



Κλασική Θεωρία Ελέγχου

Ενότητα 13: PD controllers, Lead compensators

Νίκος Καραμπετάκης
Τμήμα Μαθηματικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

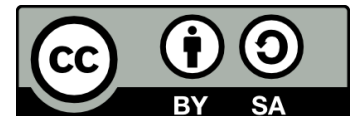


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Περιεχόμενα Ενότητας

- Ideal derivative compensation.
- ideal derivative controller.



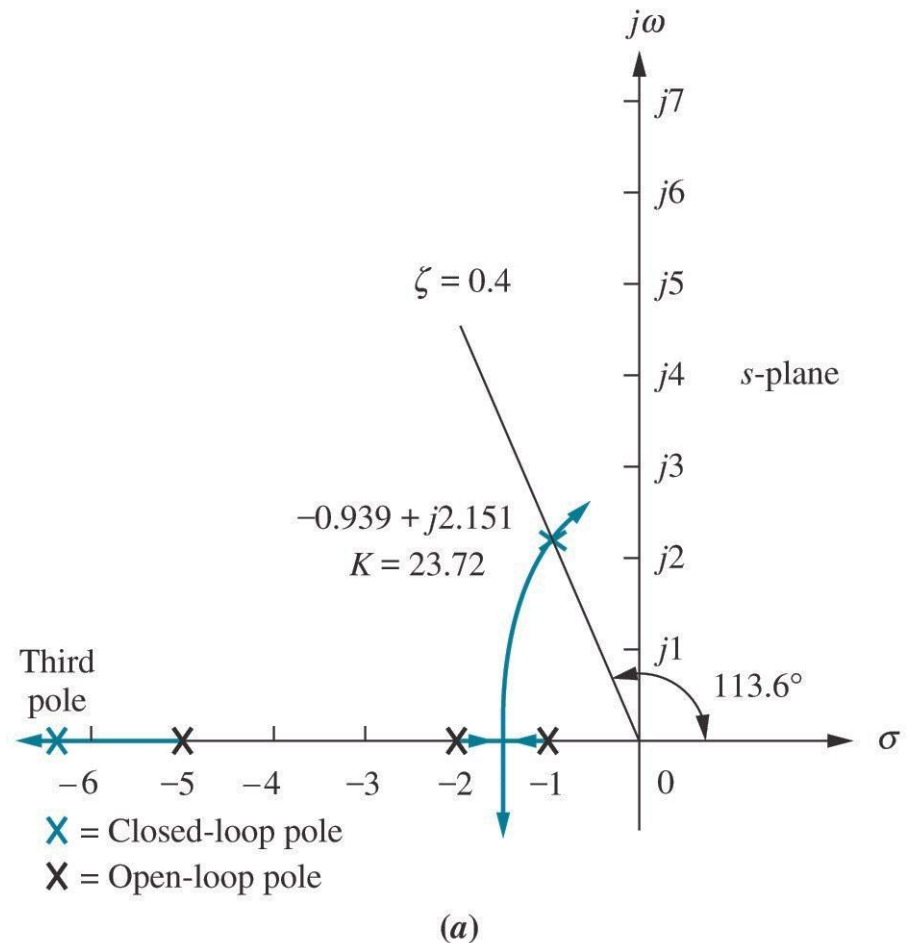
Σκοποί Ενότητας

- Υπολογισμός και κατασκευή αντιθραυσιστών και ελεγκτών.



Ideal derivative compensation (1/6)

- Βελτίωση της δυναμικής συμπεριφοράς του συστήματος.
- Σύστημα χωρίς I.D.C.

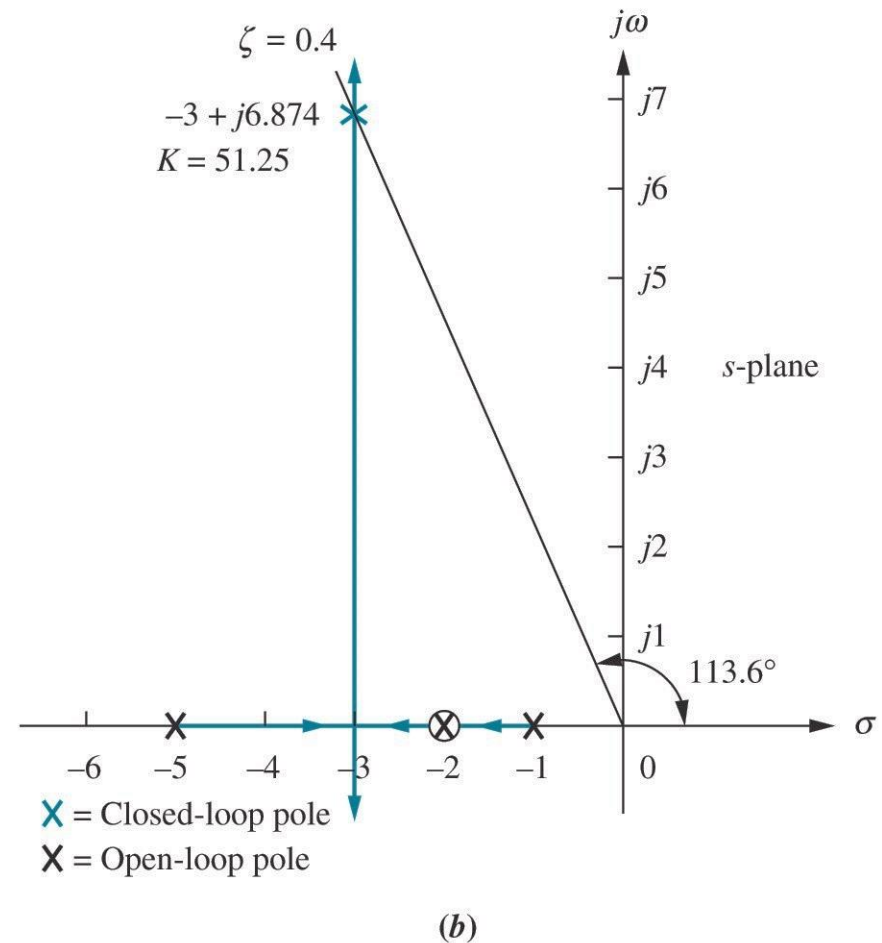


Εικόνα 1



Ideal derivative compensation (2/6)

- Τοποθέτηση μηδενικού στο -2 (όπου είναι και ο πόλος) με συνέπεια την απλοποίηση και άρα θα έχω σύστημα 2ης τάξης.
- Settling time και peak time καλύτερα.

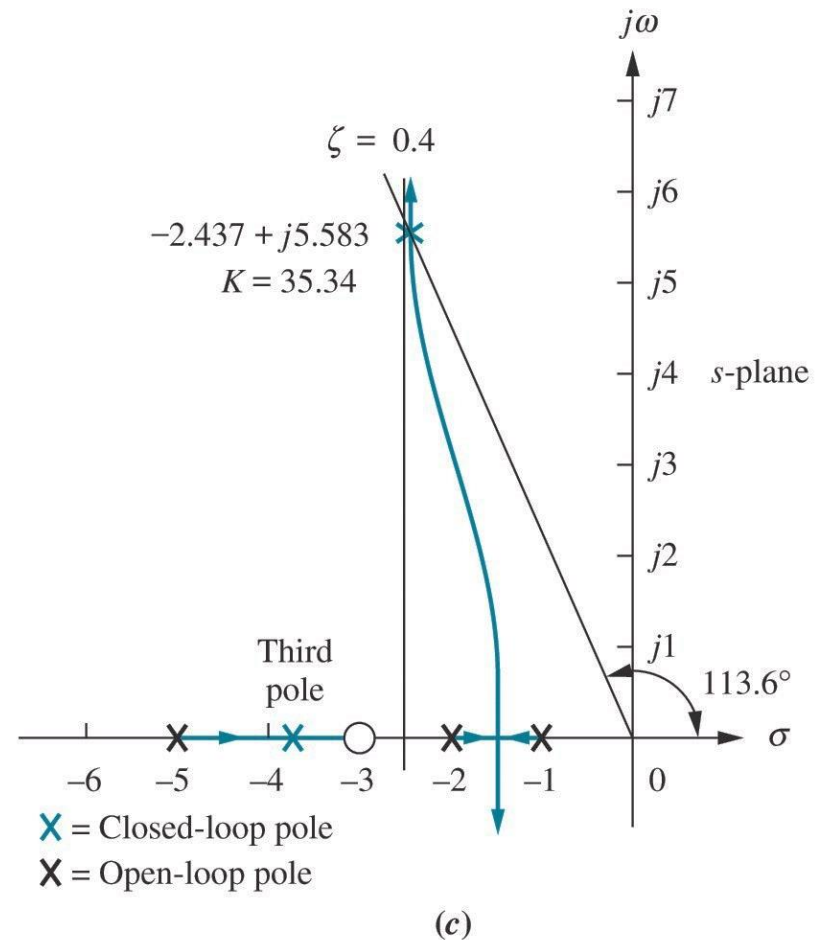


Εικόνα 2



Ideal derivative compensation (3/6)

- Τοποθέτηση μηδενικού στο -3.
- Settling time και peak time καλύτερα από αναλογικό ελεγκτή.

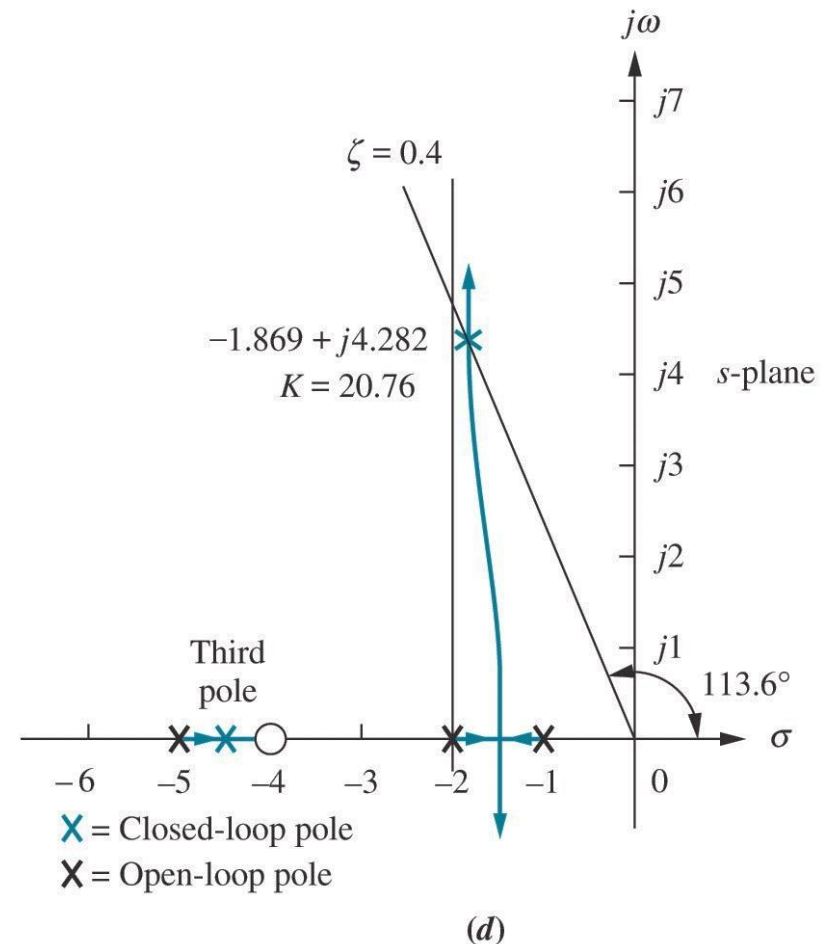


Εικόνα 3



Ideal derivative compensation (4/6)

- Τοποθέτηση μηδενικού στο -4.
- Settling time και peak time καλύτερα από αναλογικό ελεγκτή.



