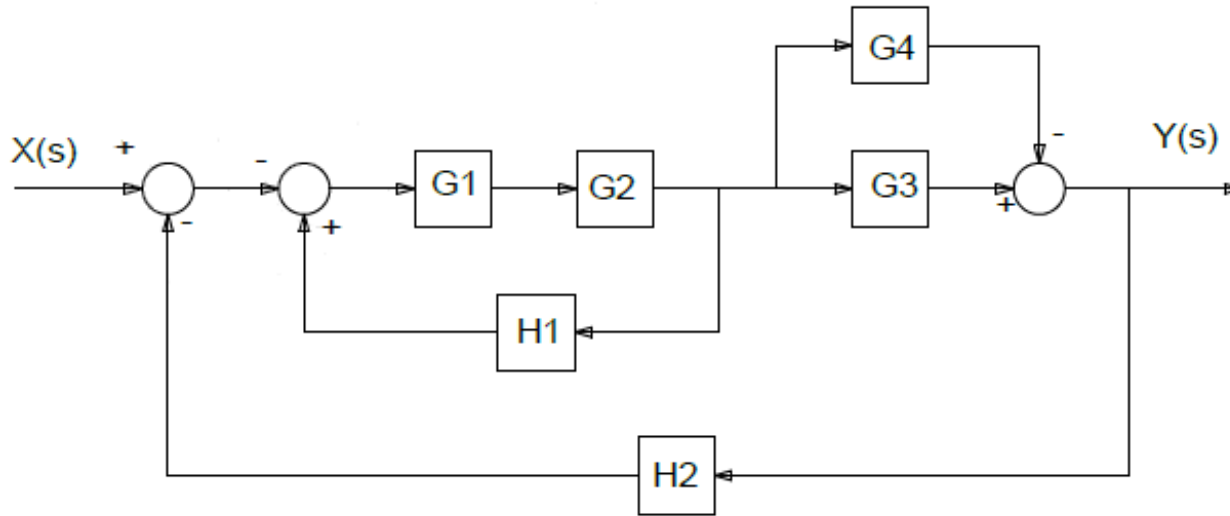
Blok Diyagramı İndirgeme Kuralları

İŞLEMİN TANIMI	DENKLEM	BLOK DİYAGRAM	İNDİRGENMİŞ BLOK DİYAGRAM
8. Toplama noktasını bir bloğun arkasına kaydırmak	$Z = G(X \pm Y)$		
9. Ayrılma noktasını bir bloğun önüne kaydırmak	$Y = GX$		
10. Ayrılma noktasını bir bloğun arkasına kaydırmak	$Y = GX$		

Örnek - 1

Blok diyagramları bazen o kadar karmaşık bir hale gelir ki, sistemin tepkisini görebilmek veya inceleyebilmek açısından indirgemek gerekir. Sistemin eş değer transfer fonksiyonu bulunarak sistemin geneli hakkında bir yorum yapılabilir duruma getirilir. Aşağıdaki örnekte, karmaşık bir blok diyagramın indirgenmesi adım adım yapılacaktır.

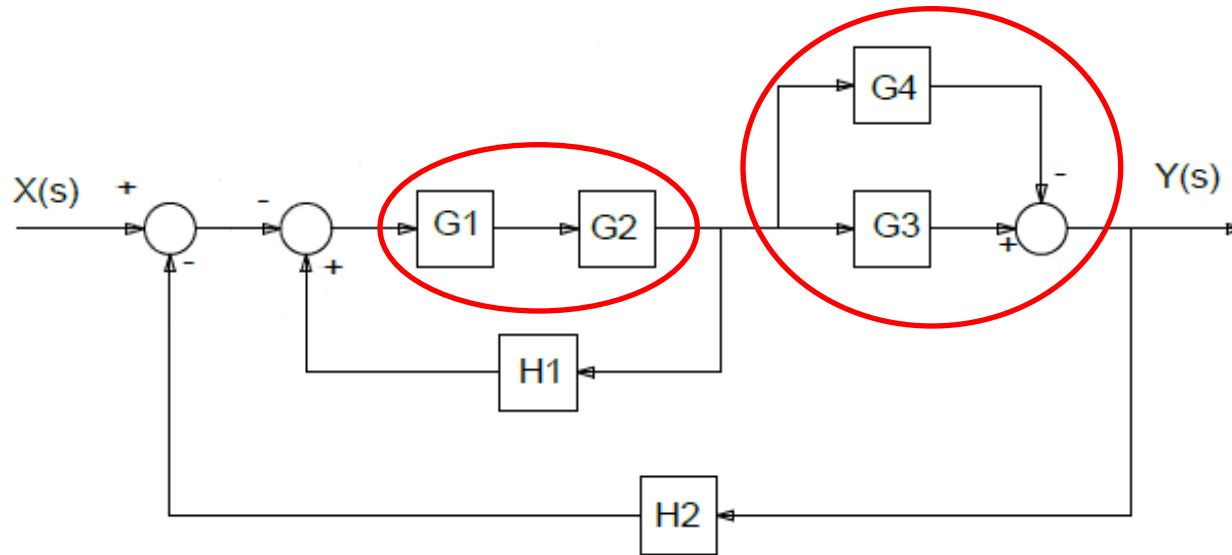
Aşağıdaki blok diyagramı indirgeyerek transfer fonksiyonunu bulunuz.



Örnek – 1 Çözüm

Çözüm için, blok diyagramında seri bağlı elemanlar, paralel elemanlar ve geri beslemeli bloklar aranır. Elektrik devrelerinde eşdeğer direncin bulunduğu gibi eşdeğer transfer fonksiyonun da bulunmasında işleme çıkış tarafında başlanarak geriye doğru ilerlenir.

