

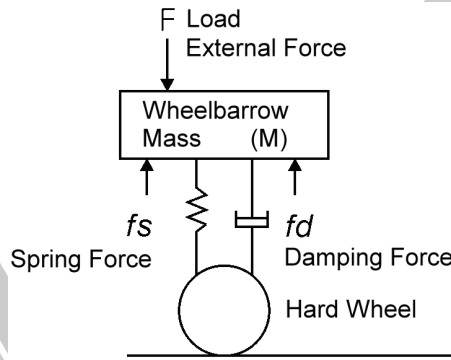
## DENEY 2 Sistem Benzetimi

### DENEYİN AMACI

1. Diferansiyel denklem kullanarak, fiziksel bir sistemin nasıl tanımlanacağını öğrenmek.
2. Fiziksel sistemlerin karakteristiklerini anlamak amacıyla diferansiyel denklem çözümlerini bulmak.
3. ACS-1000 Analog Kontrol Sistemi ve bilgisayar benzetimini kullanarak, kontrol sisteminin çıkış tepkisini gözlemek.

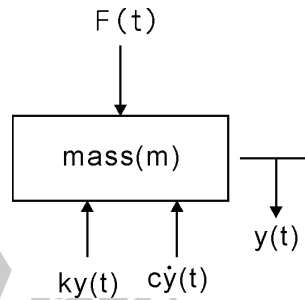
### GENEL BİLGİLER

Şekil 2-1, tipik bir yay-kütle-amortisör sistemini göstermektedir.



Şekil 2-1 Tipik yay-kütle-amortisör sistemi

Yay kuvveti  $-ky(t)$  ve sönüm kuvveti  $-c\dot{y}$ 'dir. Kuvveti göz önünde tutarak, şekil 2-1'deki sistem, şekil 2-2'deki gibi ifade edilebilir.



Şekil 2-2 Kuvvetlere göre tipik yay-kütle-amortisör sistemi

Newton'un ikinci yasasına göre,

$$\sum_i F_i(t) = m\ddot{y}(t)$$

$F_i(t)$ ,  $ky(t)$  yay kuvvetini,  $c\dot{y}(t)$  sönüm kuvvetini ve  $F(t)$  harici kuvveti içerir.

$$F(t) - ky(t) - c\dot{y}(t) = m\ddot{y}(t) \quad (1)$$

Denlem (1), aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$m\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) + ky(t) = F(t) \quad (2)$$

$F(t) \neq 0$  olduğu zaman, denklem (2), homojen olmayan diferansiyel denklem olarak adlandırılır. Diferansiyel denklemin çözümünü bulmak için, aşağıdaki adımları izleyin:

### 1. Homejen Çözümü Bulun

$F(t)=0$  olduğu zaman, denklem (2) deki diferansiyel denklem, homojen diferansiyel denklem olarak adlandırılır.

$$m\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) + ky(t) = 0$$

Karakteristik denklem şu şekildedir:

$$m\lambda^2 + c\lambda + k = 0$$

Karakteristik denklemin kökleri:

$$\lambda_{1,2} = \frac{-c \pm \sqrt{c^2 - 4mk}}{2m}$$

Böylece homojen çözüm aşağıdaki üç durumdan biri olabilir:

$$(1) \quad c^2 - 4mk > 0 \quad \text{or} \quad c^2 > 4mk$$

Kökler  $\lambda_1, \lambda_2 \in \mathbb{R}$  and  $\lambda_1 \neq \lambda_2$ . Homojen çözüm

$$y_h(t) = a_1 e^{\lambda_1 t} + a_2 e^{\lambda_2 t}$$

(2)  $c^2 - 4mk = 0$  or  $c^2 = 4mk$

Kökler  $\lambda_1, \lambda_2 \in \mathbb{R}$ , and  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ . Homojen çözüm

$$y_h(t) = (a_1 + a_2 t)e^{\lambda t}$$

(3)  $c^2 - 4mk < 0$  or  $c^2 < 4mk$

Kökler  $\lambda_1, \lambda_2 \in \mathbb{C}$ , and  $\lambda_1 \neq \lambda_2$ . if  $\lambda_{1,2} = p \pm iq$  ise, homojen çözüm

$$y_h(t) = e^{p t} (a_1 \cos qt + a_2 \sin qt)$$

Homojen çözümdeki  $a_1, a_2$  değerleri,  $y(0), \dot{y}(0)$  başlangıç değerlerine bağlı sabit katsayılardır.

## 2. Özel Çözümü Bul $y_p(t)$

Özel çözüm  $y_p(t)$  ile  $F(t)$  arasındaki ilişki aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

F(t)	$y_p(t)$
$at^n$	$a_n t^n + a_{n-1} t^{n-1} + \dots + a_1 t^1 + a_0 t$
$ae^{pt}$	$a_1 e^{pt}$
$a \cos qt$	$a_1 \cos qt + a_2 \sin qt$
$a \sin qt$	$a_1 \cos qt + a_2 \sin qt$

Tablodan görüldüğü gibi, özel çözüm  $y_p(t)$ ,  $F(t)$  ve  $F(t)$ 'nin türevinden oluşmaktadır.

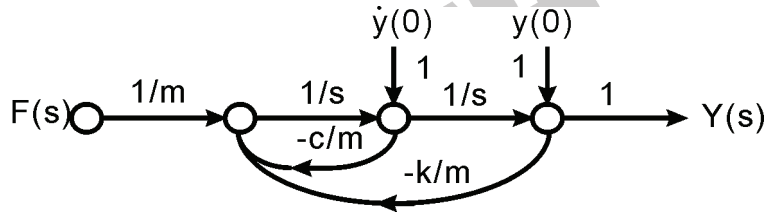
## 3. Tam Çözüm

Homojen çözüm  $y_h(t)$  ve özel çözüm  $y_p(t)$  toplanarak elde edilir.

$$y(t) = y_h(t) + y_p(t)$$

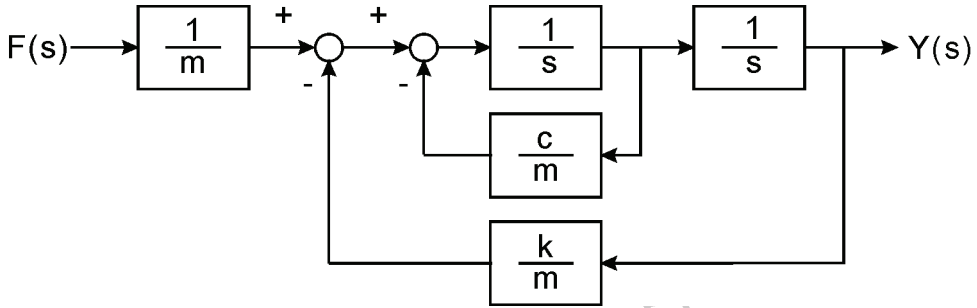
Yukarıda homojen olmayan bir diferansiyel denklemin çözümünü bulmak için matematiksel yöntem kullanılmıştır. İlerleyen bölümde, ikinci dereceden diferansiyel denklemin çözümü için ACS-1000 Analog Kontrol Sisteminin kontrol blokları kullanılacaktır. Temel olarak analog kontrol sistemi farklı eşitlikleri durum diyagramına transfer edebileceğimiz bir analog bilgisayardır.

Denklem (2)'nin durum diyagramı şekil 2-3'de gösterilmiştir.



Şekil 2-3 Tipik yay-kütle-sönümleyici sistem durum diyagramı

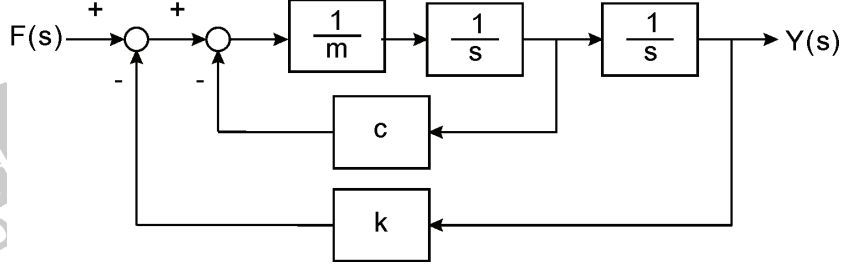
Bu durum diyagramı, şekil 2-4'de gösterildiği gibi, blok diyagramı şeklinde de ifade edilebilir.