Εικόνα 4

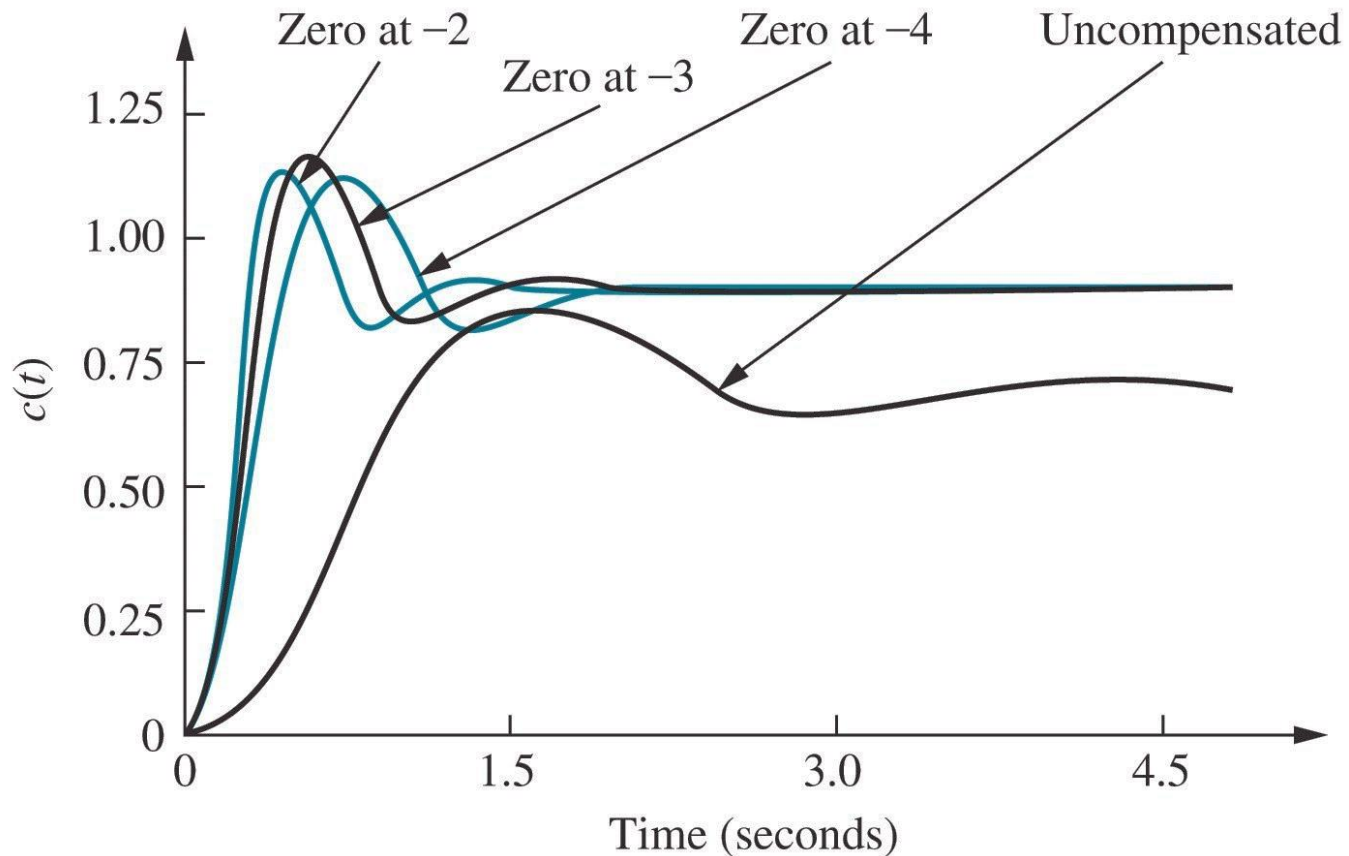


Ideal derivative compensation (5/6)

	Uncompensated	Compensation b	Compensation c	Compensation d
Plant and compensator	$\frac{K}{(s+1)(s+2)(s+5)}$	$\frac{K(s+2)}{(s+1)(s+2)(s+5)}$	$\frac{K(s+3)}{(s+1)(s+2)(s+5)}$	$\frac{K(s+4)}{(s+1)(s+2)(s+5)}$
Dom. Poles	$-0.939 \pm j2.151$	$-3 \pm j6.874$	$-2.437 \pm j5.583$	$-1.869 \pm j4.282$
K	23.72	51.25	35.34	20.76
ζ	0.4	0.4	0.4	0.4
ω_n	2.347	7.5	6.091	4.673
%OS	25.38	25.38	25.38	25.38
T_s	4.26	1.33	1.64	2.14
T_p	1.46	0.46	0.56	0.733
K_p	2.372	10.25	10.6	8.304
$e(\infty)$	0.297	0.089	0.086	0.107
Third pole	-6.123	None	-3.127	-4.262
Zero	None	None	-3	-4
Comments	2 nd order appr OK	Pure 2 nd order	2 nd order appr. OK	2 nd order appr. OK



Ideal derivative compensation (6/6)

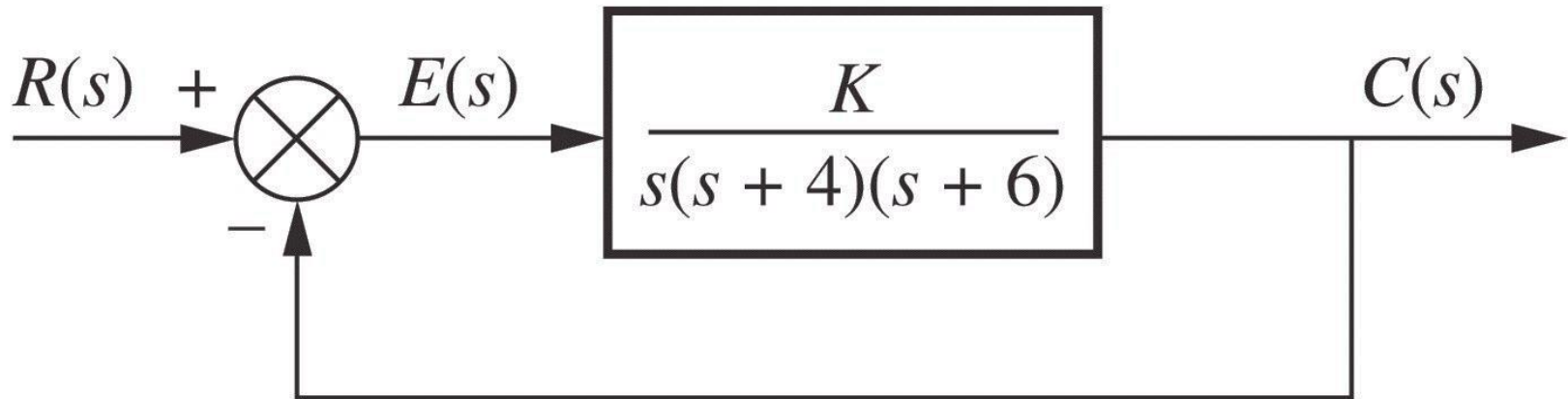


Εικόνα 5



Παράδειγμα 1 (1)

Χρειαζόμαστε για το παρακάτω σύστημα έναν αναλογικό-διαφορικό ελεγκτή που να μας δίνει 16% overshoot και να ρίχνει 3 φορές το settling time που θα παίρναμε με αναλογικό ελεγκτή.



Εικόνα 6



Παράδειγμα 1 (2)

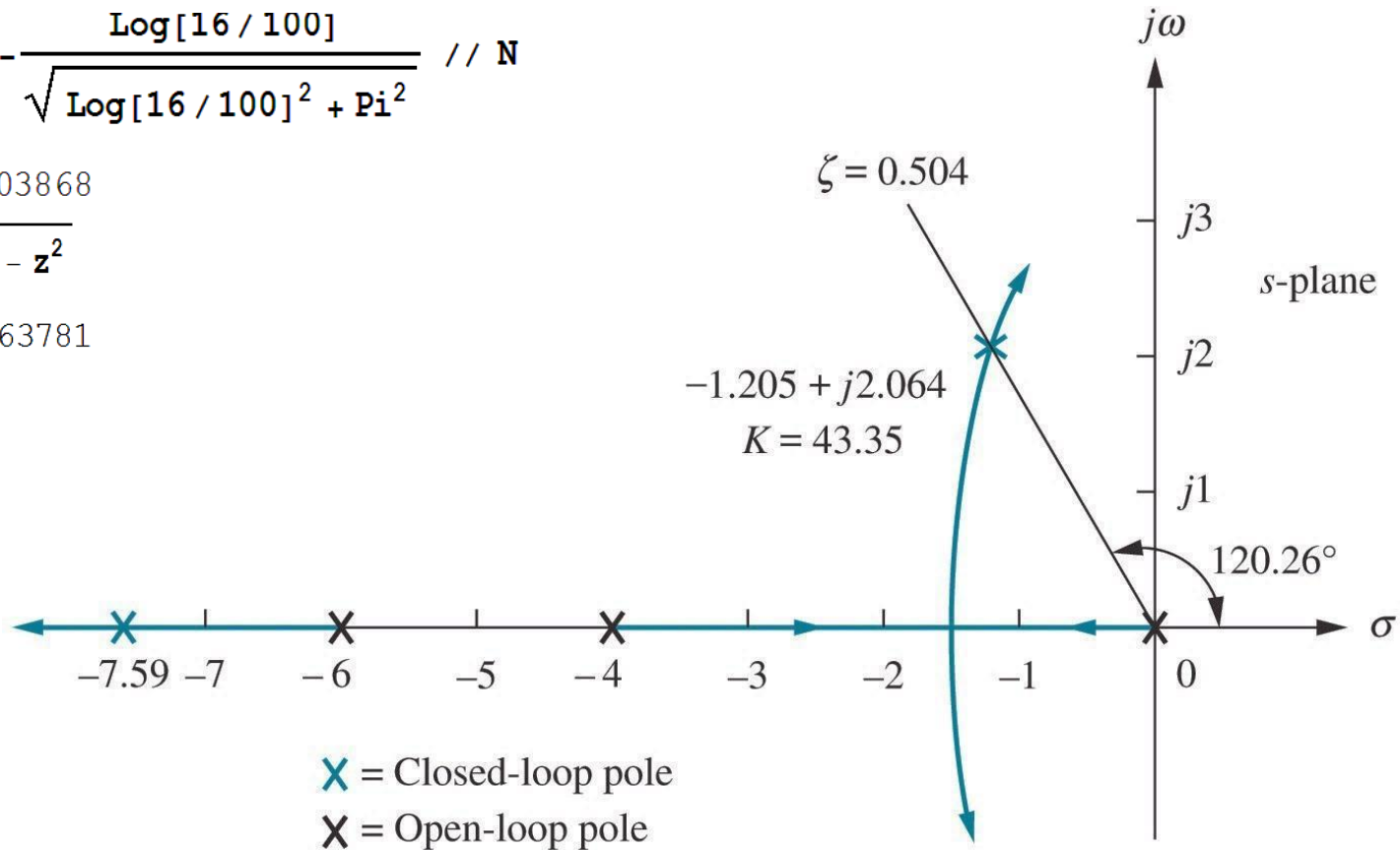
Σύστημα χωρίς ideal derivative controller

$$\text{In}[2]:= z = -\frac{\text{Log}[16/100]}{\sqrt{\text{Log}[16/100]^2 + \text{Pi}^2}} // \text{N}$$

Out[2]= 0.503868

$$\text{In}[3]:= \sqrt{1 - z^2}$$

Out[3]= 0.863781



Εικόνα 7



Παράδειγμα 1 (3)

```
In[22]:= FindRoot[  
  -ArcTan[ $\frac{0.8637806062539576 w_n}{\text{Abs}[6 - 0.5038681020461064 w_n]}$ ] - ArcTan[ $\frac{0.8637806062539576 w_n}{\text{Abs}[4 - 0.5038681020461064 w_n]}$ ] -  
  (Pi - ArcTan[ $\frac{0.8638 w}{0.504 w}$ ]) == -Pi, {w_n, 10}]
```

```
Out[22]= {w_n -> 2.39016}
```

```
In[23]:= -0.5038681020461064 w_n + I 0.8637806062539576 w_n /. w_n -> 2.390163810435264
```

```
Out[23]= -1.20433 + 2.06458 i
```

```
In[32]:=  $\frac{1}{(s + 6)(s + 4)s} K + 1 /. s -> -1.2043273027433061 + 2.0645771452240416 i$ 
```

```
Out[32]= 1 - (0.0230568 + 2.40138 × 10-6 i) K
```

```
In[33]:= Solve[1 - 0.023056826147270115 K == 0, K]
```

```
Out[33]= {{K -> 43.3711}}
```



Παράδειγμα 1 (4)

$$\text{Έχουμε } T_s = \frac{4}{\zeta\omega_n} = \frac{4}{1.205} = 3.320$$

$$\text{Θέλουμε } T_s = \frac{3.320}{3} = 1.107 = \frac{4}{\zeta\omega'_n} \Rightarrow \zeta\omega'_n = \frac{4}{1.107} = 3.613$$

Πραγματικό μέρος δηλ. $-\zeta\omega'_n = -3.613$

Φανταστικό μέρος:

$$\omega'_n\sqrt{1 - \zeta^2} = \zeta\omega'_n \tan(\theta) =$$

$$= 3.613 \times \tan(59.7438^\circ) = 6.1937$$

$$\tan(\theta) = \frac{\omega'_n\sqrt{1 - \zeta^2}}{\zeta\omega'_n}$$

```
In[35]:= ArcCos[0.5038681020461064`] | 180 | Pi
```

```
Out[35]= 59.7438
```

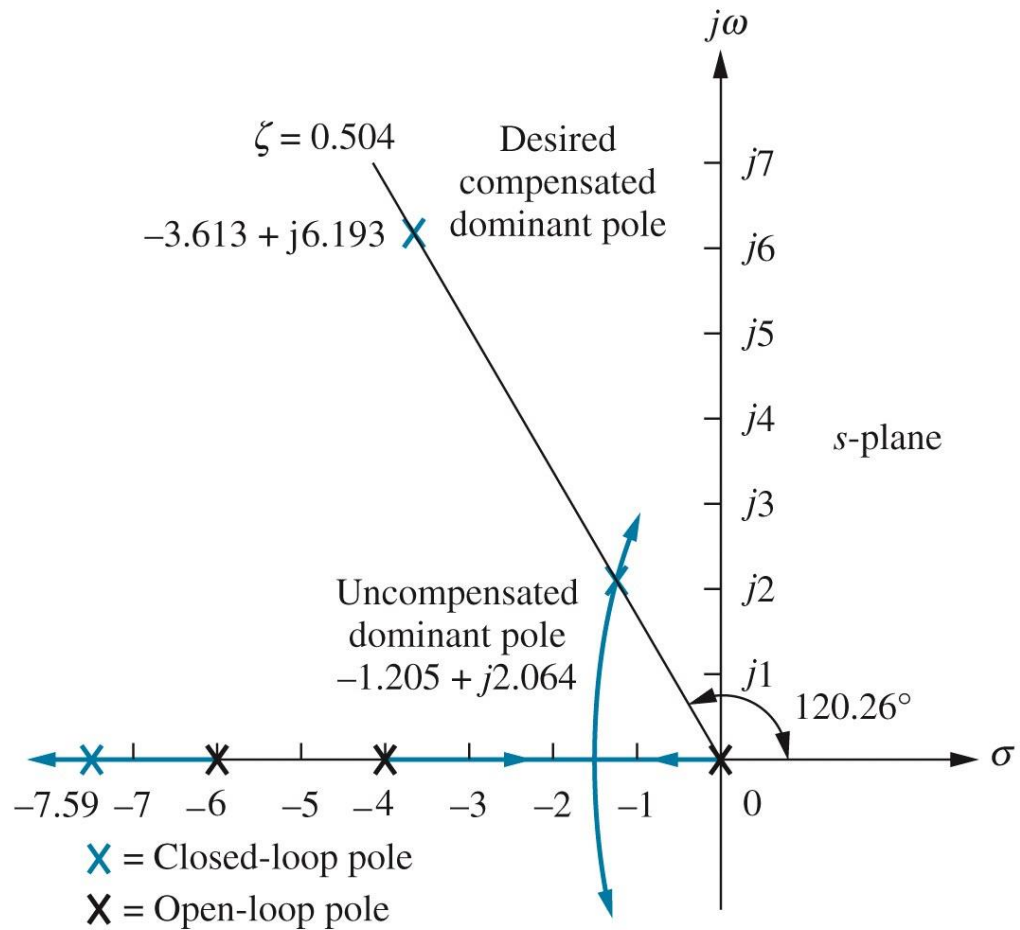


Παράδειγμα 1 (5)