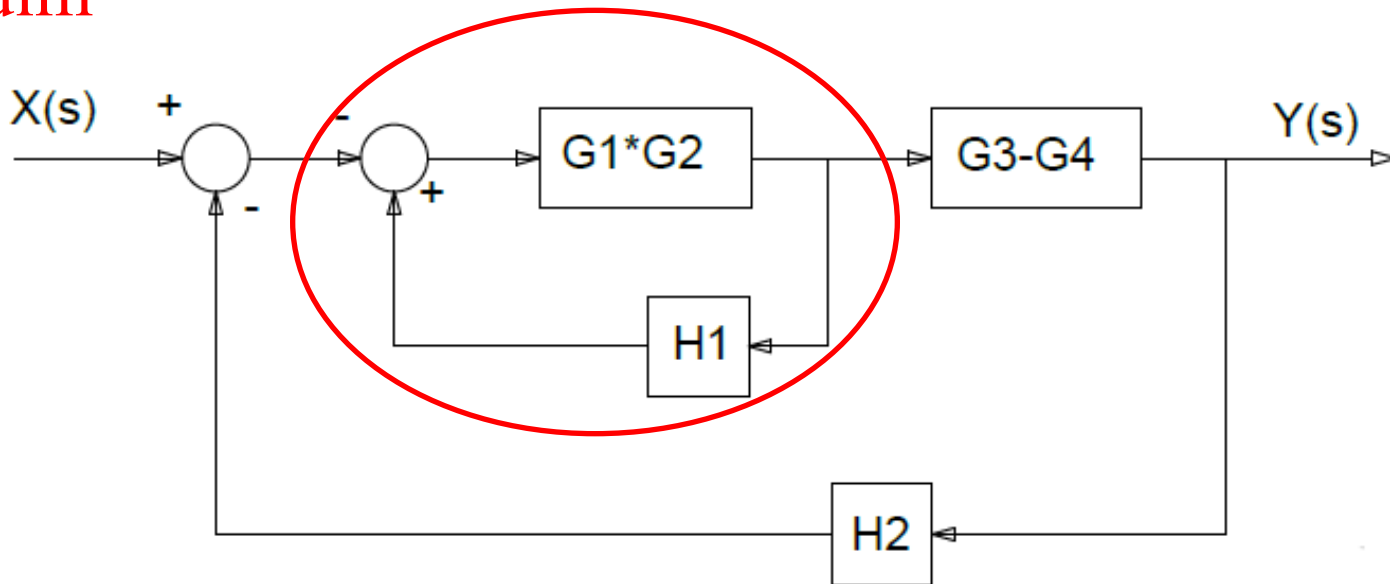
1. Adım



Örnek – 1 Çözüm

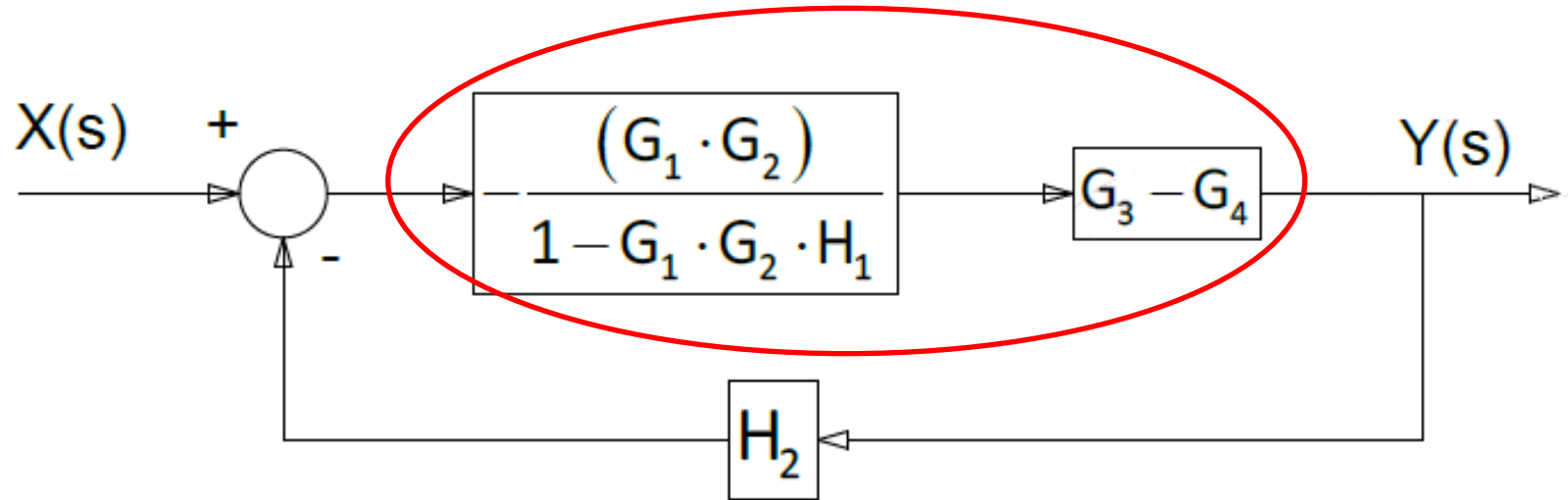
Çözüm için, blok diyagramında seri bağlı elemanlar, paralel elemanlar ve geri beslemeli bloklar aranır. Elektrik devrelerinde eşdeğer direncin bulunduğu gibi eşdeğer transfer fonksiyonun da bulunmasında işleme çıkış tarafında başlanarak geriye doğru ilerlenir.