Şekil 2-4 Tipik yay-kütle-amortisör sisteminin blok diyagramı

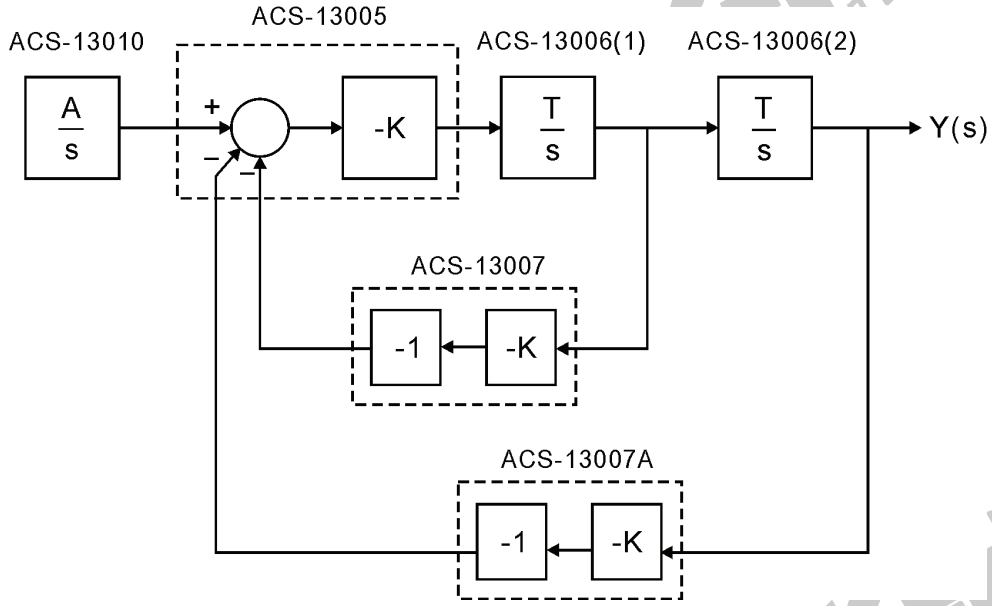
## DENEYİN YAPILIŞI

ACS-1000 kontrol bloklarını kullanmak için, şekil 2-4'deki blok diyagram, şekil 2-5 de gösterildiği gibi yeniden çizilir.

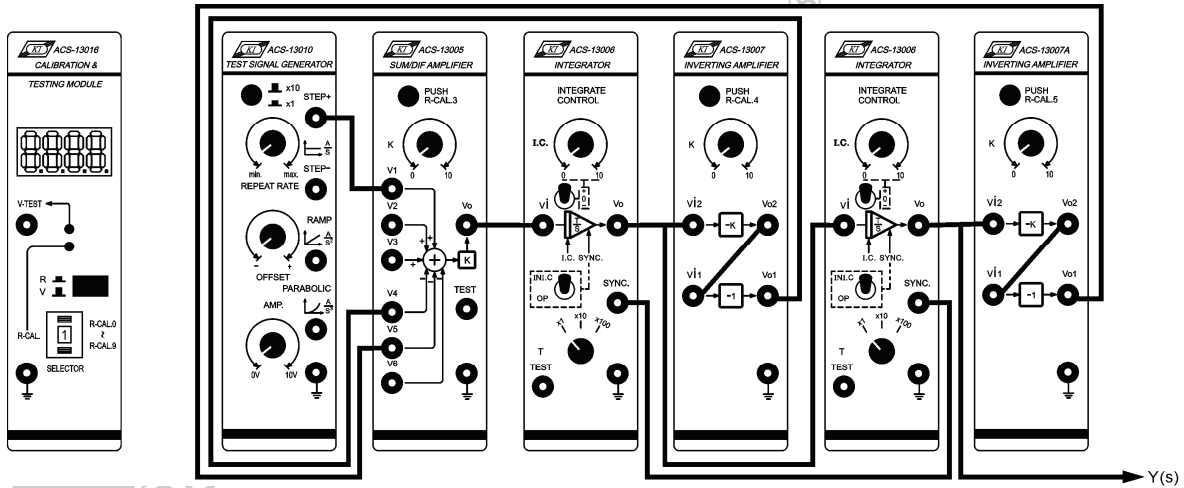


Şekil 2-5 Blok diyagramı

Şekil 2-6'da gösterilen blok ve bağlantı diyagramlarına göre gerekli bağlantıları yapın.



(a) Blok diyagram



(b) Bağlantı diyagram

Şekil 2-6

### A. Homojen Çözümü Bulun: $F(t)=0$

1. ACS-13010'da, AMP kontrol düğmesini ayarlayarak, STEP+ çıkış terminalinde 0V'luk bir kare dalga üretin.  $F(t)=0$ .
2. ACS-13006(1) ve ACS-13006(2) seçici anahtarlarını aşağıdaki gibi ayarlayın:

Seçici Anahtar	ACS-13006(1)	ACS-13006(2)
T	x1	x1
I.C.	0	0
SYNC.	OP	OP

3. ACS-13005'de, K'yı 1'e ( $m=1$ ) ayarlayın. Aşağıdaki durumlara devam edin:

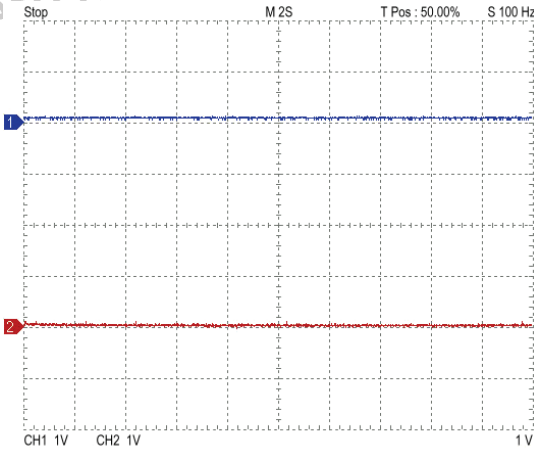
#### A-1. $c^2-4mk>0$ or $c^2>4mk$ , $F(t)=0$

- (1) Bu durumda, ACS-13006(1), iki integratörün ana bloğu olarak kullanılır. Bu iki integratörü başlangıç koşul durumuna getirmek için, SYNC anahtarını INI.C konumuna getirinve iki integratörün başlangıç değerlerini 0V olarak ayarlayın ( $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$ ).
- (2) ACS-13007'de, K'yı 3'e ayarlayın ( $c=3$ ). ACS-13007A'da, K'yı 1'e ayarlayın ( $k=1$ ). Böylece sistem,  $c^2>4mk$  durumunu sağlamış olur.  $c$  ve  $k$  değerlerini kaydedin ( $m=1$ ).