	Uncompensated	Simulation	Compensated	Simulation
Plant and compensator	$\frac{K}{s(s+4)(s+6)}$		$\frac{K(s+3.006)}{s(s+4)(s+6)}$	
Dom. Poles	$-1.205 \pm j2.064$		$-3.613 \pm j6.193$	
K	43.35		47.45	
ζ	0.504		0.504	
ω_n	2.39		7.17	
%OS	16	14.8	16	11.8
T_s	3.320	3.6	1.107	1.2
T_p	1.522	1.7	0.507	0.5
K_v	1.806		5.94	
$e(\infty)$	0.554		0.168	
Third pole	-7.591		-2.775	
Zero	None		-3.006	
Comments	2 nd order appr OK		Pole-zero not cancelling	



Παράδειγμα 1 (6)



Εικόνα 8



Παράδειγμα 1 (7)

Συνεισφορά υπάρχοντων πόλων στην γωνία του γ.τ.ρ.

$$\text{In}[38]:= \left(\text{ArcTan}\left[\frac{6.193}{6 \cdot 3.613}\right] \cdot \text{ArcTan}\left[\frac{6.193}{4 \cdot 3.613}\right] \cdot \left(\text{Pi} \cdot \text{ArcTan}\left[\frac{6.193}{3.613}\right]\right) \right) / 180 / \text{Pi}$$

$$\text{Out}[38]= 275.605$$

Υπόλοιπο: $275.605 - 180 = 95.6051$ μοίρες

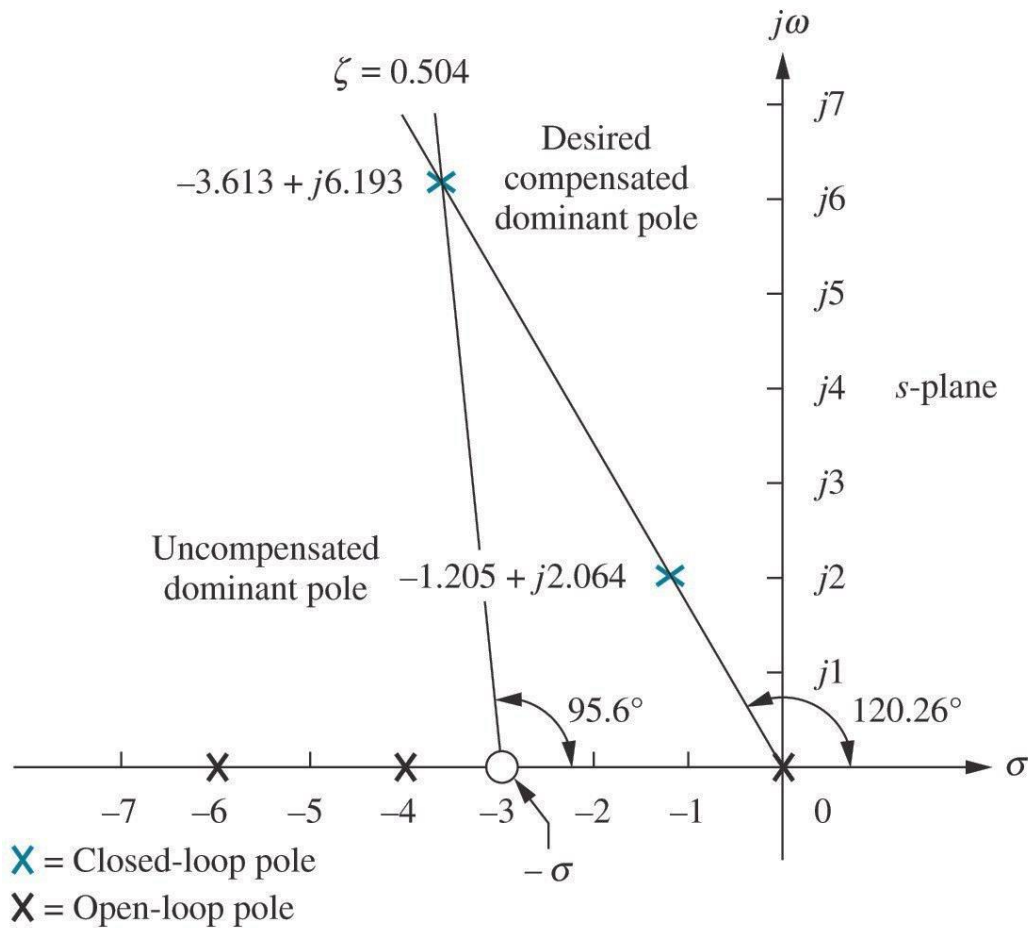
Αυτή είναι η συνεισφορά του μηδενικού!

Αν λοιπόν το μηδενικό είναι στη θέση $-\sigma$ θα πρέπει:

$$\frac{6.193}{3.613 - \sigma} = \tan(180 - 95.6051) \Rightarrow \sigma = 3.006$$



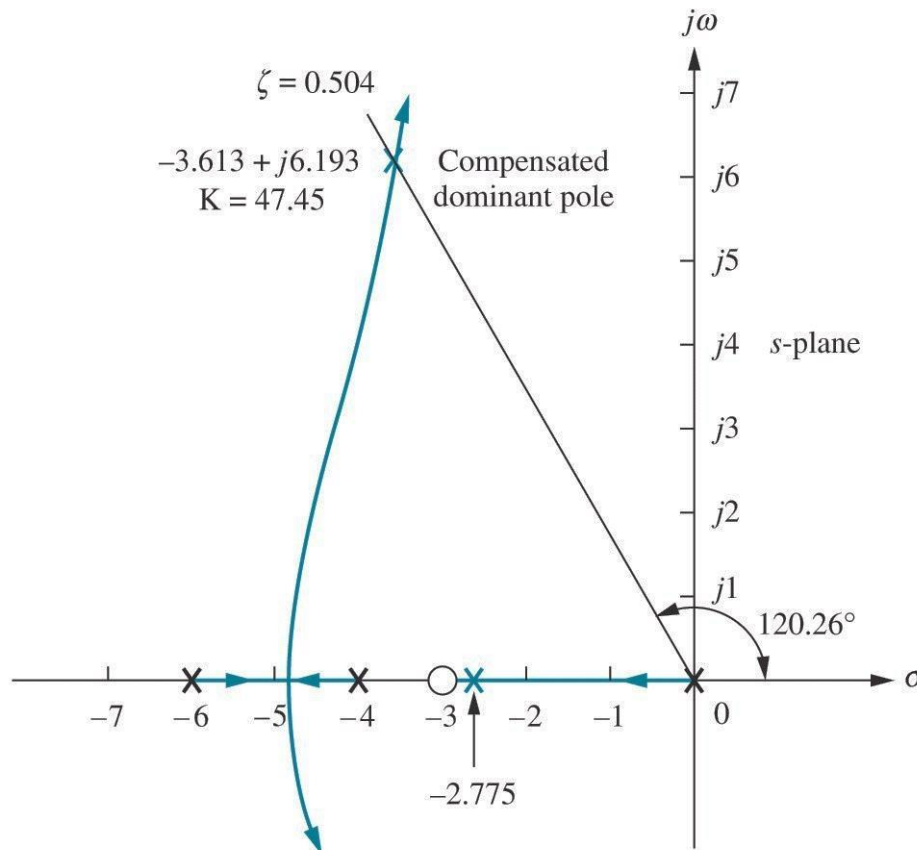
Παράδειγμα 1 (8)



Εικόνα 9



Παράδειγμα 1 (9)