2. Adım



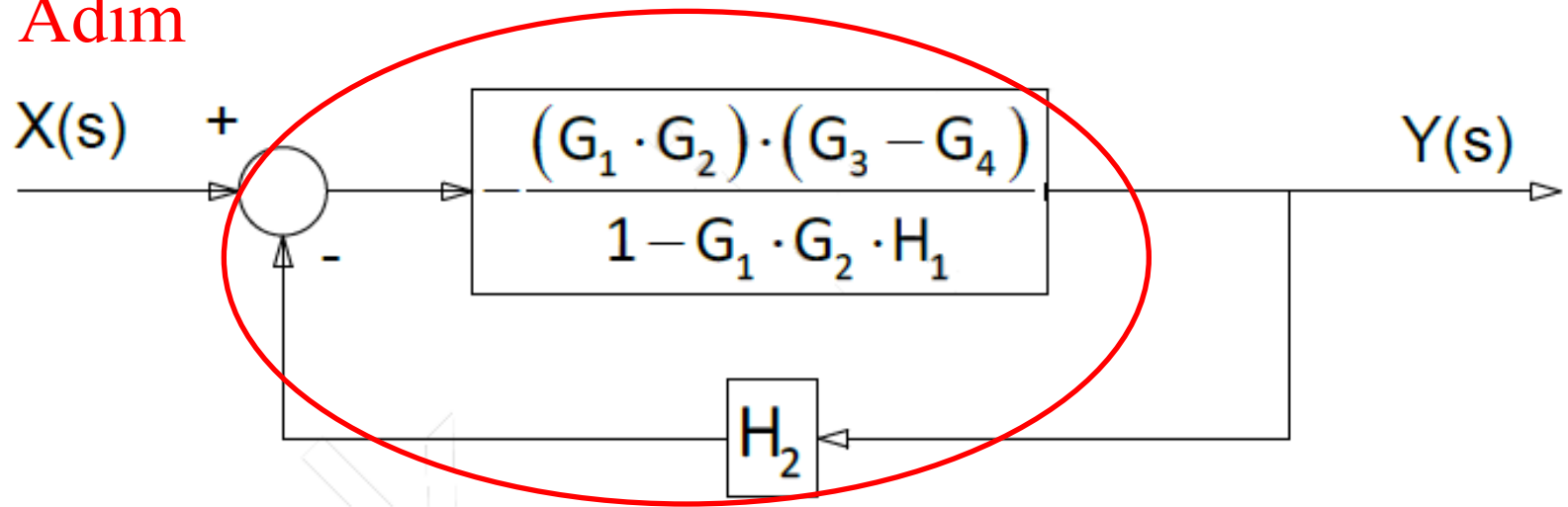
Örnek – 1 Çözüm

3. Adım

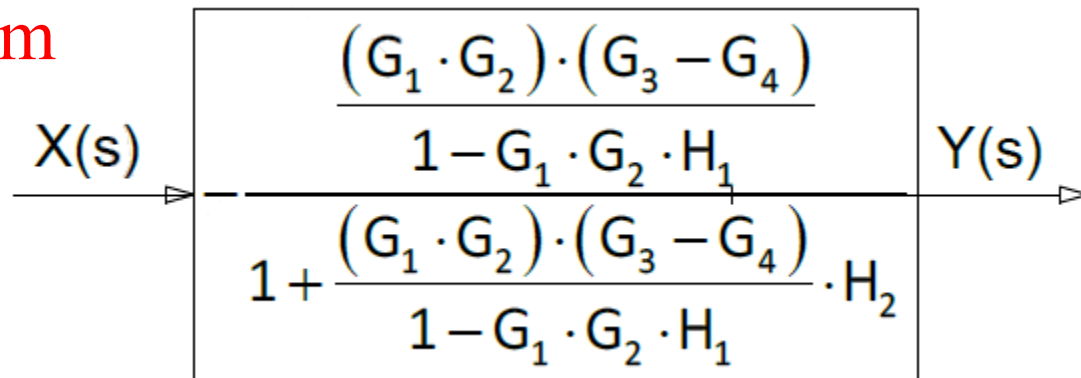


Örnek – 1 Çözüm

4. Adım

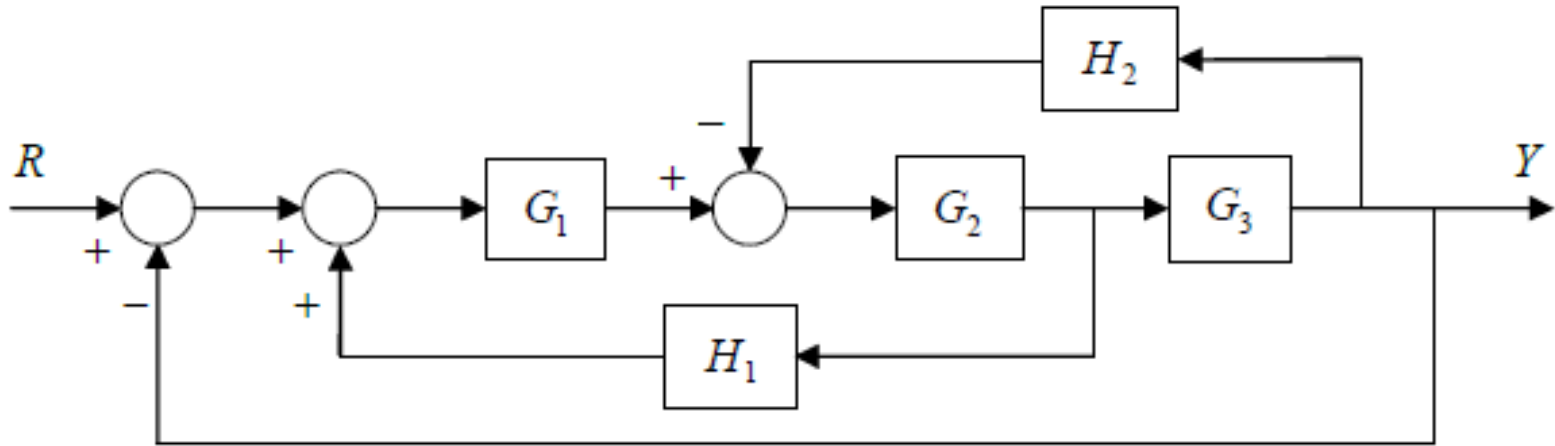


5. Adım



Örnek - 2

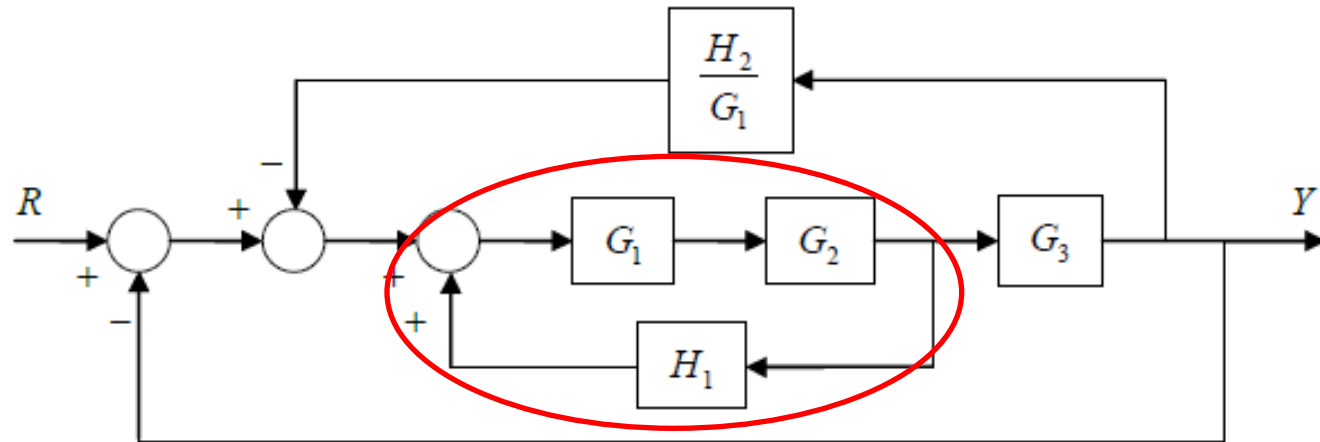