- (3) Kaydedilen  $c$ ,  $m$ ,  $k$ ,  $y(0)$  ve  $y'(0)$  değerlerini, karakteristik denklem ve diferansiyel denklemde yerine koyarak,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  değerlerini bulun. Aşağıdaki denkleme göre  $y_h(t)$  dalga şeklini çizin:

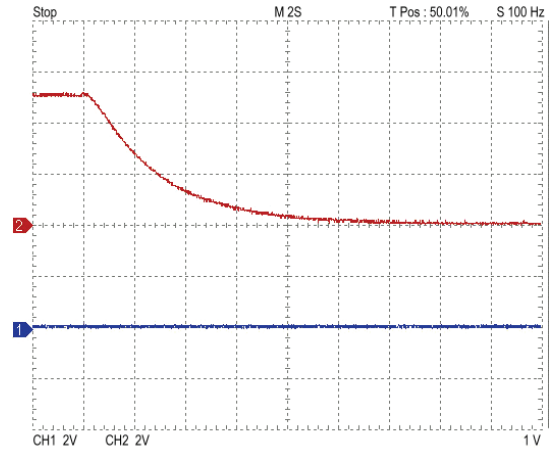
$$y_h(t) = a_1 e^{\lambda_1 t} + a_2 e^{\lambda_2 t}$$

- (4) ACS-13006(1)'de, SYNC anahtarını OP konumuna getirin. Osiloskop kullanarak, ACS-13010 STEP+ çıkış ve ACS-13006(2) Vo çıkış terminallerindeki sinyalleri, şekil 2-7'deki gibi ölçün ve kaydedin. Sonucu, Adım (3)'de çizilen  $y(t)$  ile karşılaştırın. Sonuçlar birbirleri ile uyumlu mudur?



$$F(t)=0, c=3, m=k=1, c^2-4mk>0, \\ y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-7



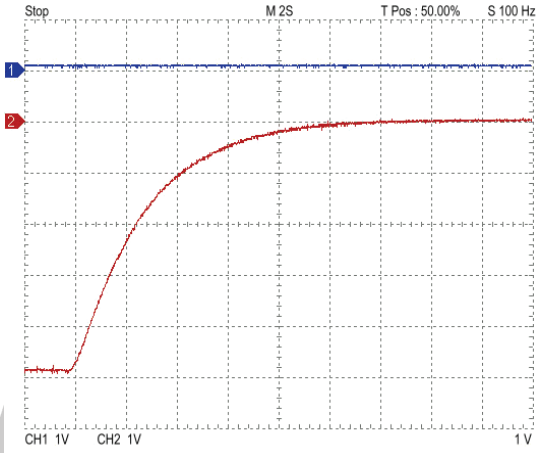
$$F(t)=0, c=3, m=k=1, c^2-4mk>0, \\ y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-8

- (5) Başlangıç Değerini Değiştirme

(a) ACS-13006(1)'de SYNC anahtarını INI.C konumuna getirin. ACS-13006(2)'nin başlangıç değerini +5V ( $y(0) = 5$ ) ve ACS-13006(1)'in başlangıç değerini 0V ( $\dot{y}(0) = 0$ ) olarak ayarlayın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-8'de gösterildiği gibi kaydedin.

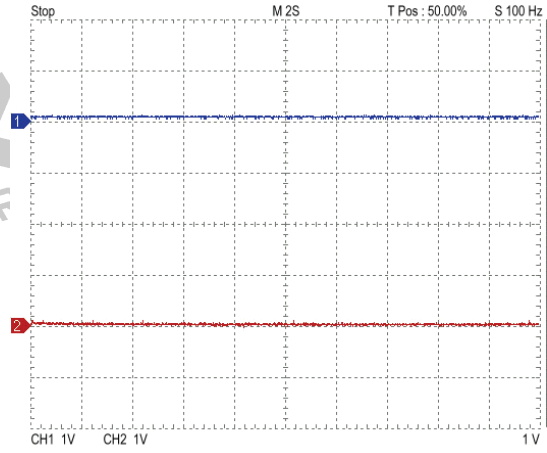
(b)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$  olarak ayarlayın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-9'da gösterildiği gibi kaydedin.



$$F(t)=0, c=3, m=k=1, c^2-4mk>0,$$

$$y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-9



$$F(t)=0, c=2, m=k=1, c^2-4mk=0,$$

$$y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-10

#### A-2. $c^2-4mk=0$ or $c^2=4mk$ , $F(t)=0$

- (1) Bu durumda, ACS-13006(1), iki integratörün ana bloğu olarak kullanılır. Bu iki integratörü başlangıç koşul durumuna getirmek için, SYNC anahtarını INI.C konumuna getirinve iki integratörün başlangıç değerlerini 0V olarak ayarlayın ( $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$ ).
- (2) ACS-13007'de, K'yı 2'ye ayarlayın ( $c=2$ ). ACS-13007A'da, K'yı 1'e ayarlayın ( $k=1$ ). Böylece sistem,  $c^2=4mk$  durumunu sağlamış olur.  $c$  ve  $k$  değerlerini kaydedin ( $m=1$ ).
- (3) Kaydedilen  $c, m, k, y(0)$  ve  $y'(0)$  değerlerini, karakteristik denklem ve diferansiyel denklemde yerine koyarak,  $a_1, a_2, \lambda$  değerlerini bulun. Aşağıdaki denkleme göre  $y_h(t)$  dalga şeklini çizin.

$$y_h(t) = (a_1 + a_2 t)e^{\lambda t}$$

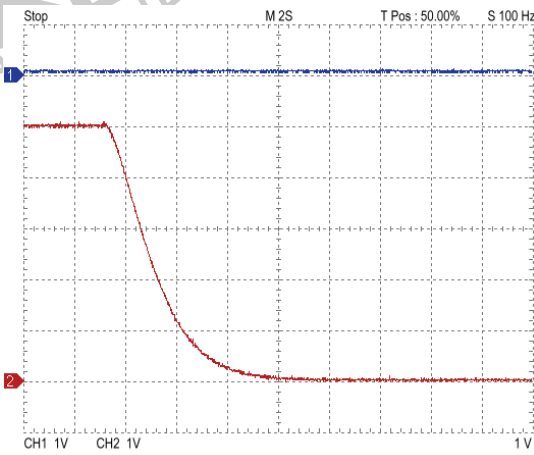
- (4) ACS-13006(1)'de, SYNC anahtarını OP konumuna getirin. Osiloskop kullanarak, ACS-13010 STEP+ çıkış ve ACS-13006(2) Vo çıkış terminallerindeki sinyalleri, şekil 2-10'daki gibi ölçün ve kaydedin. Sonucu, Adım (3)'de çizilen  $y(t)$  ile karşılaştırın. Sonuçlar birbirleri ile uyumlu mudur?



(5) Başlangıç Değerini Değiştirme

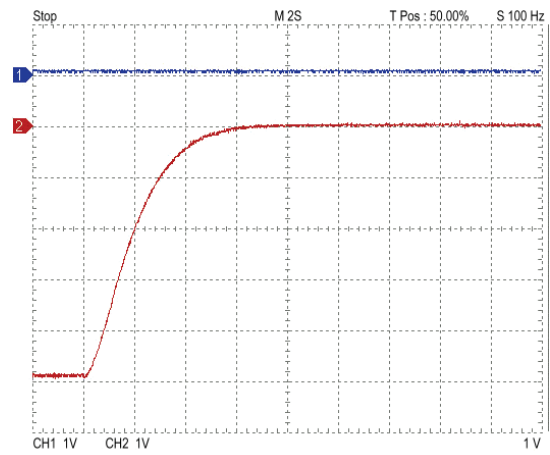
(a) ACS-13006(1)'de SYNC anahtarını INI.C konumuna getirin. ACS-13006(2)'nin başlangıç değerini +5V ( $y(0) = 5$ ) ve ACS-13006(1)'in başlangıç değerini 0V ( $\dot{y}(0) = 0$ ) yapın. 2. Adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-11'de gösterildiği gibi kaydedin.