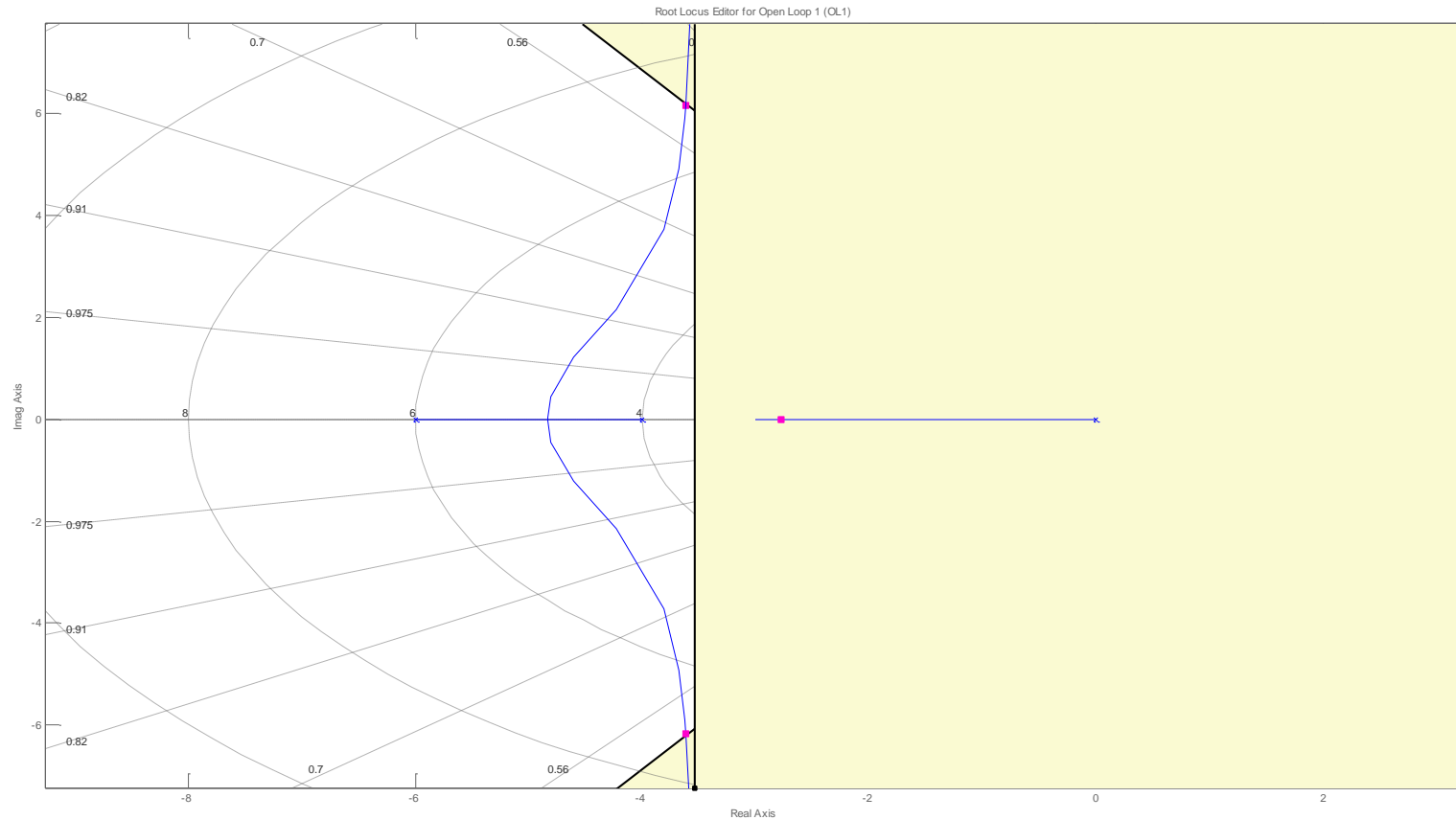


X = Closed-loop pole
X = Open-loop pole

Εικόνα 10



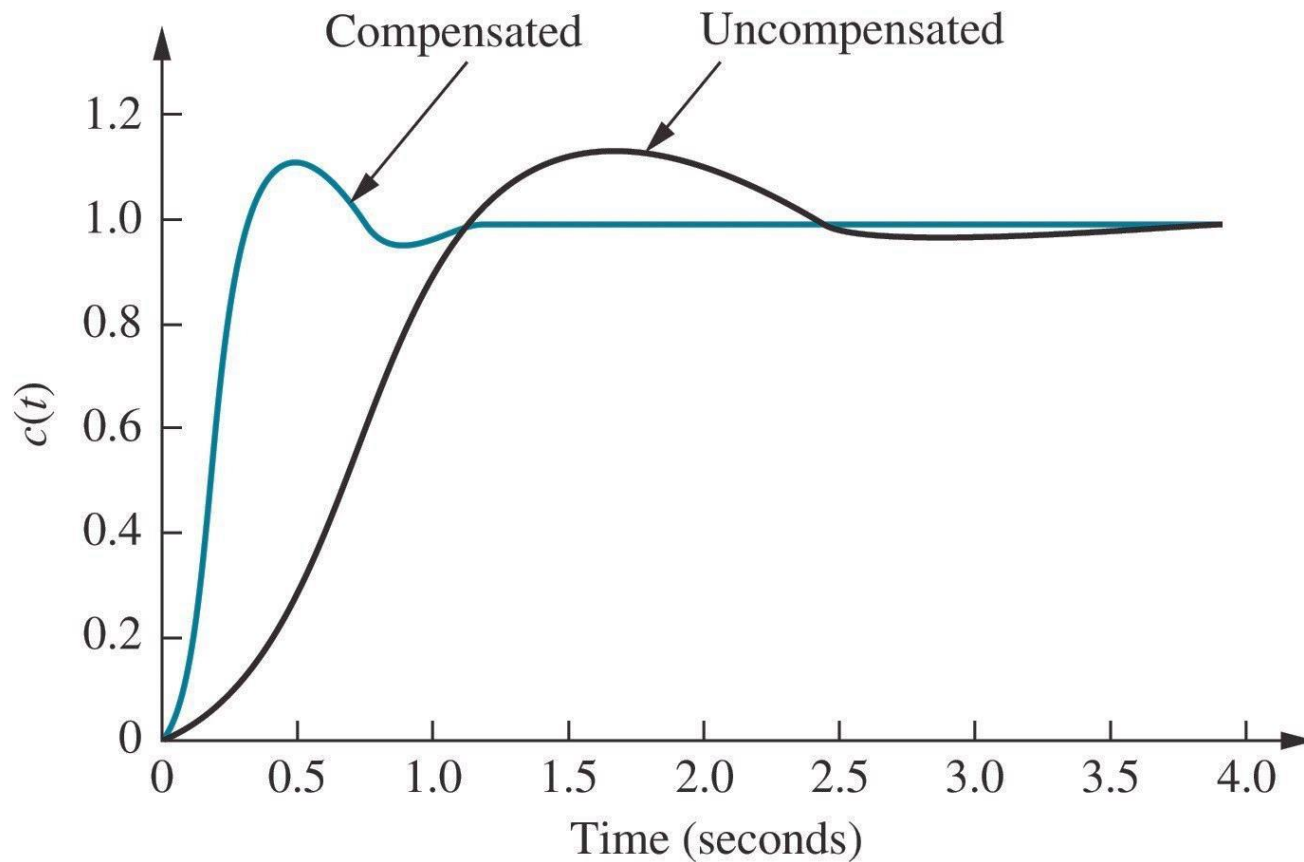
Παράδειγμα 1 (10)



Εικόνα 11



Παράδειγμα 1 (11)

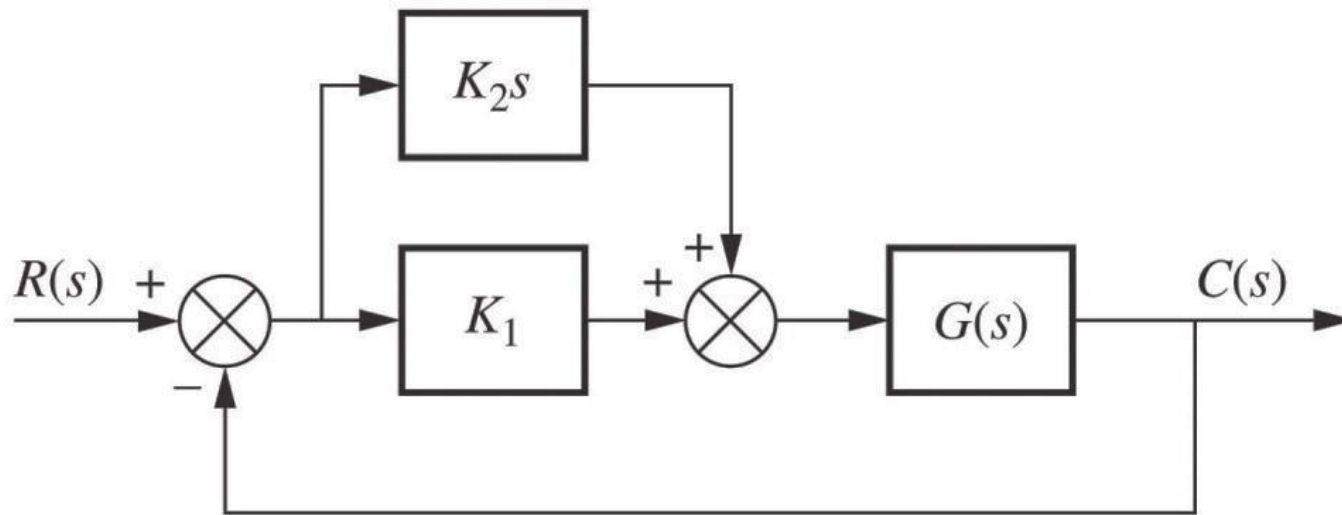


Εικόνα 12



Παράδειγμα 1 (12)

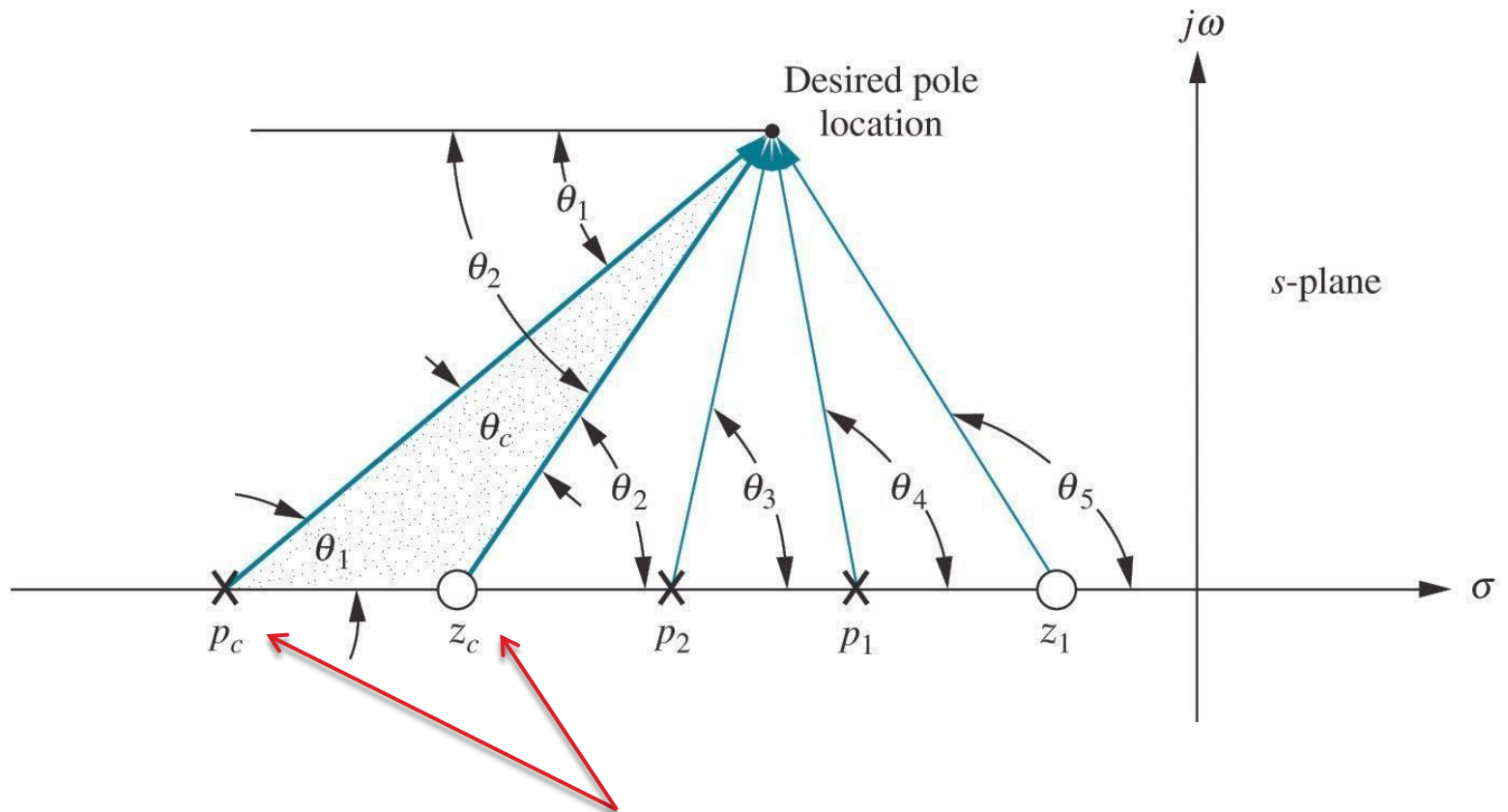
$$K_2s + K_1 = K_2 \left(s + \frac{K_1}{K_2} \right)$$



Εικόνα 13



Σύστημα προήγησης φάσης (Lead Compensation) (1)

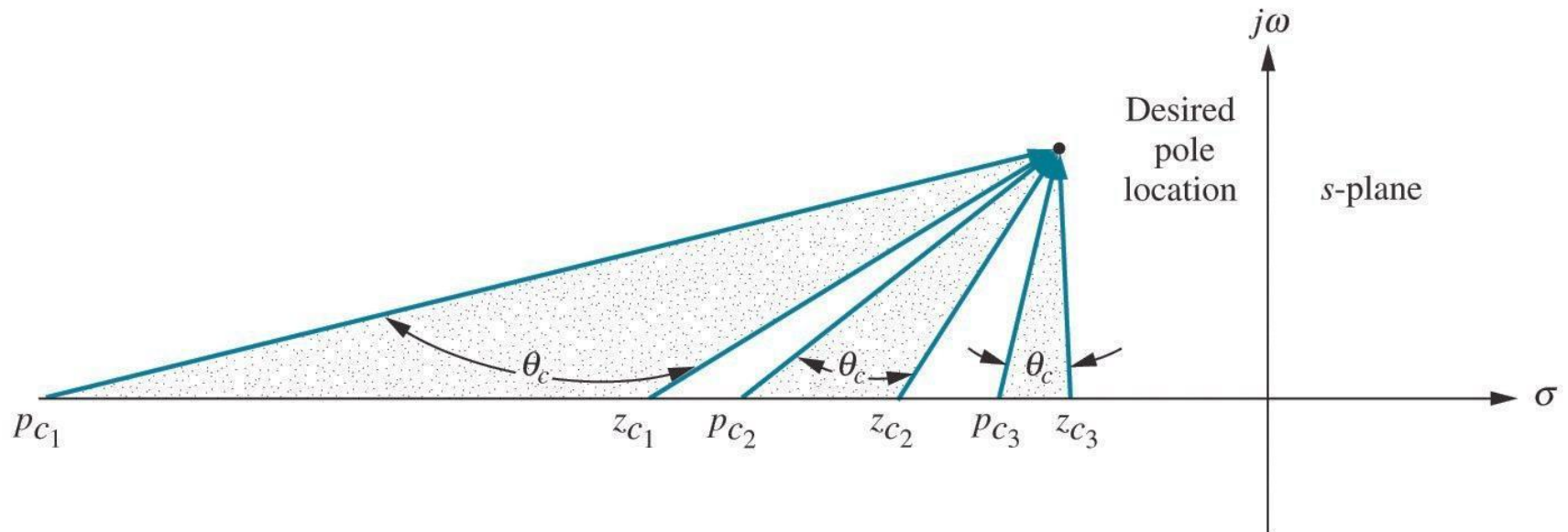


Εικόνα 14

Προσθήκη μηδενικού z_c και πόλου p_c .



Σύστημα προήγησης φάσης (Lead Compensation) (2)



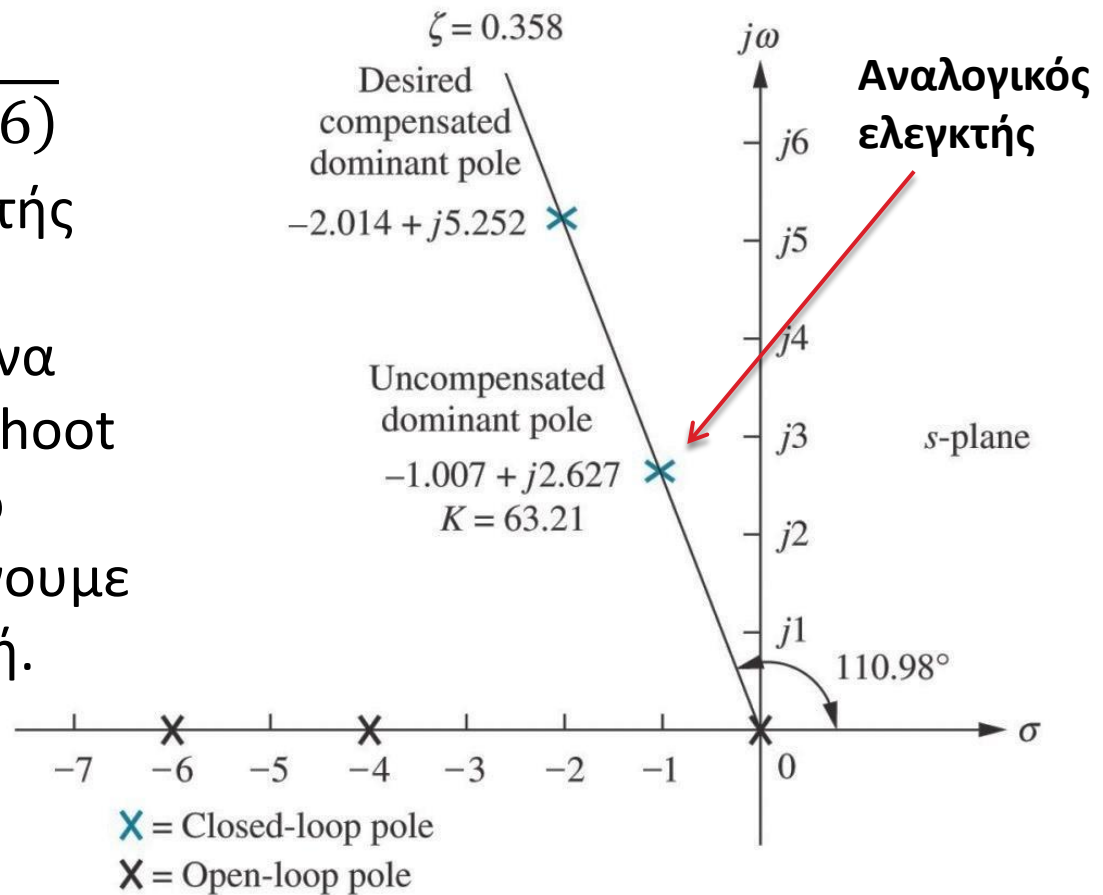
Εικόνα 15



Παράδειγμα 2 (1)

$$G(s) = \frac{1}{s(s+4)(s+6)}$$

Να σχεδιασθεί ένας ελεγκτής προήγησης φάσης (lead compensator design) που να διατηρεί στο 30% το overshoot και να μειώνει στο μισό το settling time που πετυχαίνουμε με έναν αναλογικό ελεγκτή.