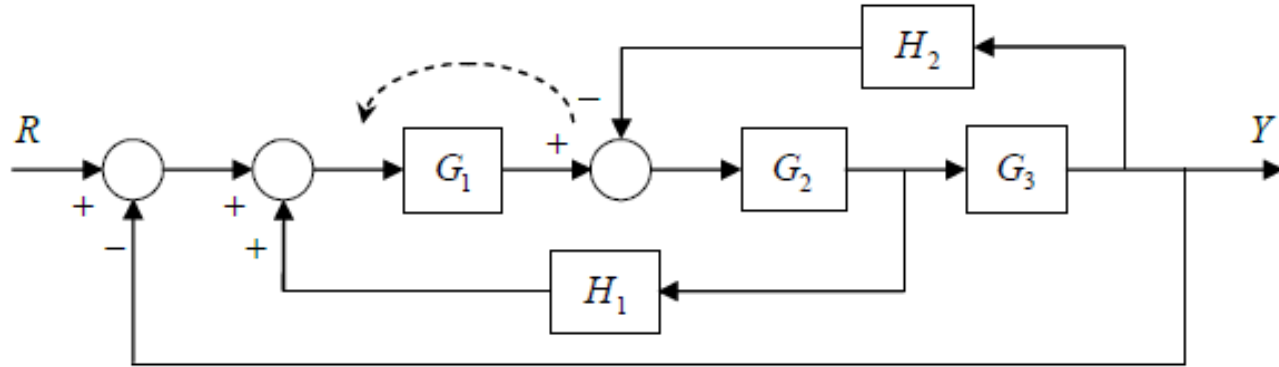
Aşağıdaki blok diyagramı indirgeyerek transfer fonksiyonunu bulunuz.



Örnek – 2 Çözüm

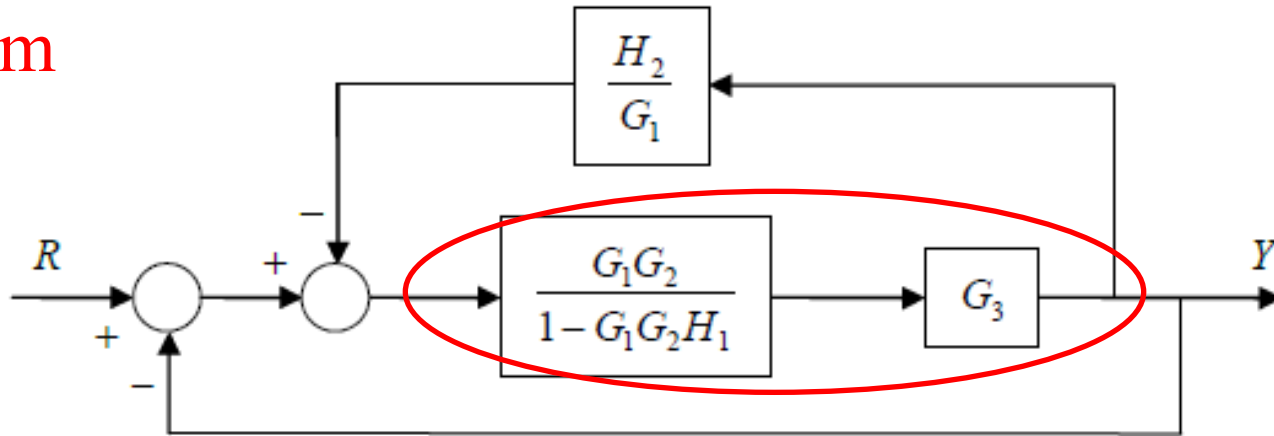
1. Adım

Öncelikle içteki toplama noktası önündeki G_1 bloğunun önüne kaydırılırsa:



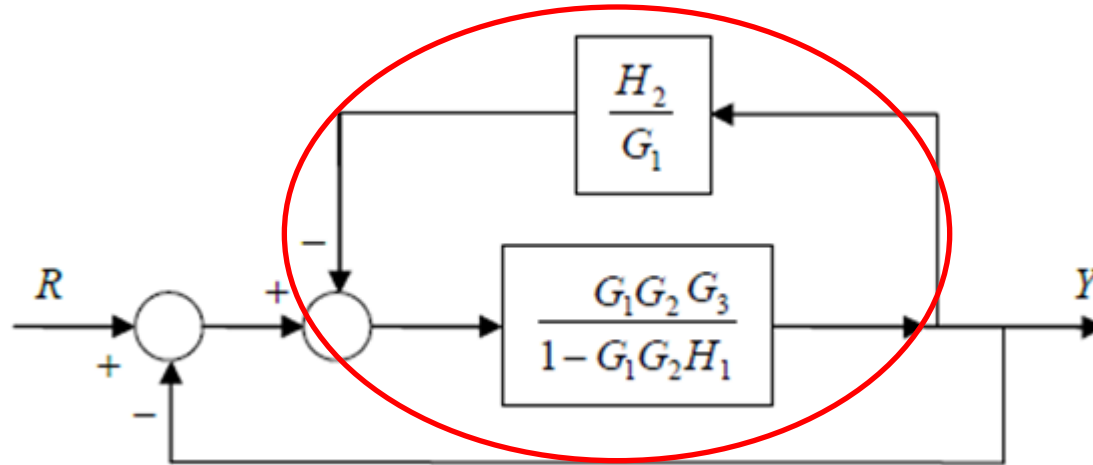
Örnek – 2 Çözüm

2. Adım



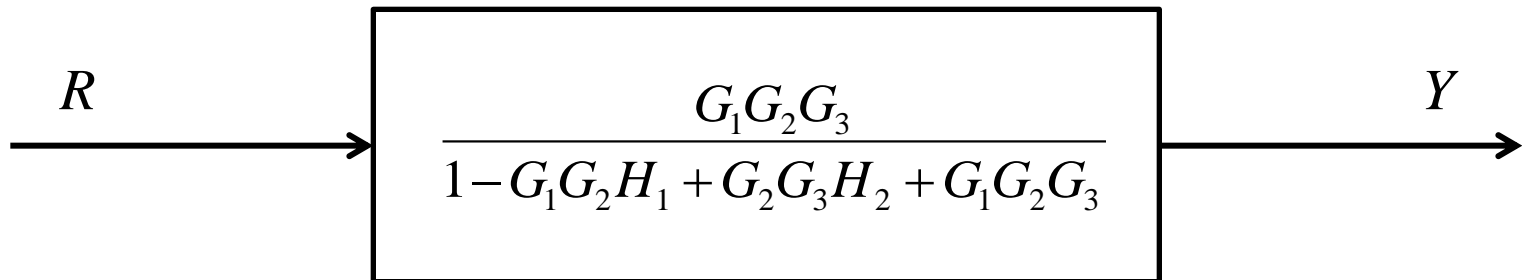
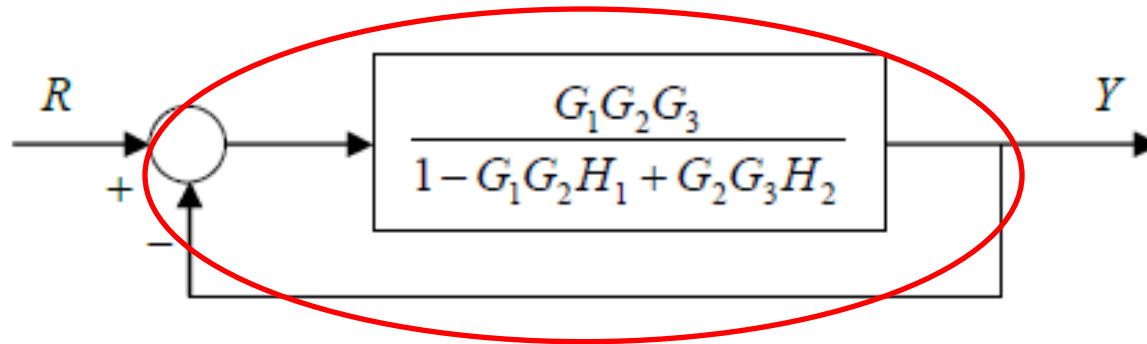
Örnek – 2 Çözüm