(b)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$  olarak ayarlayın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-12'de gösterildiği gibi kaydedin.



$$F(t)=0, c=2, m=k=1, c^2-4mk=0, \\ y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-11



$$F(t)=0, c=2, m=k=1, c^2-4mk=0, \\ y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-12

**A-3.  $c^2-4mk < 0$  or  $c^2 < 4mk, F(t)=0$**

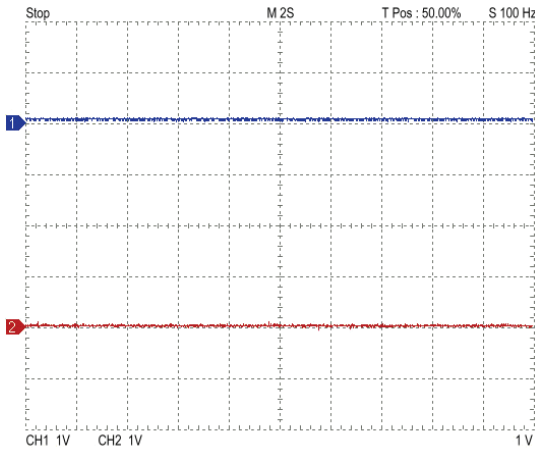
(1) Bu durumda, ACS-13006(1), iki integratörün ana bloğu olarak kullanılır. Bu iki integratörü başlangıç koşul durumuna getirmek için, SYNC anahtarını INI.C konumuna getirinve iki integratörün başlangıç değerlerini 0V olarak ayarlayın ( $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$ ).

(2) ACS-13007'de, K'yı 1'e ayarlayın ( $c=1$ ). ACS-13007A'da, K'yı 1'e ayarlayın ( $k=1$ ). Böylece sistem,  $c^2 < 4mk$  durumunu sağlamış olur. c ve k değerlerini kaydedin ( $m=1$ ).

- (3) Kaydedilen  $c$ ,  $m$ ,  $k$ ,  $y(0)$  ve  $y'(0)$  değerlerini, karakteristik denklem ve diferansiyel denklemde yerine koyarak,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $\lambda_{1,2} = p \pm iq$  değerlerini bulun. Aşağıdaki denkleme göre  $y_h(t)$  dalga şeklini çizin.

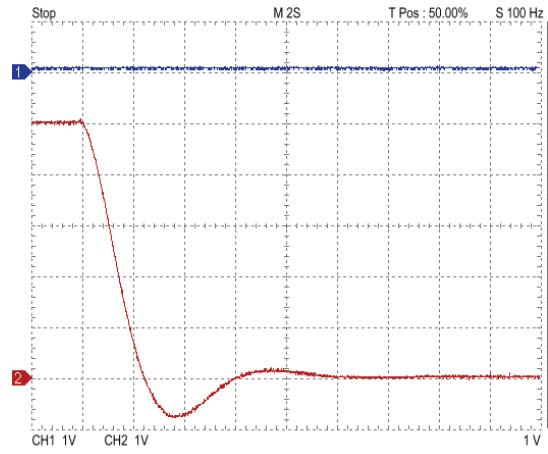
$$y_h(t) = e^{p \cdot t} (a_1 \cos qt + a_2 \sin qt)$$

- (4) ACS-13006(1)'de, SYNC anahtarını OP konumuna getirin. Osiloskop kullanarak, ACS-13010 STEP+ çıkış ve ACS-13006(2) Vo çıkış terminallerindeki sinyalleri, şekil 2-13'deki gibi ölçün ve kaydedin. Sonucu, Adım (3)'de çizilen  $y(t)$  ile karşılaştırın. Sonuçlar birbirleri ile uyumlu mudur?



$$F(t)=0, c=1, m=k=1, c^2-4mk<0, \\ y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-13



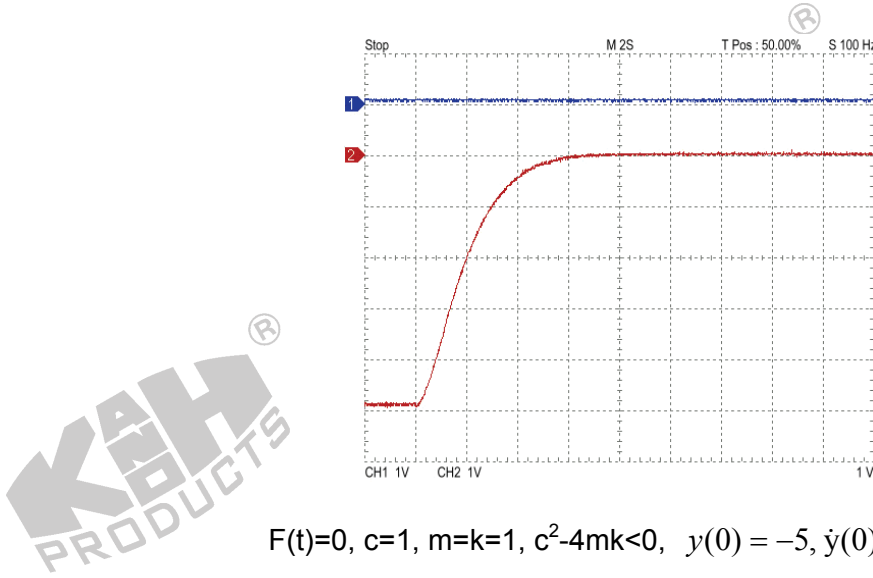
$$F(t)=0, c=1, m=k=1, c^2-4mk<0, \\ y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-14

- (5) Başlangıç Değerini Değiştirme

(a) ACS-13006(1)'de SYNC anahtarını INI.C konumuna getirin. ACS-13006(2)'nin başlangıç değerini +5V ( $y(0) = 5$ ) ve ACS-13006(1)'in başlangıç değerini 0V ( $\dot{y}(0) = 0$ ) yapın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-14'de gösterildiği gibi kaydedin.

(b)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$  olarak ayarlayın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-15'de gösterildiği gibi kaydedin.



$$F(t)=0, c=1, m=k=1, c^2-4mk<0, y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$$

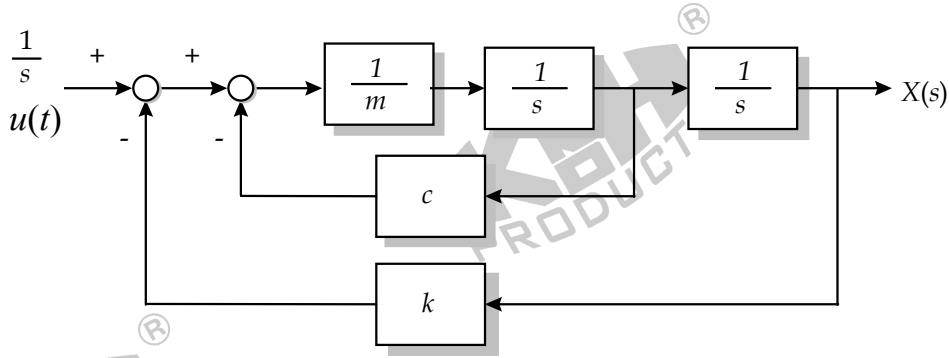
Şekil 2-15

### B. Tam Çözümü Bulun: $F(t) \neq 0$ (Harici kuvvet eklenmiş)

- Şekil 2-6'daki ACS-13010 modülünü, ACS-13011 ile değiştirin ve ACS-13011 FG OUTPUT terminalini, ACS-13005 V1 giriş terminaline bağlayın. PULSER anahtarını basılı tutarken, AMP kontrol düğmesini ayarlayarak, FG OUTPUT terminalinde 1V'luk bir darbe üretin ( $F(t)=1$ ). Bu, el ile bir basamak fonksiyonu üretir. Basamak giriş sinyali ile integratörü senkronize etmek için, ACS-13006'nın SYNC terminalini, ACS-13011'in SYNC terminaline bağlayın.
- ACS-13006(1) ve ACS-13006(2) seçici anahtarlarını aşağıdaki gibi ayarlayın

Seçici Anahtar	ACS-13006(1)	ACS-13006(2)
T	x1	x1
I.C.	0	0
SYNC.	OP	OP

- ACS-13005'de, K'yı 1'e ( $m=1$ ) ayarlayın. Şekil 2-16'daki blok diyagramına göre, aşağıdaki durumlara devam edin:



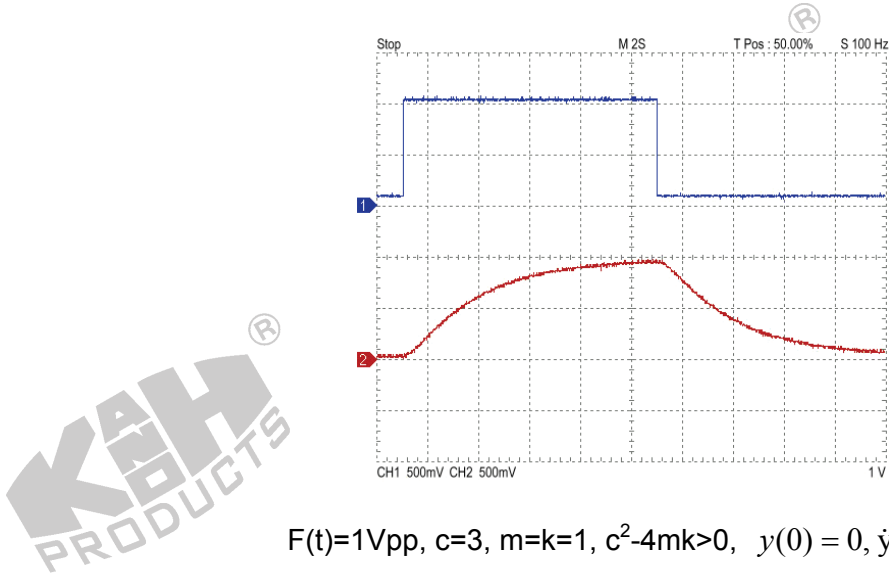
Şekil 2-16

**B-1.  $c^2 - 4mk > 0$  or  $c^2 > 4mk$ ,  $F(t) = u_s(t)$**

- (1) Bu durumda, ACS-13006(1), iki integratörün ana bloğu olarak kullanılır. Bu iki integratörü başlangıç koşul durumuna getirmek için, SYNC anahtarını INI.C konumuna getirinve iki integratörün başlangıç değerlerini 0V olarak ayarlayın ( $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$ ).
- (2) ACS-13007'de, K'yı 3'e ayarlayın ( $c=3$ ). ACS-13007A'da, K'yı 1'e ayarlayın ( $k=1$ ). Böylece sistem,  $c^2 > 4mk$  durumunu sağlamış olur. c ve k değerlerini kaydedin ( $m=1$ ).
- (3) Kaydedilen c, m, k,  $y(0)$  ve  $y'(0)$  değerlerini, karakteristik denklem ve diferansiyel denklemde yerine koyarak,  $a_1, a_2, \lambda_1, \lambda_2$  değerlerini bulun. Aşağıdaki denkleme göre  $y(t)$  dalga şeklini çizin.

$$y(t) = a_1 e^{\lambda_1 t} + a_2 e^{\lambda_2 t} + k_1$$

- (4) ACS-13006(1)'de, SYNC anahtarını OP konumuna getirin, integratoru fonksiyon üretici ile senkronize etmek için ACS-13011'in RESET düğmesine basın. PULSER anahtarına basın. Osiloskop kullanarak, ACS-13011 FG OUTPUT ve ACS-13006(2) Vo çıkış terminallerindeki sinyalleri, şekil 2-17'deki gibi ölçün ve kaydedin. Sonucu, Adım (3)'de çizilen  $y(t)$  ile karşılaştırın. Sonuçlar birbirleri ile uyumlu mudur?



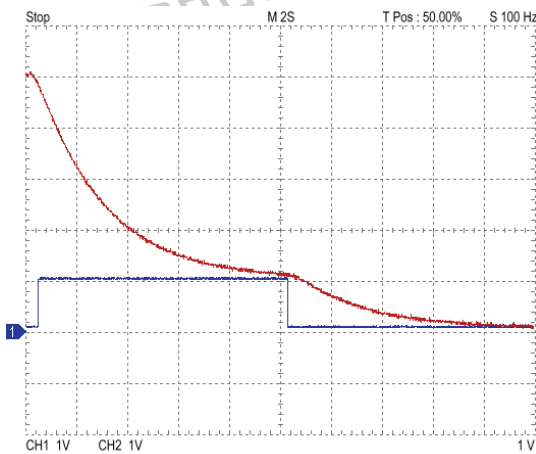
$$F(t)=1V_{pp}, c=3, m=k=1, c^2-4mk>0, y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-17

(5) Başlangıç Değerini Değiştirme

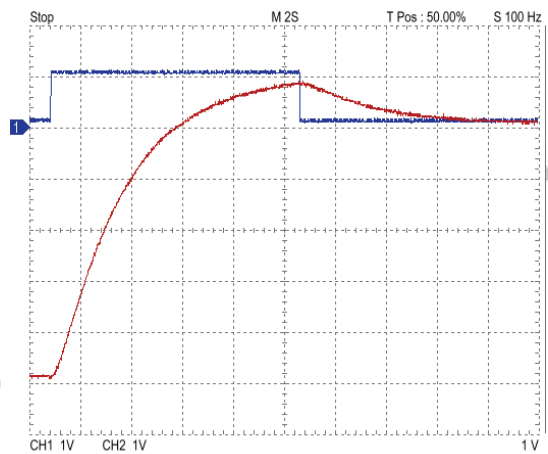
(a) ACS-13006(1)'de SYNC anahtarını INI.C konumuna getirin. ACS-13006(2)'nin başlangıç değerini +5V ( $y(0) = 5$ ) ve ACS-13006(1)'in başlangıç değerini 0V ( $\dot{y}(0) = 0$ ) olarak ayarlayın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-18'de gösterildiği gibi kaydedin.

(b)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$  olarak ayarlayın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-19'da gösterildiği gibi kaydedin.



$$F(t)=1V_{pp}, c=3, m=k=1, c^2-4mk>0, y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-18



$$F(t)=1V_{pp}, c=3, m=k=1, c^2-4mk>0, y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-19

**B-2.  $c^2-4mk=0$  or  $c^2=4mk$ ,  $F(t)= u_s(t)$**

(1) ACS-13006(1)'i iki integratörün ana bloğu olarak kullanın, bu iki integratörü başlangıç koşul durumuna getirmek için, SYNC anahtarını INI.C konumuna getirin. iki integratörün başlangıç değerlerini 0V olarak ayarlayın ( $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$ ).

(2) ACS-13007'de, K'yı 2'ye ayarlayın ( $c=2$ ). ACS-13007A'da, K'yı 1'e ayarlayın ( $k=1$ ). Böylece sistem,  $c^2=4mk$  durumunu sağlamış olur. c ve k değerlerini kaydedin ( $m=1$ ).

(3) Kaydedilen c, m, k,  $y(0)$  ve  $y'(0)$  değerlerini, karakteristik denklem ve diferansiyel denklemde yerine koyarak,  $a_1, a_2, \lambda$  değerlerini bulun. Aşağıdaki denkleme göre  $y(t)$  dalga şeklini çizin.

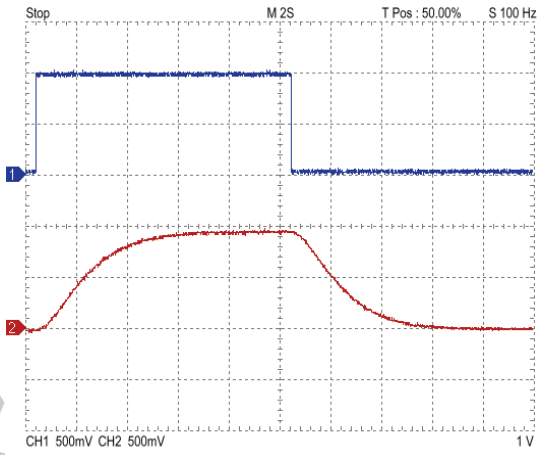
$$y(t) = (a_1 + a_2 t)e^{\lambda t} + k_1$$

(4) ACS-13006(1)'de, SYNC anahtarını OP konumuna getirin, integratoru fonksiyon üretici ile senkronize etmek için ACS-13011'in RESET düğmesine basın. PULSER anahtarına basın. Osiloskop kullanarak, ACS-13011 FG OUTPUT ve ACS-13006(2) Vo çıkış terminallerindeki sinyalleri, şekil 2-20'deki gibi ölçün ve kaydedin. Sonucu, Adım (3)'de çizilen  $y(t)$  ile karşılaştırın. Sonuçlar birbirleri ile uyumlu mudur?