Εικόνα 16



Σύστημα χωρίς ideal derivative controller

$$\text{In}[41]:= z : \cdot \frac{\text{Log}[30] \text{Log}[100]}{\sqrt{\text{Log}[30] \text{Log}[100]^2 + \text{Pi}^2}} \quad || \quad \mathbf{N}$$

Out[41]= 0.357857

$$\text{In}[43]:= \sqrt{1 \cdot z^2}$$

Out[43]= 0.933776



Παράδειγμα 2 (2)

```
In[44]:= FindRoot[
  ArcTan[ $\frac{0.9337763512468776 \cdot w_n}{\text{Abs}[6 \cdot 0.3578571305033167 \cdot w_n]}$ ] - ArcTan[ $\frac{0.9337763512468776 \cdot w_n}{\text{Abs}[4 \cdot 0.3578571305033167 \cdot w_n]}$ ] -
  (Pi \cdot ArcTan[ $\frac{0.9337763512468776 \cdot w}{0.3578571305033167 \cdot w}$ ]) - Pi, {w_n, 10}]
```

```
Out[44]= {w_n -> 2.81375}
```

```
In[45]:= -0.3578571305033167 \cdot w_n + I 0.9337763512468776 \cdot w_n /. w_n -> 2.81374560687356`
```

```
Out[45]= -1.00692 + 2.62741 i
```

```
In[46]:=  $\frac{1}{(s + 6)(s + 4)s}$  K + 1 /. s -> -1.0069189288420854` + 2.627409106123324` i
```

```
Out[46]= 1 - (0.0158158 + 3.03195 \times 10^{-18} i) K
```

```
In[47]:= Solve[1 - 0.015815838321713176` K == 0, K]
```

```
Out[47]= {{K -> 63.2278}}
```

```
In[48]:= z w_n /. {z -> 0.3578571305033167`, w_n -> 2.81374560687356`}
```

```
Out[48]= 1.00692
```



Παράδειγμα 2 (3)

$$\text{Έχουμε } T_s = \frac{4}{\zeta\omega_n} = \frac{4}{1.00692} = 3.97251$$

$$\tan(\theta) = \frac{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta\omega_n}$$

$$\text{Θέλουμε } T_s = \frac{3.97251}{2} = 1.98626 = \frac{4}{\zeta\omega_n} \Rightarrow$$

$$\zeta\omega_n = \frac{4}{1.98626} = 2.01384$$

Συνεπώς ο πόλος θέλουμε να έχει πραγματικό μέρος

$$-\zeta\omega_n = -2.01384$$

και φανταστικό μέρος: $\tan(\theta) = \frac{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta\omega_n}$

$$\omega_n\sqrt{1-\zeta^2} = \zeta\omega_n \tan(\theta) = 2.01384 \times \tan(69.0313^\circ) = 5.25482$$

```
In[52]:= ArcCos[0.3578571305033167`] | 180 | Pi
```

```
Out[52]= 69.0313
```



Παράδειγμα 2 (4)

Τοποθετούμε το μηδενικό σε μια επιθυμητή θέση π.χ. στο -5.
Συνεισφορά υπάρχοντων πόλων και μηδενικών στην γωνία του
γ.τ.ρ.

$$\left(\operatorname{ArcTan} \left| \frac{5.25482}{6 \cdot 2.01384} \right| + \operatorname{ArcTan} \left| \frac{5.25482}{5 \cdot 2.01384} \right| + \operatorname{ArcTan} \left| \frac{5.25482}{4 \cdot 2.01384} \right| + \left(\operatorname{Pi} \cdot \operatorname{ArcTan} \left| \frac{5.25482}{2.01384} \right| \right) \right) \cdot 180 \cdot \operatorname{Pi}$$

Out[55]= 172.689

Υπόλοιπο: $-172.689 + 180 = 7.31102$ μοίρες

Αυτή είναι η συνεισφορά του πόλου που λείπει!
Αν λοιπόν ο πόλος είναι στη θέση $-\sigma$ θα πρέπει:

$$\frac{5.25482}{\sigma - 2.01384} = \tan(7.31102^\circ)$$

Άρα ο ελεγκτής θα είναι της μορφής: $\frac{s+5}{s+42.96}$

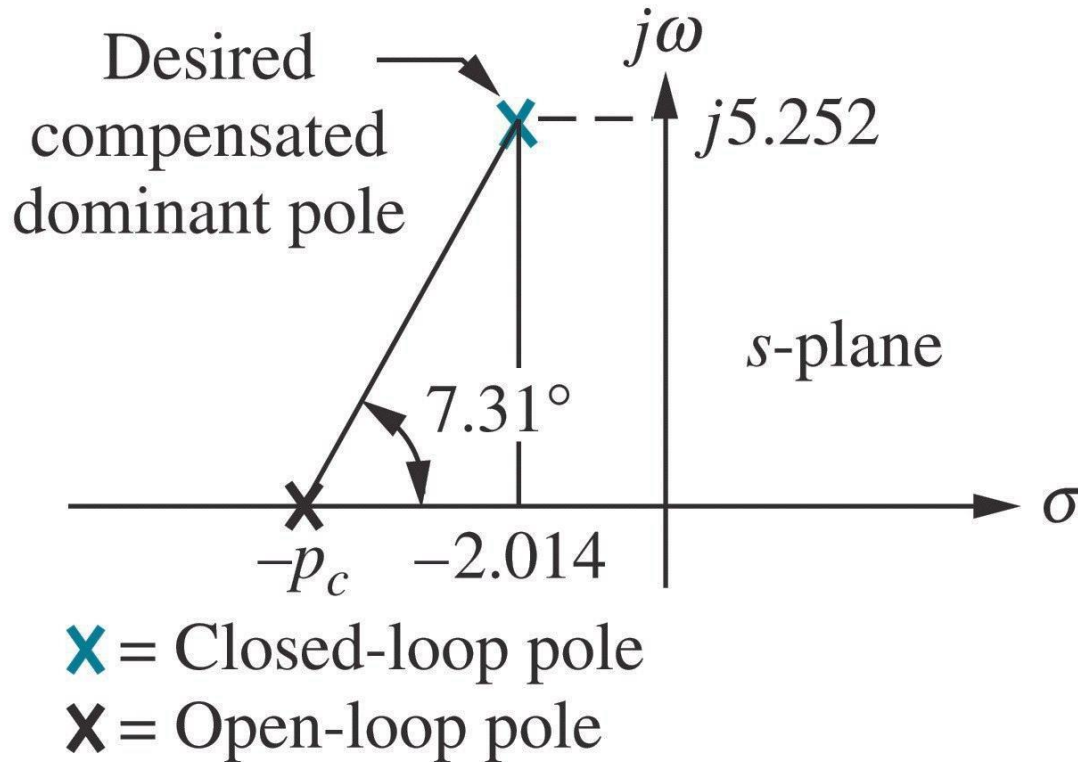


Παράδειγμα 2 (5)

	Uncompensated	Compensation a	Compensation b	Compensation c
Plant and compensator	$\frac{K}{(s+1)(s+2)(s+5)}$	$\frac{K(s+2)}{(s+1)(s+2)(s+5)}$	$\frac{K(s+3)}{(s+1)(s+2)(s+5)}$	$\frac{K(s+4)}{(s+1)(s+2)(s+5)}$
Dom. Poles	$-0.939 \pm j2.151$	$-3 \pm j6.874$	$-2.437 \pm j5.583$	$-1.869 \pm j4.282$
K	23.72	51.25	35.34	20.76
ζ	0.4	0.4	0.4	0.4
ω_n	2.347	7.5	6.091	4.673
%OS	25.38	25.38	25.38	25.38
T_s	4.26	1.33	1.64	2.14
T_p	1.46	0.46	0.56	0.733
K_p	2.372	10.25	10.6	8.304
$e(\infty)$	0.297	0.089	0.086	0.107
Third pole	-6.123	None	-3.127	-4.262
Zero	None	None	-3	-4
Comments	2 nd order appr OK	Pure 2 nd order	2 nd order appr. OK	2 nd order appr. OK



Παράδειγμα 2 (6)

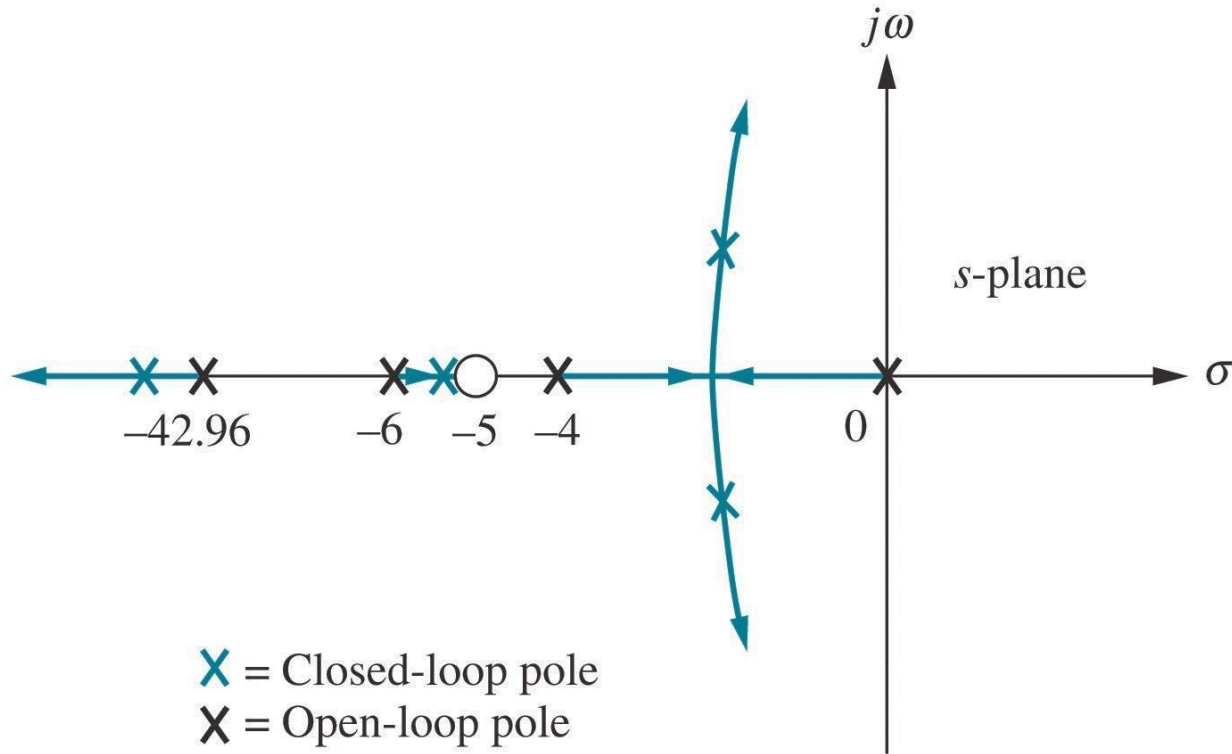


Note: This figure is not drawn to scale.