3. Adım



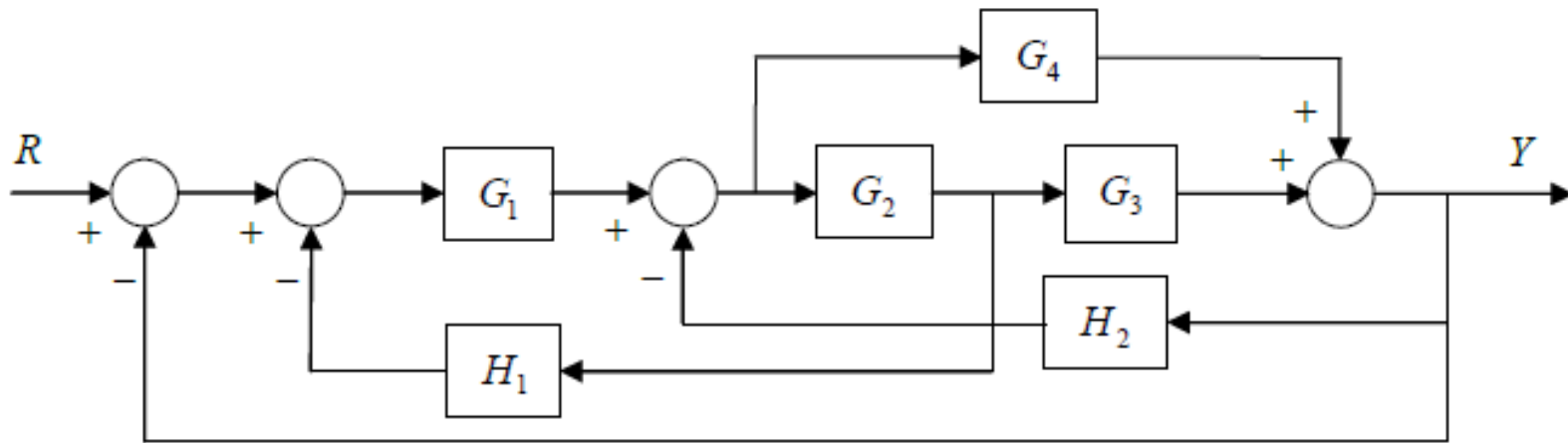
Örnek – 2 Çözüm

4. Adım



Örnek - 3

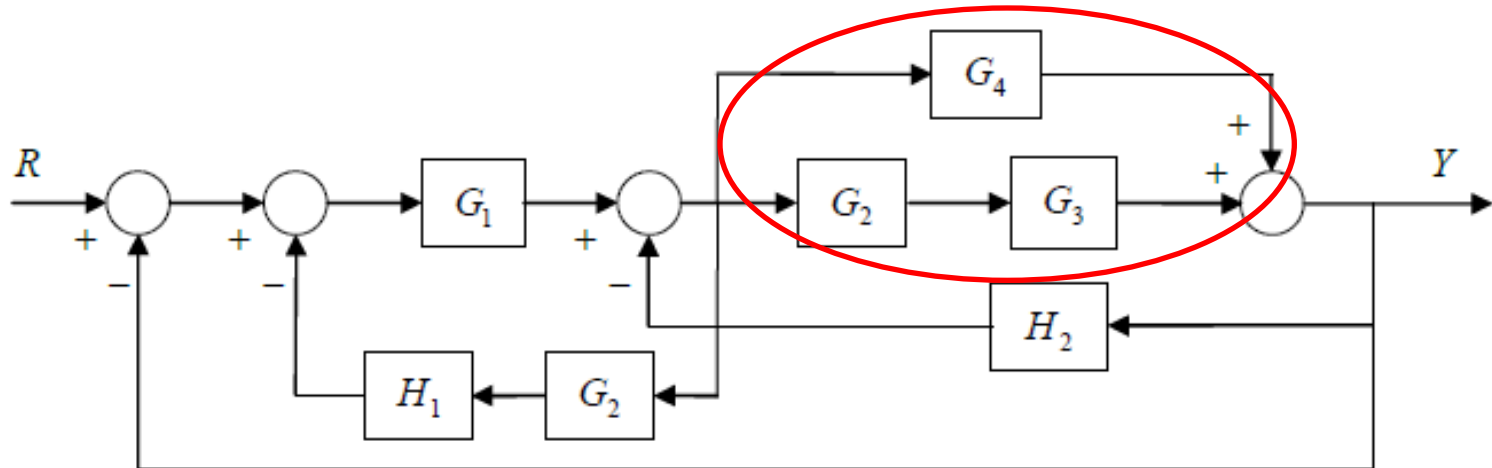
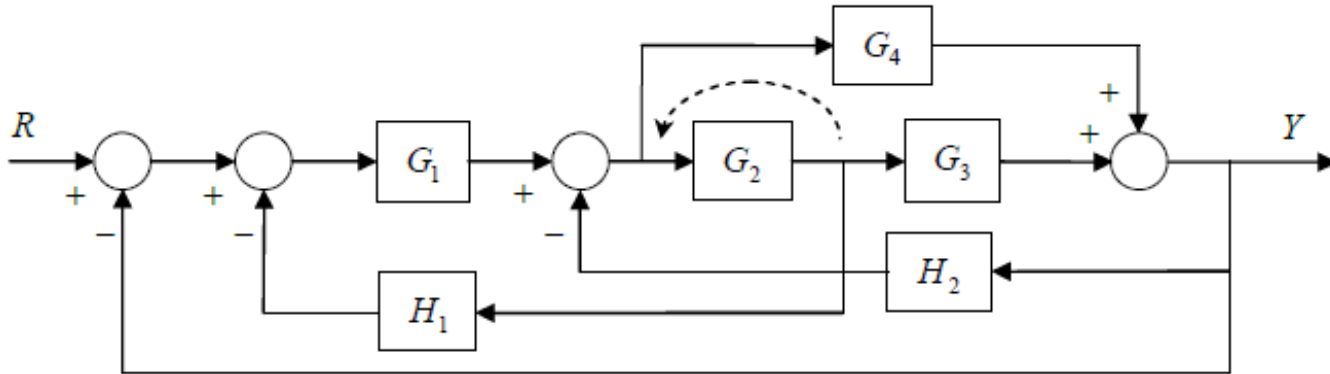
Aşağıdaki blok diyagramı indirgeyerek transfer fonksiyonunu bulunuz.



Örnek – 3 Çözüm

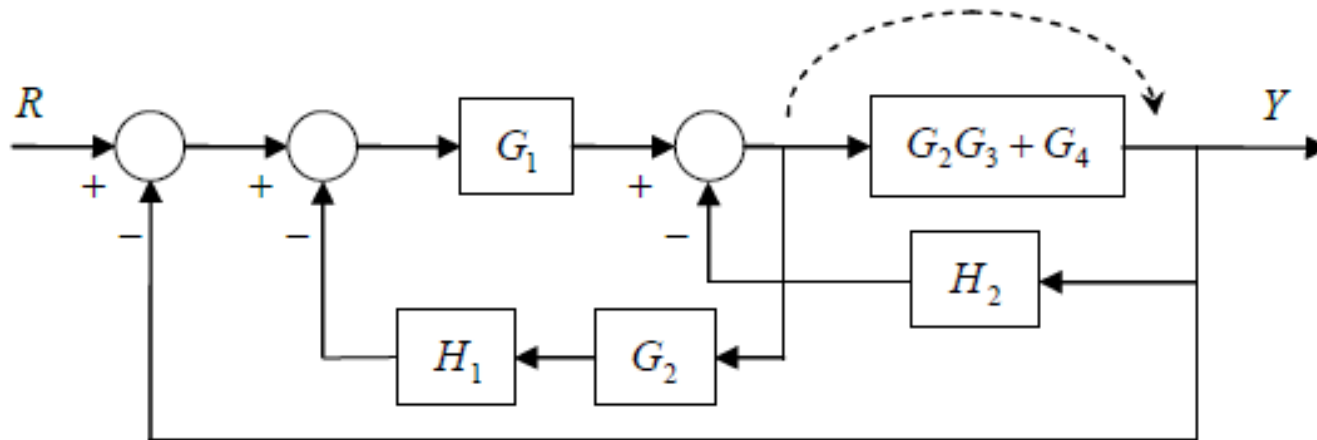
1. Adım

G_2 bloğunun sağındaki ayrılma noktası G_2 bloğunun önüne kaydırılırsa:

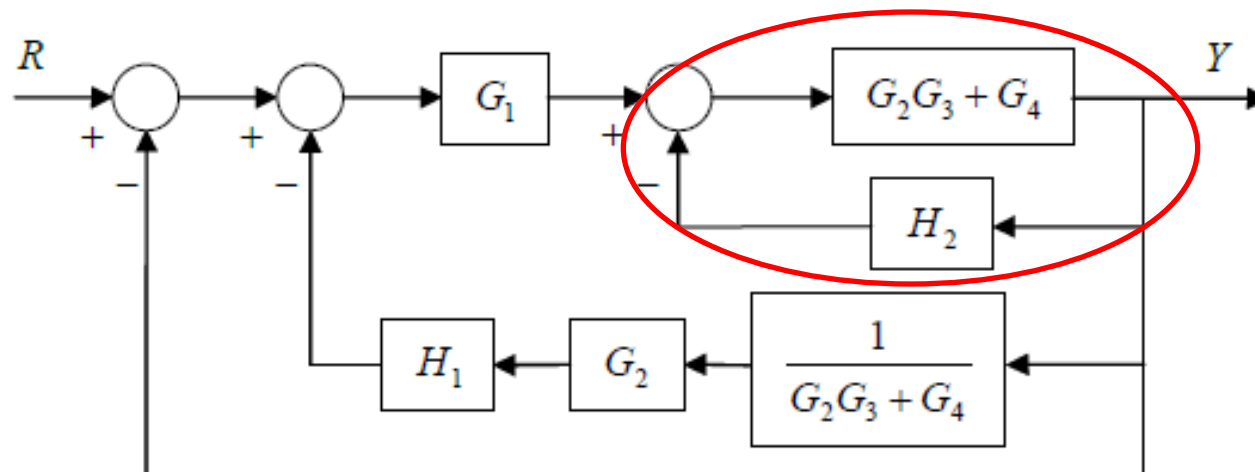


Örnek – 3 Çözüm

2. Adım

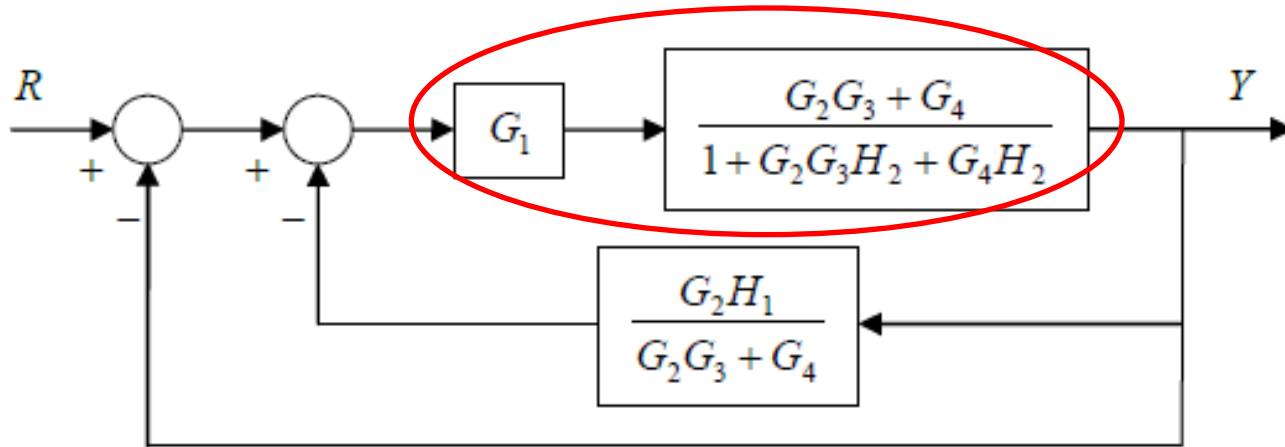


Ayrılma noktası bloğunun arkasına kaydırılırsa:

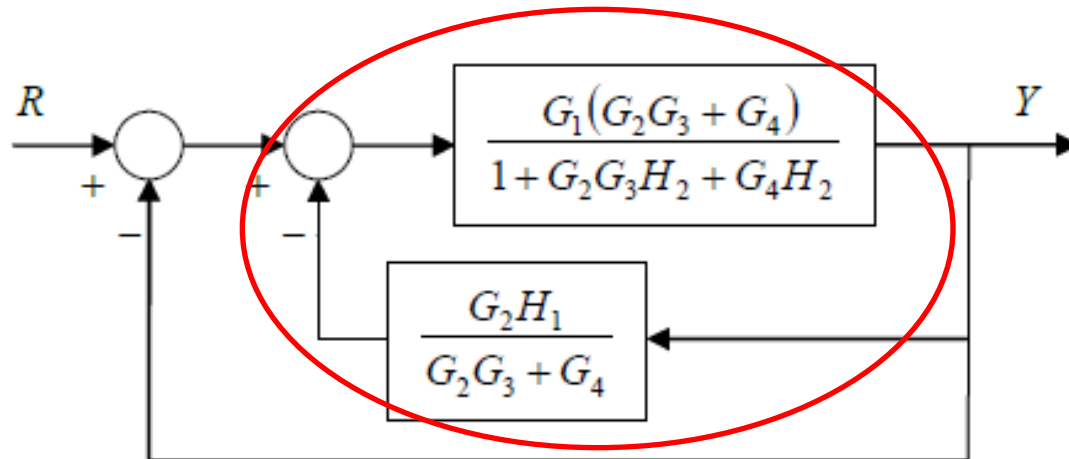


Örnek – 3 Çözüm

3. Adım

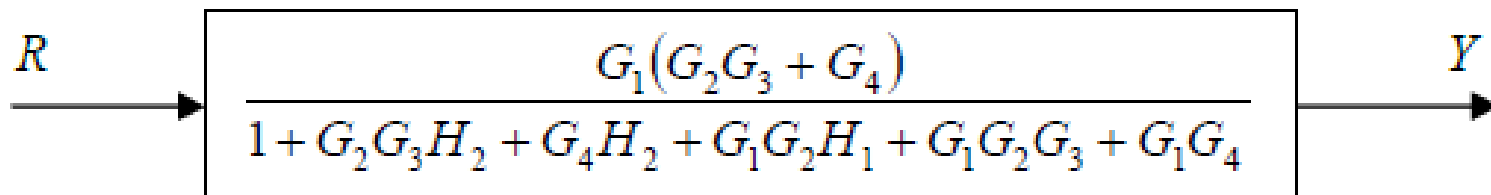
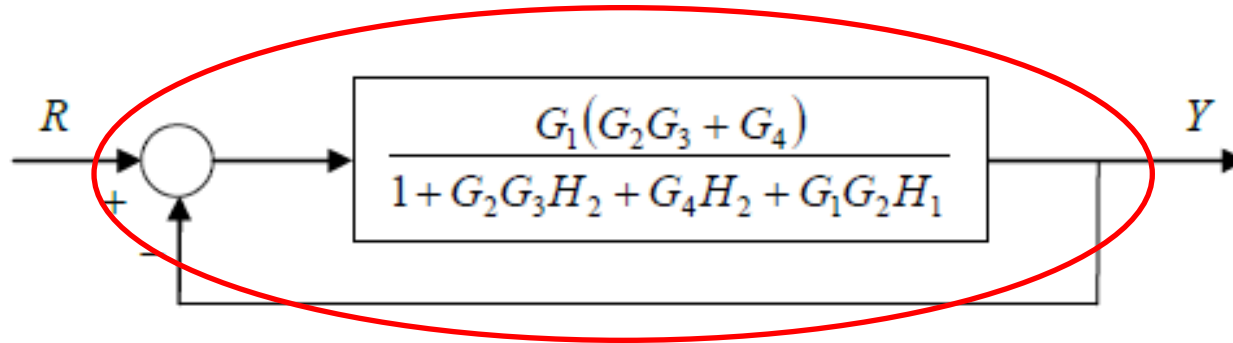


4. Adım



Örnek – 3 Çözüm

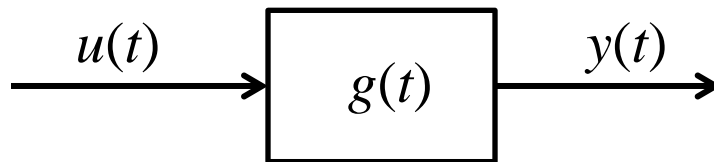
5. Adım



Transfer Fonksiyonları

Impuls Cevabı: Doğrusal ve zamanla değişmeyen bir sistemde giriş $u(t)$, ve çıkış $y(t)$ olduğunu varsayalım. Girişe birim impuls $\delta(t)$ uygulandığında çıkışta elde edilen sinyale Impuls Cevabı $g(t)$ denir.

Transfer Fonksiyonu: Doğrusal ve zamanla değişmeyen bir sistemde sistemin Impuls Cevabının Laplace dönüşümüdür. Sistemin Impuls Cevabı $g(t)$ ise transfer fonksiyonu $G(s)$ dir.



$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$$

Transfer Fonksiyonları

Kutuplar: Transfer fonksiyonun paydasının köklerine transfer fonksiyonun kutbu denir.

Yine devrede frekansa bağlı elemanlar bulunur öyle frekanslar vardır ki devrenin girişinde sonlu bir işaret olmasına karşın çıkışında sonsuz bir işaret görülür. İşte bu frekans değerlerine devrenin kutbu denir.

Sıfırlar: Transfer fonksiyonun payının köklerine transfer fonksiyonun sıfırı denir.

Devre için tanımı ise devrede frekansa bağlı elemanlar bulunabilir. Öyle frekans değeri vardır ki devrenin girişi 0 dan farklı olmasına karşın çıkışında 0 görülür. İşte bu frekans değerlerine devrenin sıfırı denir.

Transfer Fonksiyonun Özellikleri

- 1) Sadece doğrusal ve zamanla değişmeyen sistemler için tanımlanır.
- 2) Çıkışın Laplace dönüşümünün, girişin Laplace dönüşümüne oranına Transfer Fonksiyonu denir.
- 3) Transfer fonksiyonu sistem giriş fonksiyonundan bağımsızdır.
- 4) Transfer Fonksiyonu, sürekli sistemlerde s 'nin bir fonksiyonu iken, ayrık zamanlı sistemlerde z 'nin birer fonksiyonudur.
- 5) Bir sistemin transfer fonksiyonundan sistemle ilgili çeşitli karakteristik bilgiler elde edilir.
- 6) Transfer fonksiyonu sistemin karakteristik özelliklerini verir dolayısı ile sisteme uygulanan giriş fonksiyonundan bağımsızdır ve sistemin fiziksel yapısı ile ilgili hiçbir bilgi taşımaz.

Örnek

Transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi olan bir sistemin sıfır ve kutuplarını bulunuz.

$$G(s) = \frac{K(s+1)(s+15)}{s(s+3)(s+5)(s+8)^2}$$

Sıfırlar: -1, -15

Kutuplar: 0, -3, -5, -8 (2 tane)