(5) Başlangıç Değerini Değiştirme

(a) ACS-13006(1)'de SYNC anahtarını INI.C konumuna getirin. ACS-13006(2)'nin başlangıç değerini +5V ( $y(0) = 5$ ) ve ACS-13006(1)'in başlangıç değerini 0V ( $\dot{y}(0) = 0$ ) yapın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-21'de gösterildiği gibi kaydedin.

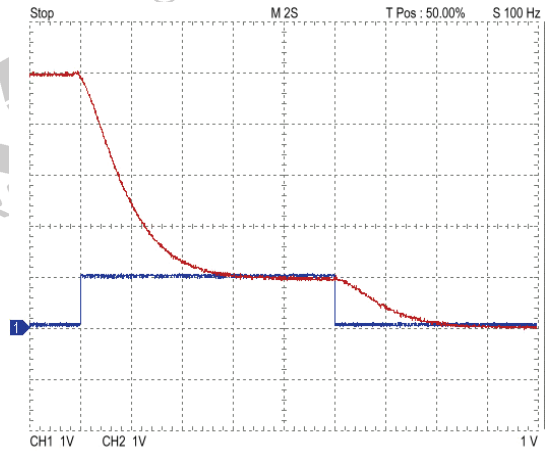
(b)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$  olarak ayarlayın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-22'de gösterildiği gibi kaydedin.



$$F(t)=u(t), c=2, m=k=1, c^2-4mk=0,$$

$$y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$$

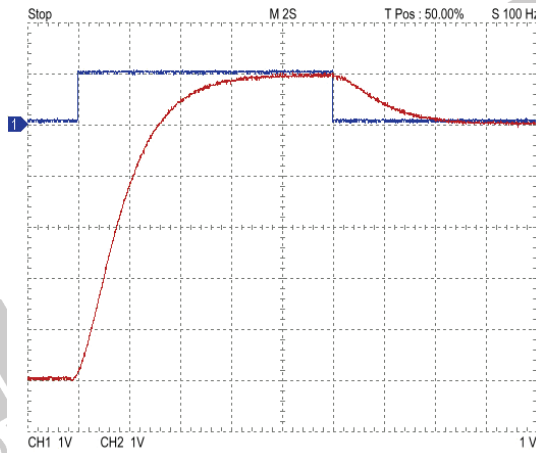
Şekil 2-20



$$F(t)=u(t), c=2, m=k=1, c^2-4mk=0,$$

$$y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-21



$$F(t)=u(t), c=2, m=k=1, c^2-4mk=0,$$

$$y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-22

### B-3. $c^2-4mk < 0$ or $c^2 < 4mk$ , $F(t)=u_s(t)$

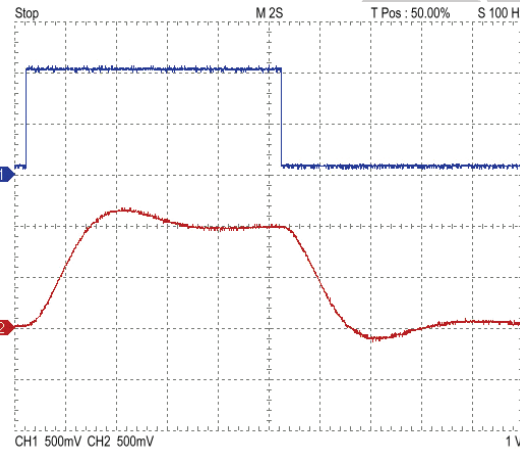
- (1) ACS-13006(1)'i iki integratörün ana bloğu olarak kullanın, bu iki integratörü başlangıç koşul durumuna getirmek için, SYNC anahtarını INI.C konumuna getirin. İki integratörün başlangıç değerlerini 0V olarak ayarlayın ( $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$ ).

(2) ACS-13007'de, K'yı 1'e ayarlayın (c=1). ACS-13007A'da, K'yı 1'e ayarlayın (k=1). Böylece sistem,  $c^2 < 4mk$  durumunu sağlamış olur. c ve k değerlerini kaydedin (m=1).

(3) Kaydedilen c, m, k,  $y(0)$  ve  $y'(0)$  değerlerini, karakteristik denklem ve diferansiyel denklemde yerine koyarak,  $a_1, a_2, \lambda_{1,2} = p \pm iq$  değerlerini bulun. Aşağıdaki denkleme göre  $y(t)$  dalga şeklini çizin.

$$y(t) = e^{pt} (a_1 \cos qt + a_2 \sin qt) + k_1$$

(4) ACS-13006(1)'de, SYNC anahtarını OP konumuna getirin, integratoru fonksiyon üretici ile senkronize etmek için ACS-13011'in RESET düğmesine basın. PULSER anahtarına basın. Osiloskop kullanarak, ACS-13011 FG OUTPUT ve ACS-13006(2) Vo çıkış terminallerindeki sinyalleri, şekil 2-23'deki gibi ölçün ve kaydedin. Sonucu, Adım (3)'de çizilen  $y(t)$  ile karşılaştırın. Sonuçlar birbirleri ile uyumlu mudur?



$$F(t)=u(t), c=1, m=k=1, c^2-4mk<0,$$

$$y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$$

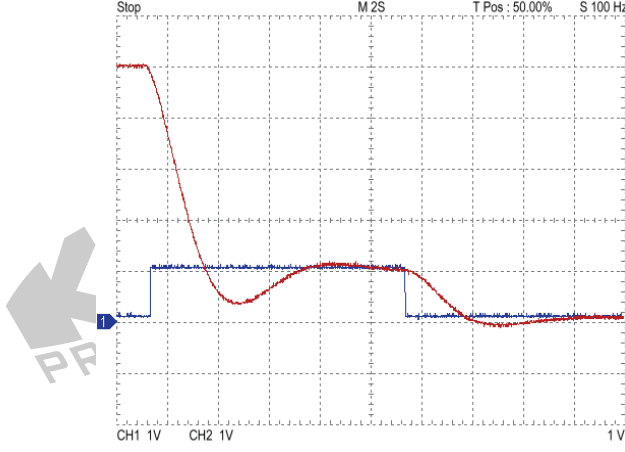
Şekil 2-23

(5) Başlangıç Değerini Değiştirme

(a) ACS-13006(1)'de SYNC anahtarını INI.C konumuna getirin. ACS-13006(2)'nin başlangıç değerini +5V ( $y(0) = 5$ ) ve ACS-13006(1)'in başlangıç değerini 0V ( $\dot{y}(0) = 0$ ) yapın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-24'de gösterildiği gibi kaydedin.