Εικόνα 17



Παράδειγμα 2 (7)

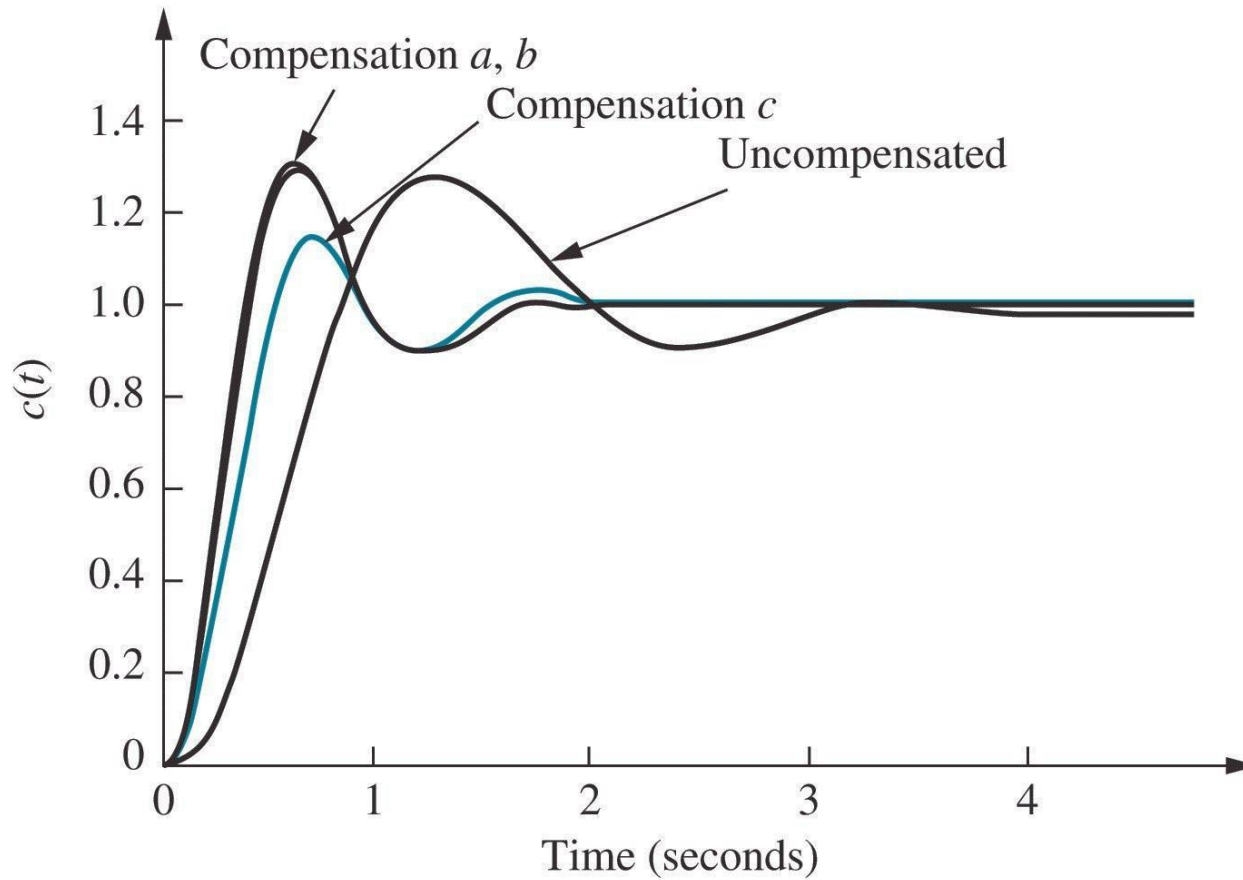


Note: This figure is not drawn to scale.

Εικόνα 18



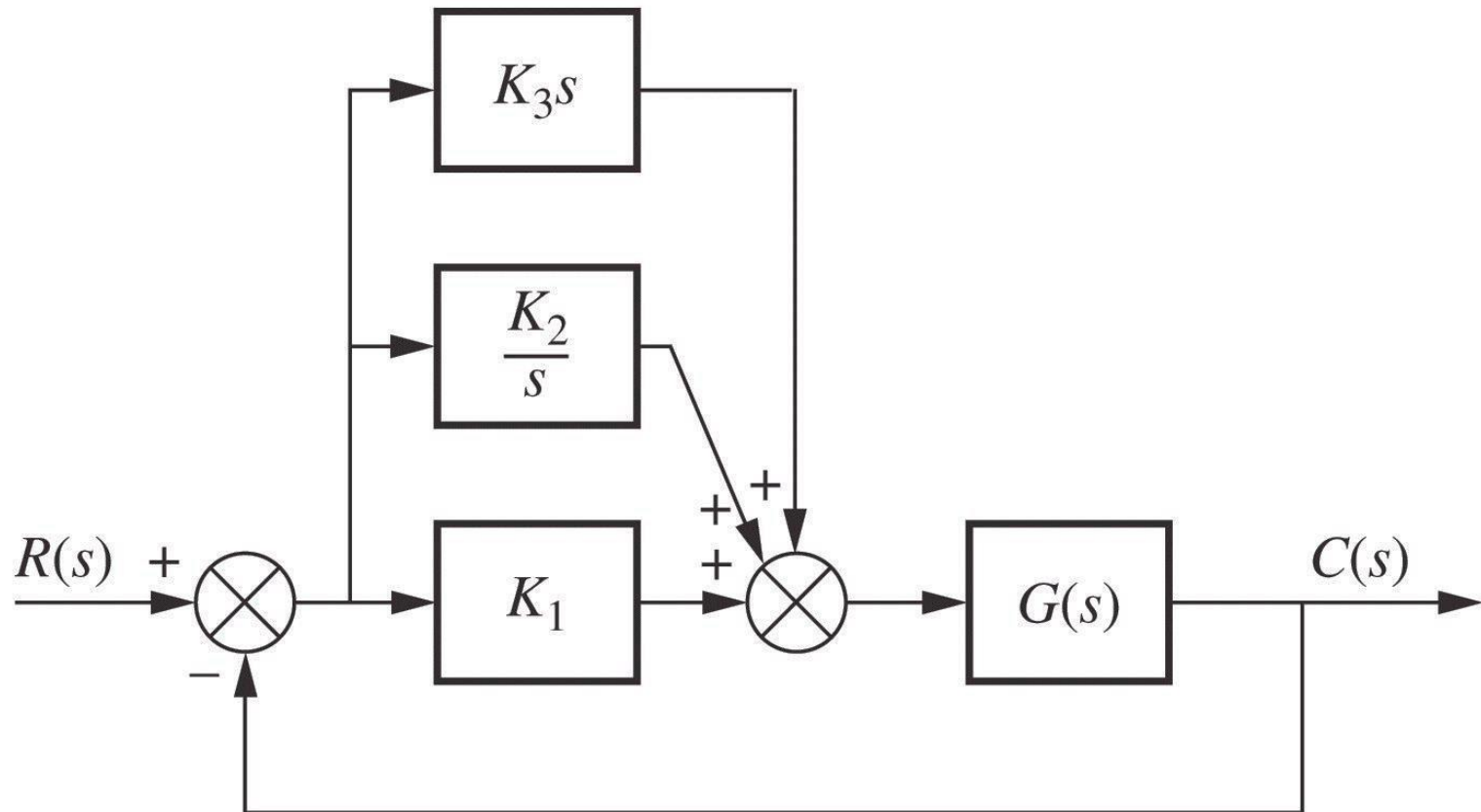
Παράδειγμα 2 (8)



Εικόνα 19



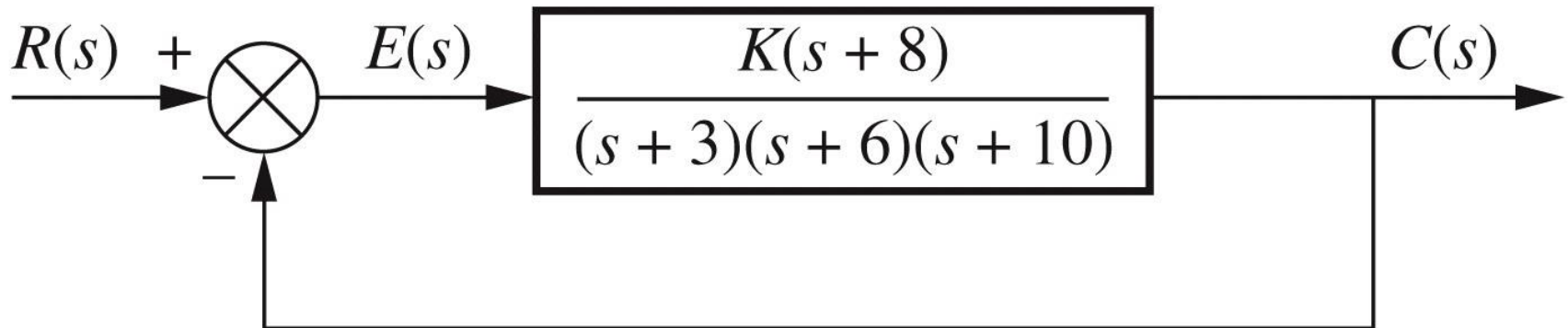
Παράδειγμα 2 (9)



Εικόνα 20



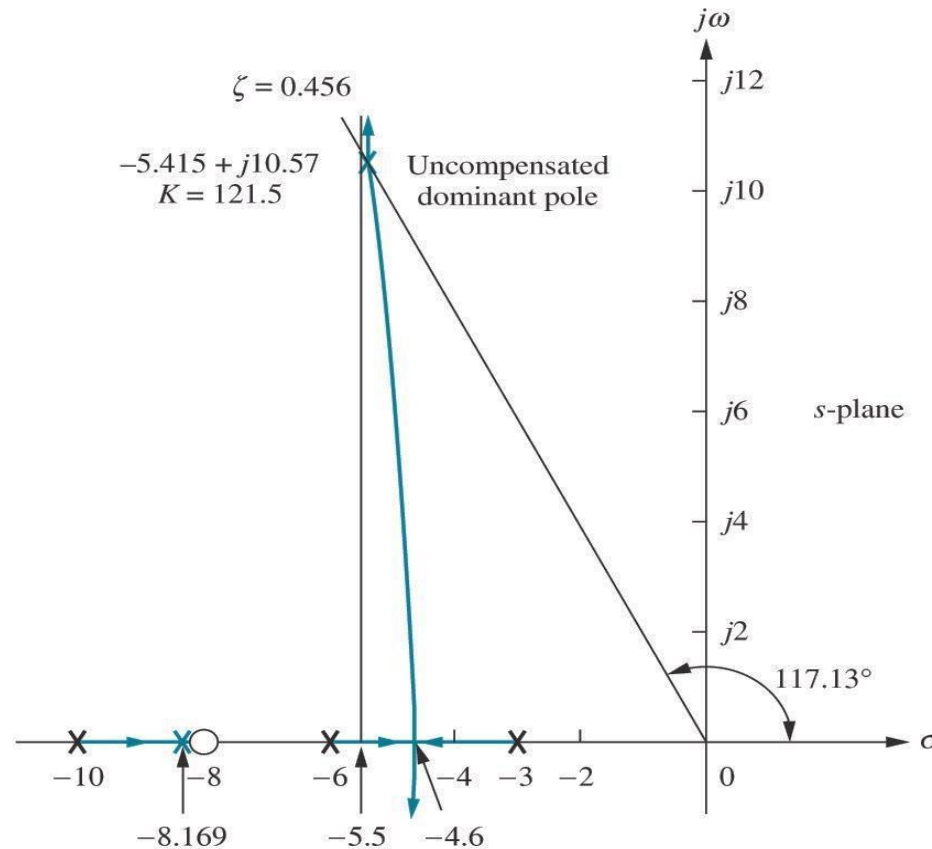
Παράδειγμα 3 (1)



Εικόνα 21



Παράδειγμα 3 (2)



X = Closed-loop pole
X = Open-loop pole

Εικόνα 22

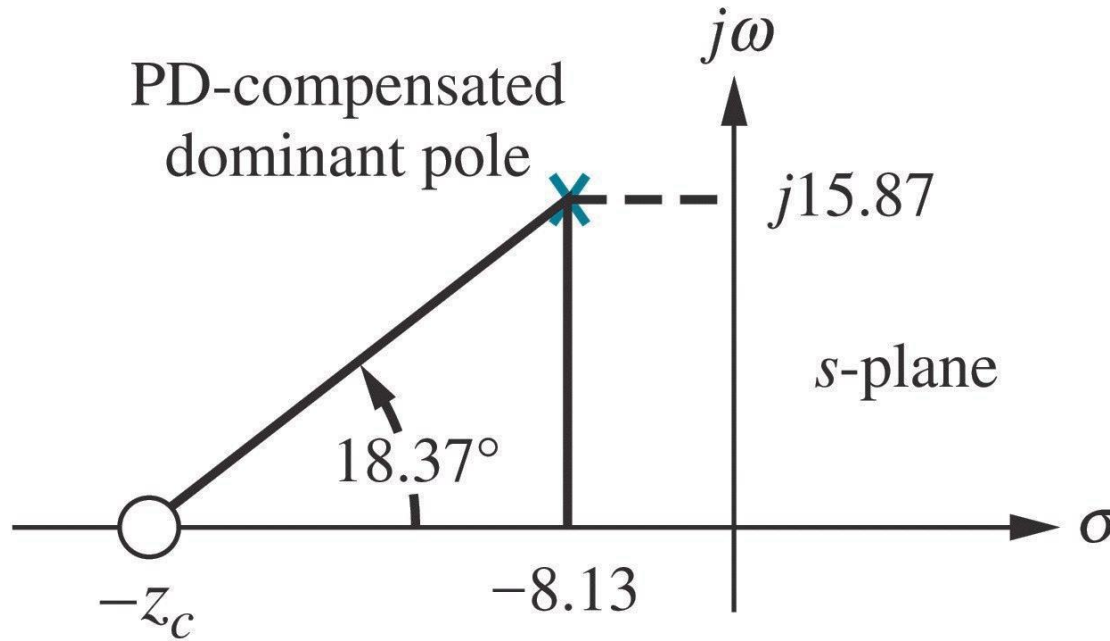


Παράδειγμα 3 (3)

	Uncompensated	PD-Compensated	PID-Compensated
Plant and compensator	$\frac{K(s+8)}{(s+3)(s+6)(s+10)}$	$\frac{K(s+8)(s+55.92)}{(s+3)(s+6)(s+10)}$	$\frac{K(s+8)(s+55.92)(s+0.5)}{(s+3)(s+6)(s+10)s}$
Dom. Poles	$-5.415 \pm j10.57$	$-8.13 \pm j15.87$	$-7.516 \pm j14.67$
K	121.5	5.34	4.6
ζ	0.456	0.456	0.456
ω_n	11.88	17.83	16.49
%OS	20	20	20
T_s	0.739	0.492	0.532
T_p	0.297	0.198	0.214
K_p	5.4	13.27	∞
$e(\infty)$	0.156	0.070	0
Third pole	-8.169	-8.079	-8.099, -0.468
Zero	-8	-8, -55.92	-8, -55.92, -0.5
Comments	2 nd order appr OK	2 nd order appr OK	Zeros at -55.92 and -0.5 not canceled