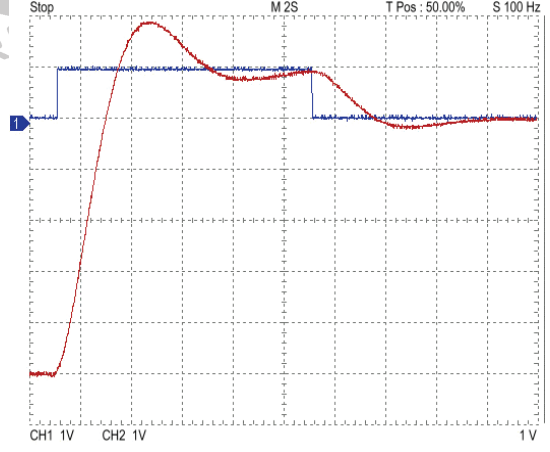


(b)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$  olarak ayarlayın. 2. adımdan 4.adıma kadar olan işlemleri tekrarlayın ve sonuçları şekil 2-25’de gösterildiği gibi kaydedin.



$$F(t)=u(t), c=1, m=k=1, c^2-4mk<0, \\ y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-24

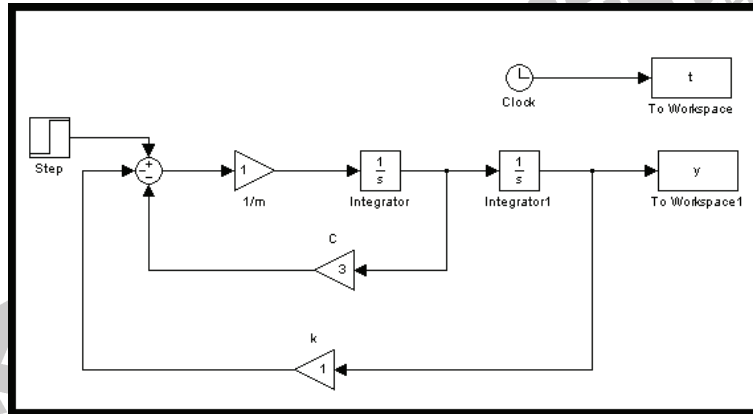


$$F(t)=u(t), c=1, m=k=1, c^2-4mk<0, \\ y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$$

Şekil 2-25

## SIMULINK BENZETİMİ

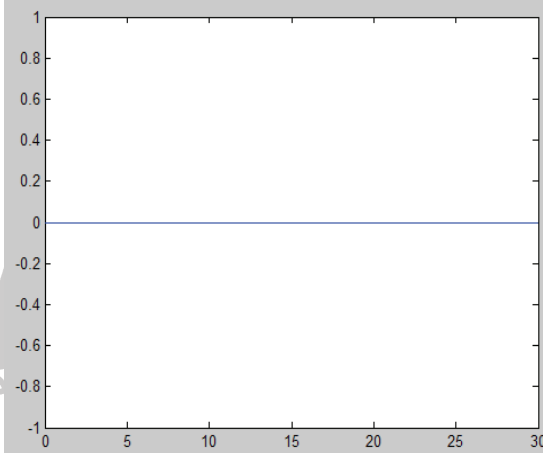
1. **Homojen Çözümü Bulun:**  $c^2-4mk>0$  ve  $F(t)=0$  olduğu durumda, aşağıdaki başlangıç değerlerini kullanarak,  $y(t)$  dalga şeklini çizin: (a)  $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$  , (b)  $y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$  , (c)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$ .
2. MATLAB 'ı [Start]→[All Programs]→[MATLAB 7.0]→[MATLAB] 'ı seçerek çalıştırınız.  
MATLAB komut penceresi açılacaktır.
3. MATLAB komut penceresinde *simulink* yazıp enter'a basın.
4. *untitled* adlı pencerede, şekil 2-26'da gösterilen blok diyagramı çizin.  $c^2-4mk>0$  şartını sağlamak için,  $c=3, k=1$  ve  $m=1$  yapın.



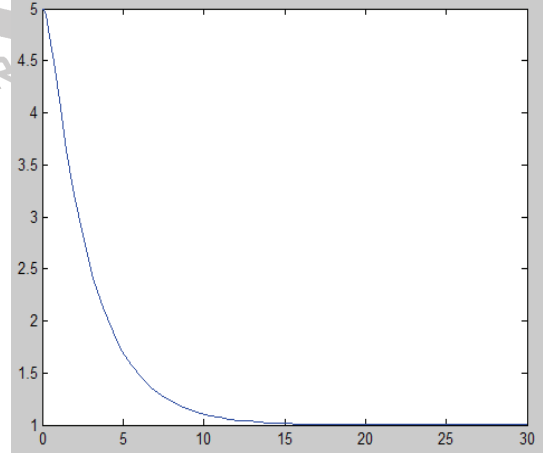
Şekil 2-26

5. Step bloğunun *Final value* değerini 1, *Step time* değerini 0 yapın.
6. "Simulation/Configuration parameters" menüsüne girin ve "Simulation time" diyalog penceresinde *Stop time* değerini 30 olarak değiştirin.
7. Blok diyagramı Deney\_2\_1.mdl adıyla kaydedin.
8. Simülasyonu çalıştırın ve şu sonuçları elde edin:  
Şekil 2-27(a), iki integratörün başlangıç değerlerinin 0 olarak ayarlandığı durumda sistem tepkesini gösterir. Şekil 2-27(b), integratör1 bloğunun başlangıç değerinin +5

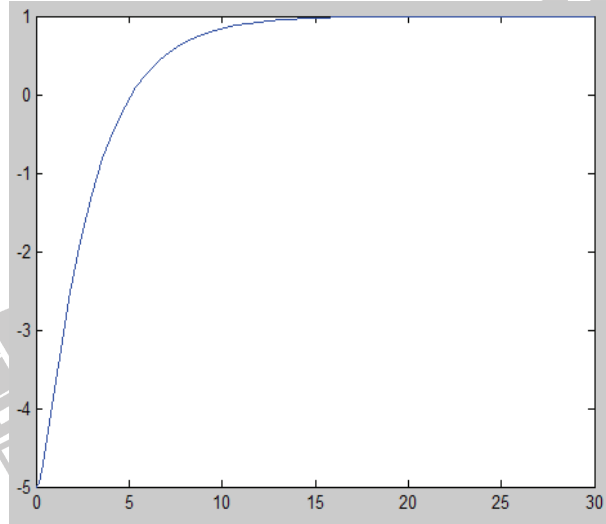
olarak ayarlandığı durumda sistem tepkisini gösterir. Şekil 2-27(c) ise, integratör1 bloğunun başlangıç değerinin -5 olarak ayarlandığı durumda sistem tepkisini gösterir.



(a) Integrator1'in başlangıç değeri=0



(b) Integrator1'in başlangıç değeri=5



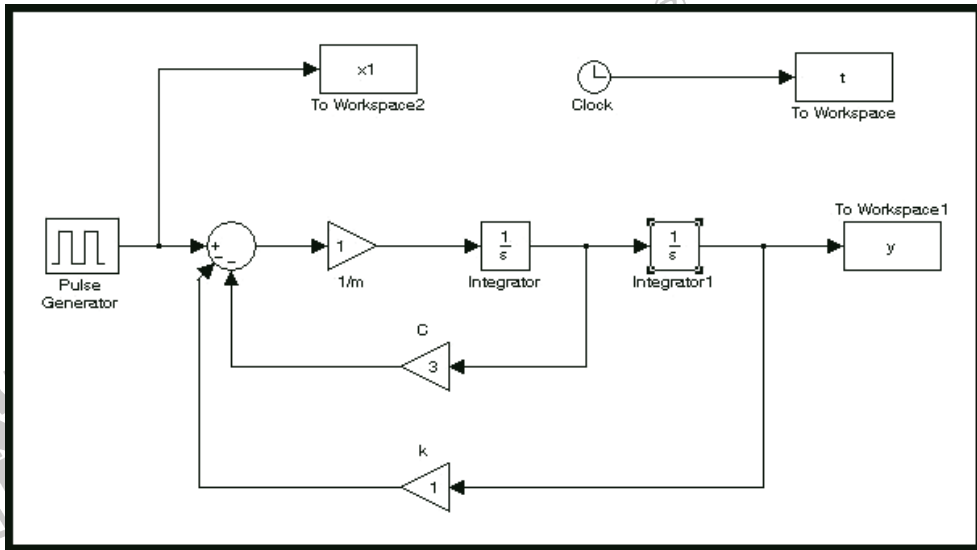
(c) Integrator1'in başlangıç değeri= -5

Şekil 2-27

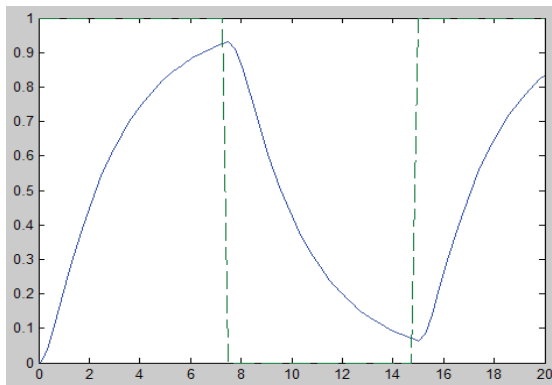
9. Sonuçları, ACS-1000 Analog Kontrol Sistemi kullanılarak elde edilen  $y(t)$  dalga şekilleri ile karşılaştırın. Sonuçlar tamamen eşleşiyor mu?