Παράδειγμα 3 (4)



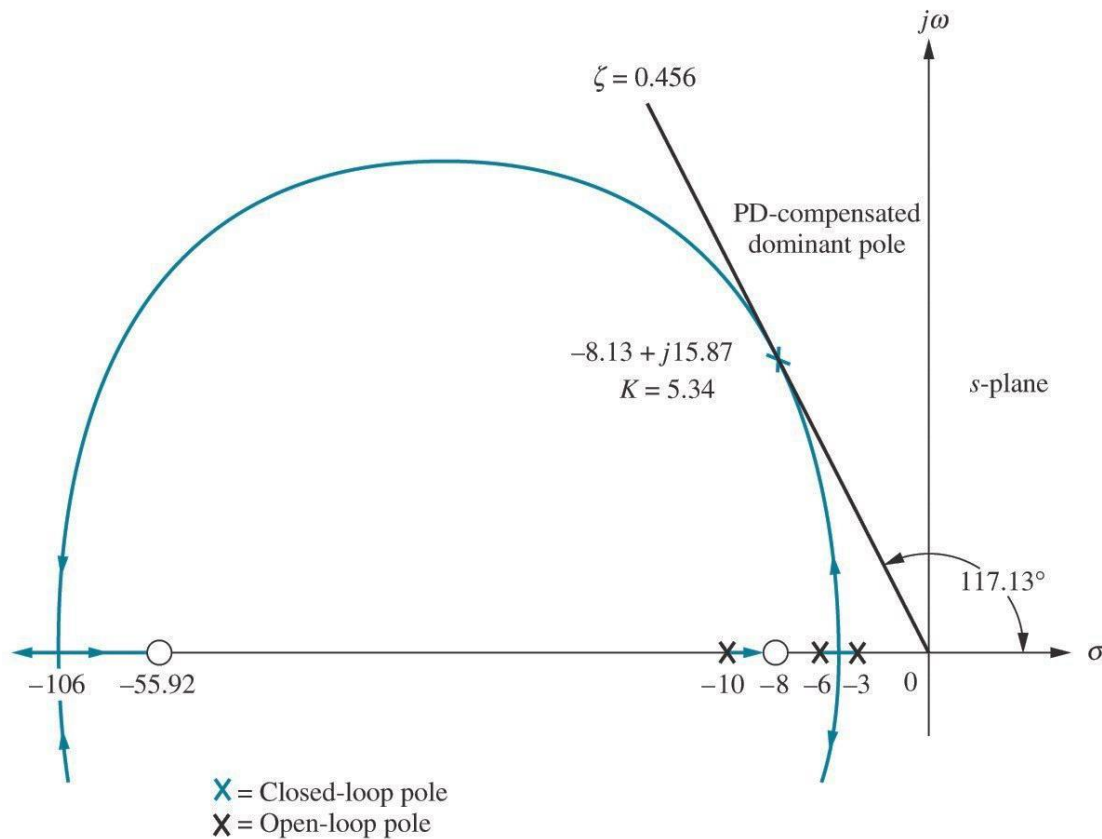
X = Closed-loop pole

Note: This figure is not drawn to scale.

Εικόνα 23



Παράδειγμα 3 (5)

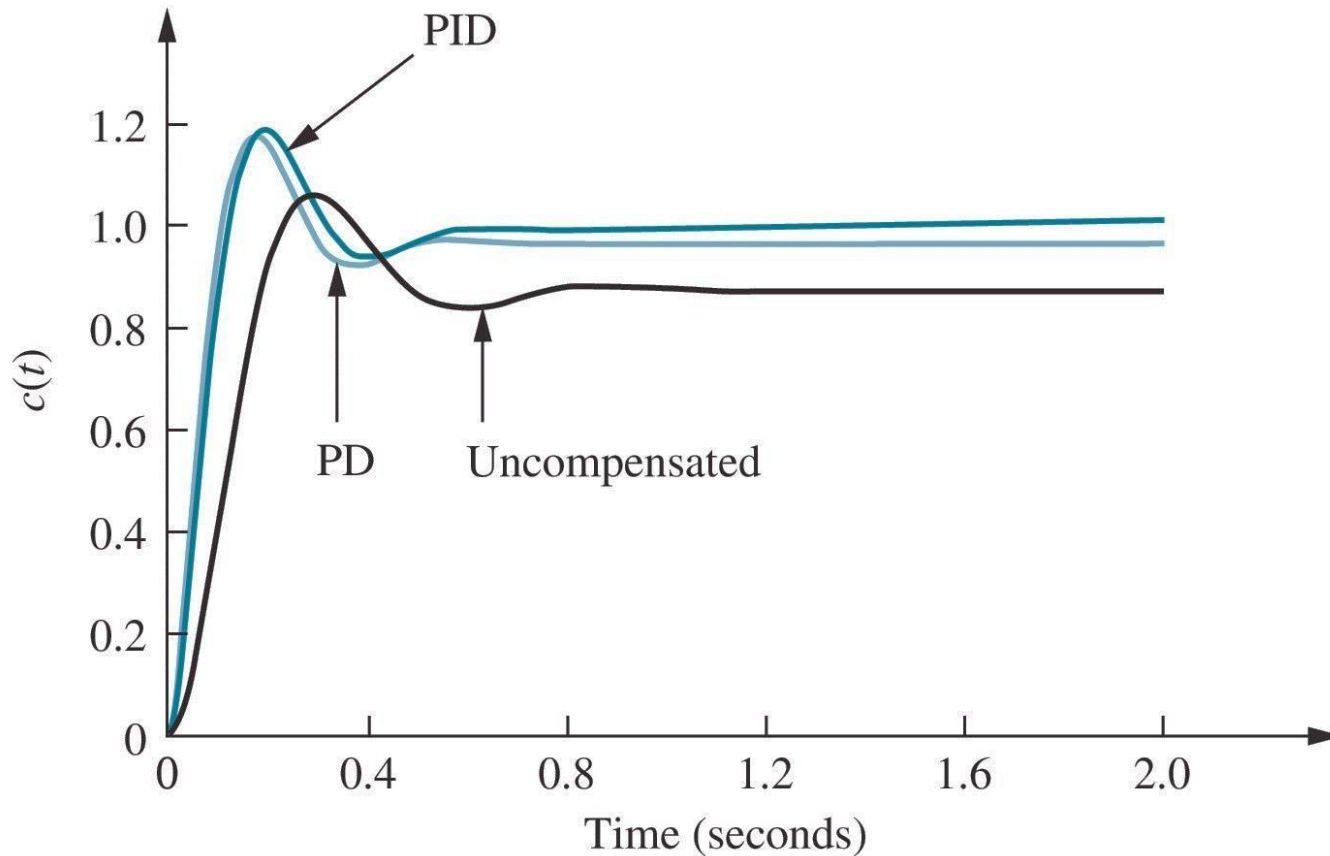


Note: This figure is not drawn to scale.

Εικόνα 24



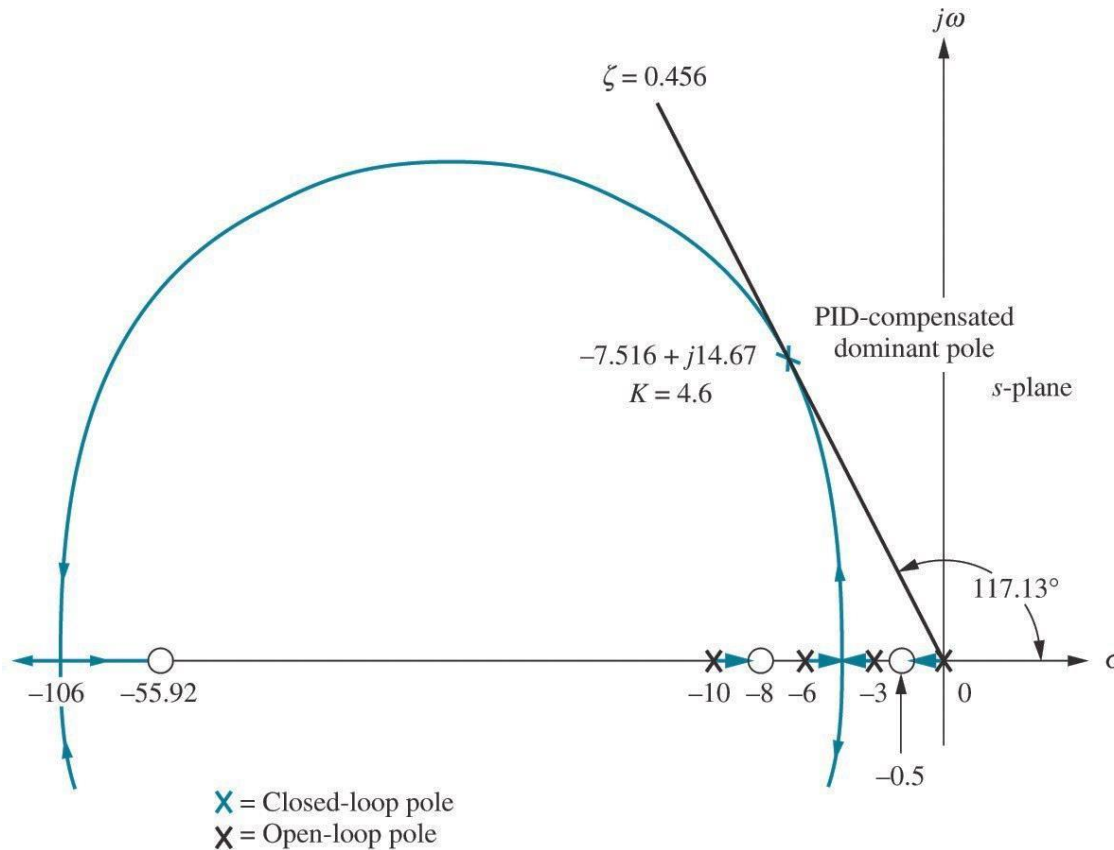
Παράδειγμα 3 (6)



Εικόνα 25



Παράδειγμα 3 (7)

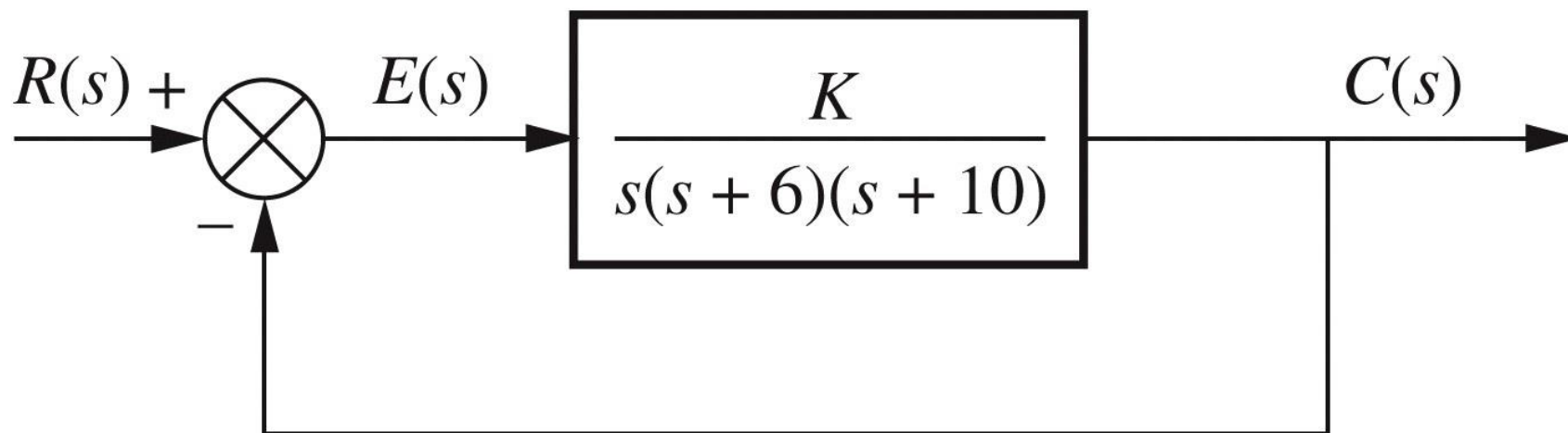


Note: This figure is not drawn to scale.