10. **Homojen Çözümü Bulun:**  $c^2-4mk=0$  ve  $F(t)=0$  olduğu durumda, aşağıdaki başlangıç değerlerini kullanarak,  $y(t)$  dalga şeklini çiziniz: (a)  $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$  , (b)  $y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$  , (c)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$ .

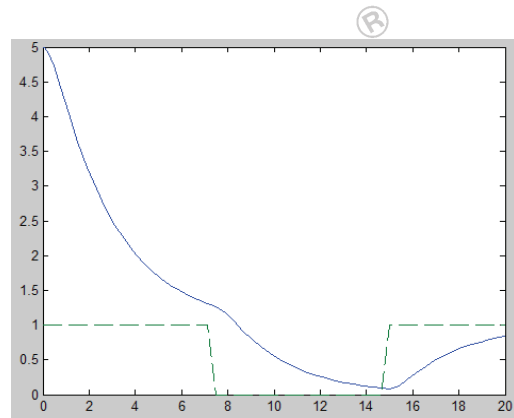
11. Şekil 2-26'da gösterilen blok diyagramda.  $c^2-4mk=0$  şartını sağlamak için,  $c=2$ ,  $k=1$  ve  $m=1$  yapın.
12. Blok diyagramı Deney\_2\_2.mdl adıyla kaydedin.
13. Simülasyonu çalıştırın ve sonuçları, ACS-1000 Analog Kontrol Sistemi kullanılarak elde edilen  $y(t)$  dalga şekilleri ile karşılaştırın. Sonuçlar tamamen eşleşiyor mu?
14. **Homojen Çözümü Bulun:**  $c^2-4mk<0$  ve  $F(t)=0$  olduğu durumda, aşağıdaki başlangıç değerlerini kullanarak,  $y(t)$  dalga şeklini çizin: (a)  $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$  , (b)  $y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$  , (c)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$ .
15. Şekil 2-26'da gösterilen blok diyagramda.  $c^2-4mk<0$  şartını sağlamak için,  $c=1$ ,  $k=1$  ve  $m=1$  yapın.
16. Blok diyagramı Deney\_2\_3.mdl adıyla kaydedin.
17. Simülasyonu çalıştırın ve sonuçları, ACS-1000 Analog Kontrol Sistemi kullanılarak elde edilen  $y(t)$  dalga şekilleri ile karşılaştırın. Sonuçlar tamamen eşleşiyor mu?
18. **Tam Çözümü Bulun:**  $c^2-4mk>0$  ve  $F(t)=U_s(t)$ , olduğu durumda, aşağıdaki başlangıç değerlerini kullanarak,  $y(t)$  dalga şeklini çizin: (a)  $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$  , (b)  $y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$  , (c)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$ .
19. *untitled* adlı pencerede, şekil 2-28'de gösterilen blok diyagramı çizin.  $F(t)$  olarak 1 Vpp genlikli, 15 sn periyotlu kare dalga kullanın.  $c^2-4mk>0$  şartını sağlamak için,  $c=3$ ,  $k=1$  ve  $m=1$  yapın.
20. Blok diyagramı Deney\_2\_4.mdl adıyla kaydedin.
21. Simülasyonu çalıştırın ve şekil 2-29'da gösterilen sonuçları elde edin.  
Şekil 2-29(a), iki integratörün başlangıç değerlerinin 0 olarak ayarlandığı durumda sistem tepkesini gösterir. Şekil 2-29(b), integratör1 bloğunun başlangıç değerinin +5 olarak ayarlandığı durumda sistem tepkesini gösterir. Şekil 2-29(c) ise, integratör1 bloğunun başlangıç değerinin -5 olarak ayarlandığı durumda sistem tepkesini gösterir.



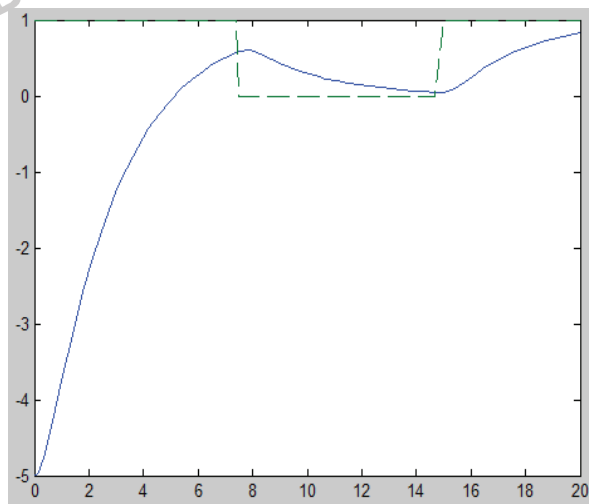
Şekil 2-28



(a)  $F(t)=15\text{sec}$ ,  $1V_{pp}$ ,  $c=3$ ,  $m=k=1$ ,  
 $c^2-4mk>0$ ,  $y(0)=0$ ,  $\dot{y}(0)=0$



(b)  $F(t)=15\text{sec}$ ,  $1V_{pp}$ ,  $c=3$ ,  $m=k=1$ ,  
 $c^2-4mk>0$ ,  $y(0)=+5$ ,  $\dot{y}(0)=0$



(c)  $F(t)=15\text{sec}$ ,  $1V_{pp}$ ,  $c=3$ ,  $m=k=1$ ,  $c^2-4mk>0$ ,  
 $y(0)=-5$ ,  $\dot{y}(0)=0$

Şekil 2-29

22. **Tam Çözümü Bulun:**  $c^2-4mk=0$  ve  $F(t)=U_S(t)$ , olduğu durumda, aşağıdaki başlangıç değerlerini kullanarak,  $y(t)$  dalga şeklini çizin: (a)  $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$  , (b)  $y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$  , (c)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$  .
23. Şekil 2-28'deki blok diyagramda.  $c^2-4mk=0$  şartını sağlamak için,  $c=2$ ,  $k=1$  ve  $m=1$  olarak değiştirin.
24. Blok diyagramı Deney\_2\_5.mdl adıyla kaydedin.
25. Simülasyonu çalıştırın ve sonuçları, ACS-1000 Analog Kontrol Sistemi kullanılarak elde edilen  $y(t)$  dalga şekilleri ile karşılaştırın. Sonuçlar tamamen eşleşiyor mu?
26. **Tam Çözümü Bulun:**  $c^2-4mk<0$  ve  $F(t)=U_S(t)$ , olduğu durumda, aşağıdaki başlangıç değerlerini kullanarak,  $y(t)$  dalga şeklini çizin: (a)  $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$  , (b)  $y(0) = 5, \dot{y}(0) = 0$  , (c)  $y(0) = -5, \dot{y}(0) = 0$  .
27. Şekil 2-28'deki blok diyagramda.  $c^2-4mk<0$  şartını sağlamak için,  $c=1$ ,  $k=1$  ve  $m=1$  olarak değiştirin.
28. Blok diyagramı Deney\_2\_6.mdl adıyla kaydedin.
29. Simülasyonu çalıştırın ve sonuçları, ACS-1000 Analog Kontrol Sistemi kullanılarak elde edilen  $y(t)$  dalga şekilleri ile karşılaştırın. Sonuçlar tamamen eşleşiyor mu?