Εικόνα 26



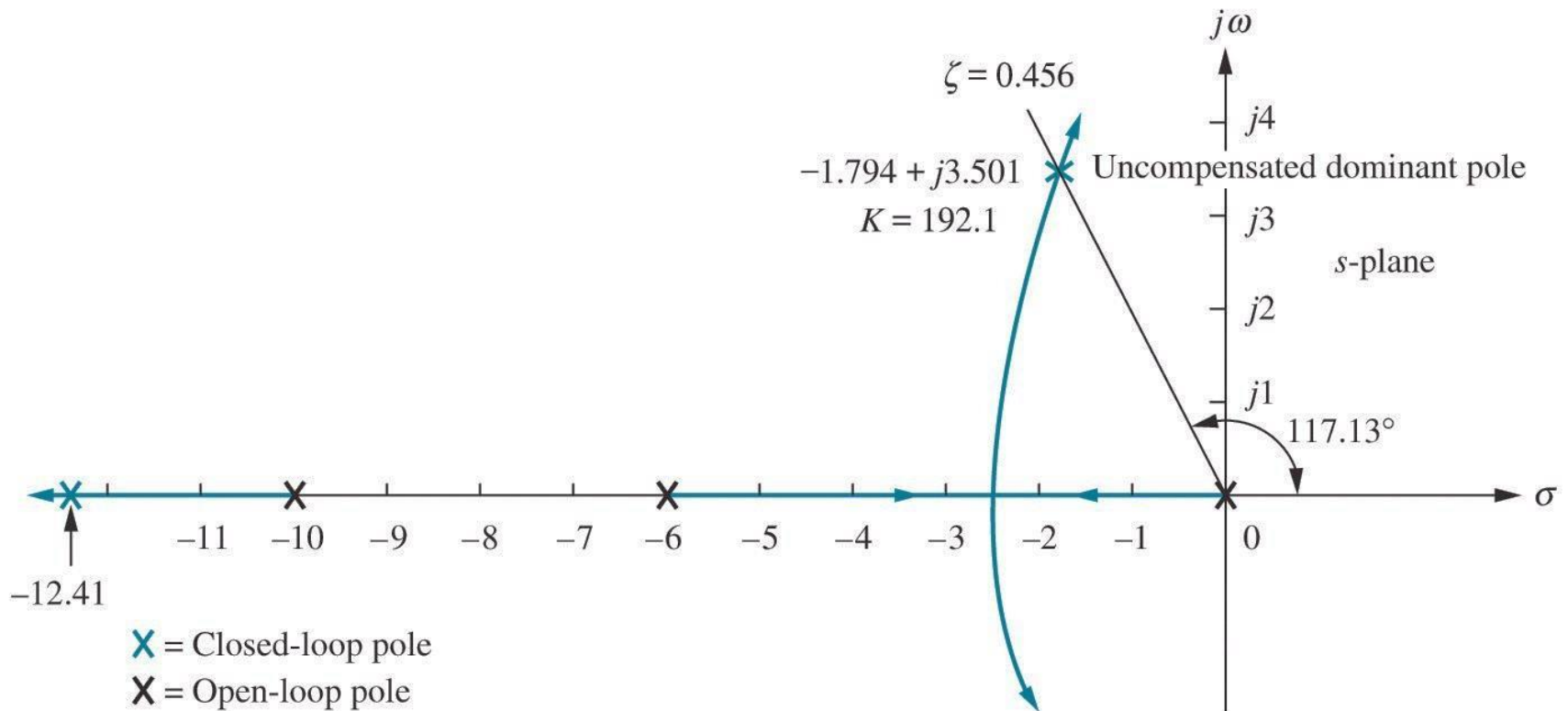
Παράδειγμα 4 (1)



Εικόνα 27



Παράδειγμα 4 (2)



Εικόνα 28

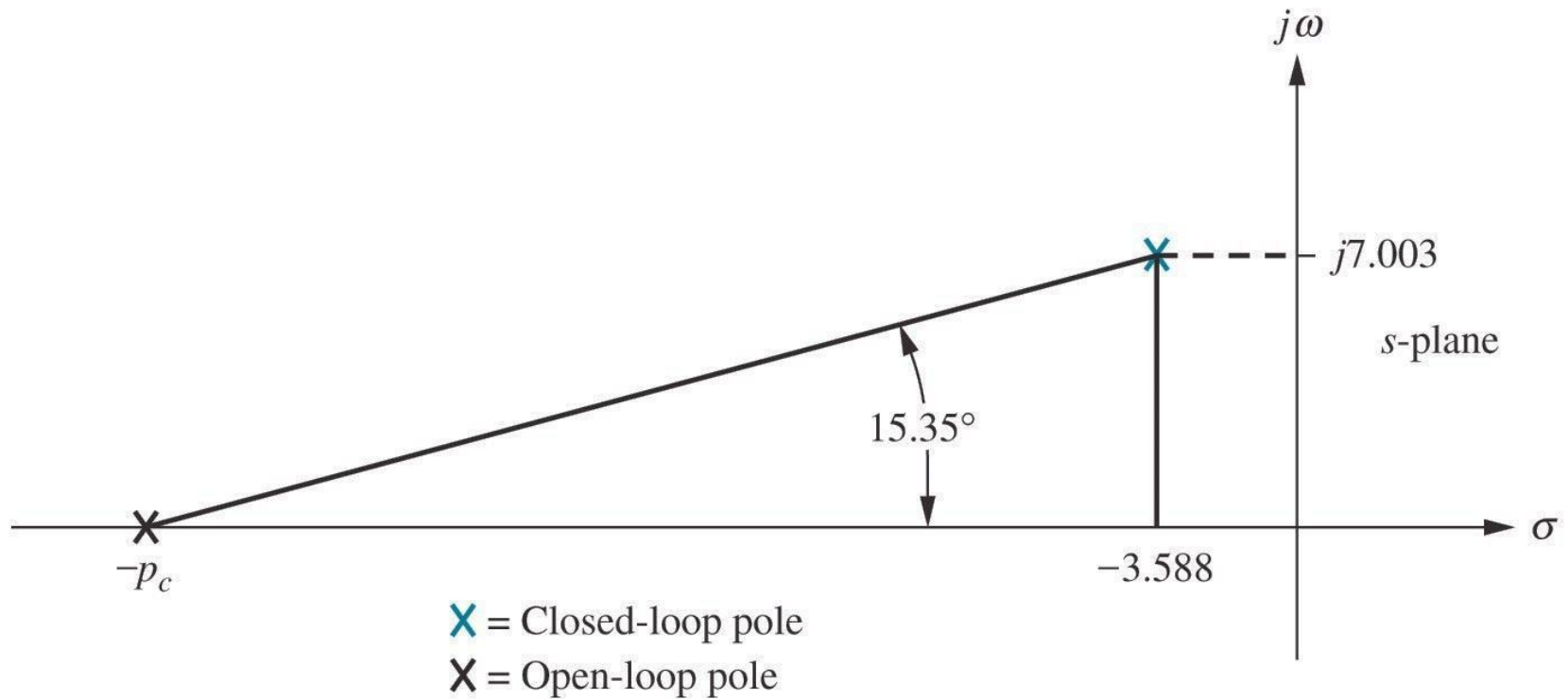


Παράδειγμα 4 (3)

	Uncompensated	PD-Compensated	PID-Compensated
Plant and compensator	$\frac{K}{s(s+6)(s+10)}$	$\frac{K}{s(s+10)(s+29.1)}$	$\frac{K(s+0.04713)}{s(s+10)(s+29.1)(s+0.01)}$
Dom. Poles	$-1.794 \pm j3.501$	$-3.588 \pm j7.003$	$-3.574 \pm j6.976$
K	192.1	1977	1971
ζ	0.456	0.456	0.456
ω_n	3.934	7.869	7.838
%OS	20	20	20
T_s	2.230	1.115	1.119
T_p	0.897	0.449	0.450
K_p	3.202	6.794	31.92
$e(\infty)$	0.312	0.147	0.0313
Third pole	-12.41	-31.92	-31.91, -0.0474
Zero	None	None	-0.04713
Comments	2 nd order appr OK	2 nd order appr OK	2 nd order appr OK



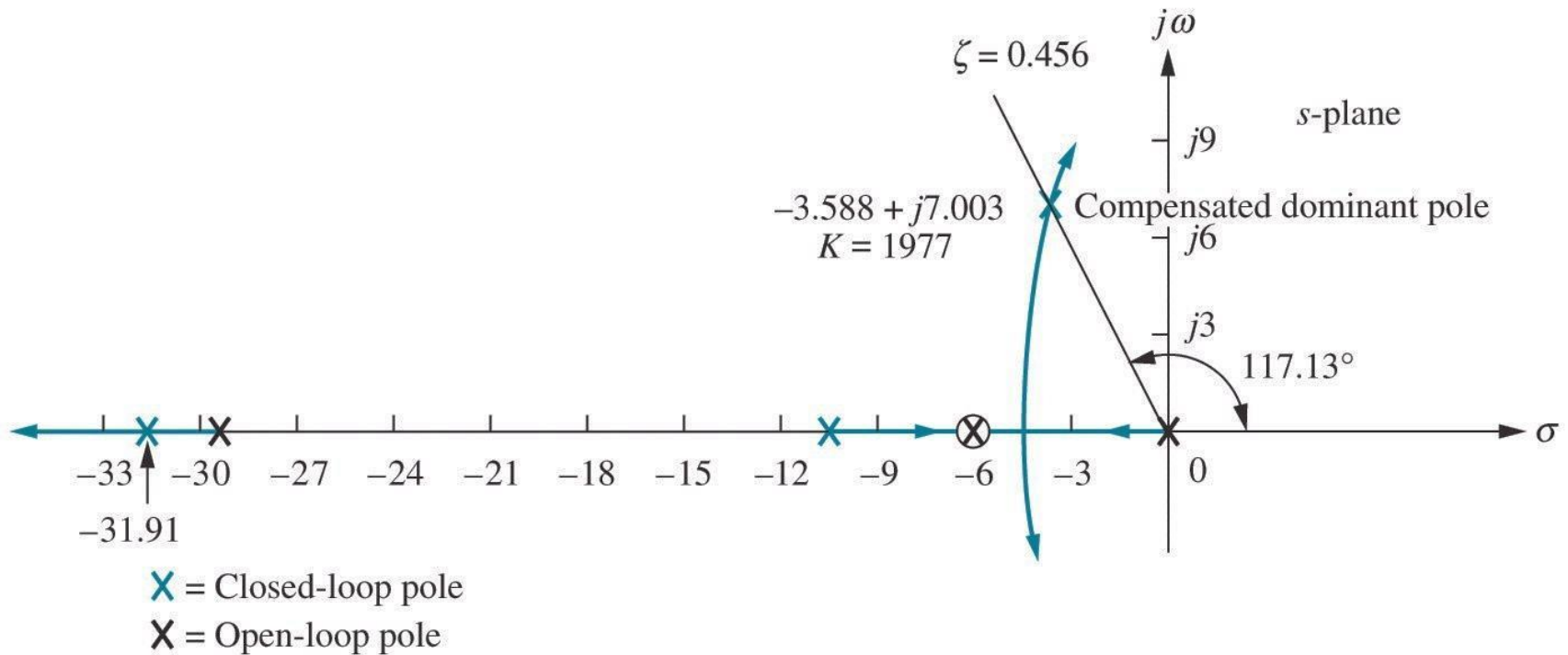
Παράδειγμα 4 (4)



Εικόνα 29



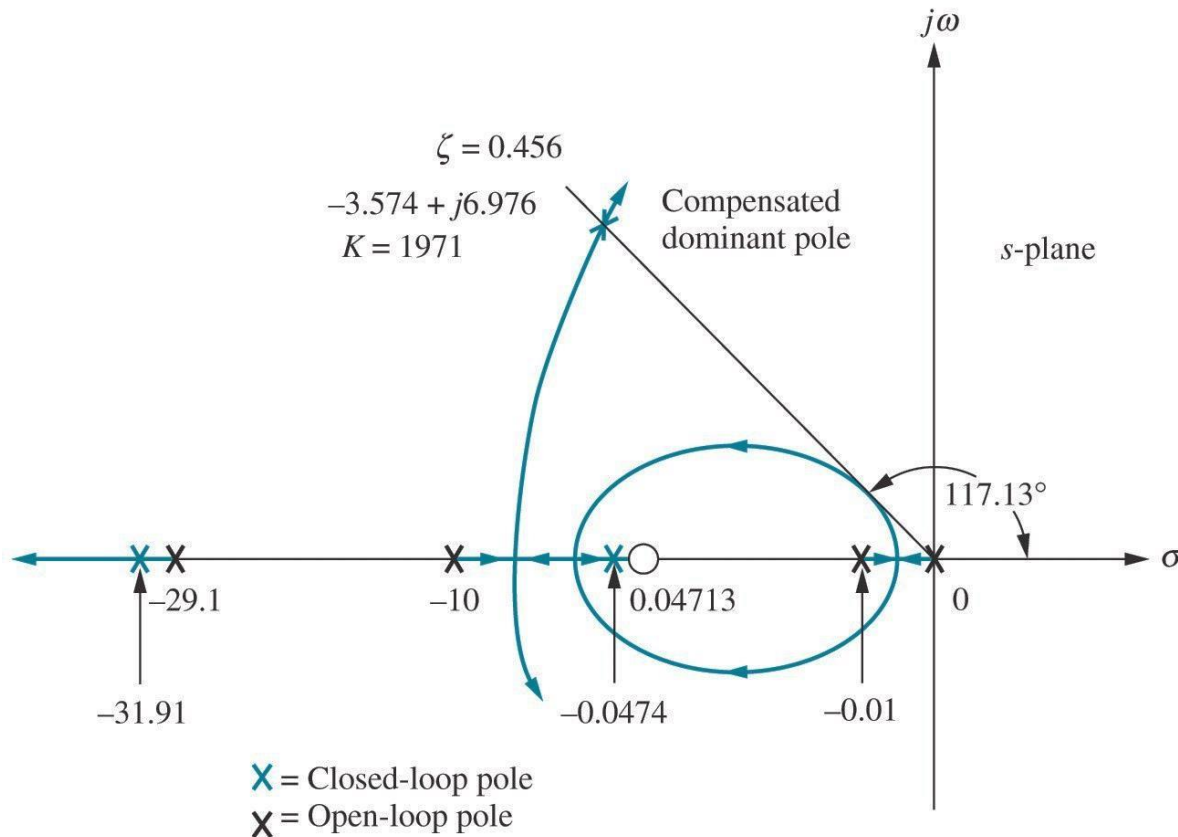
Παράδειγμα 4 (5)



Εικόνα 30



Παράδειγμα 4 (6)

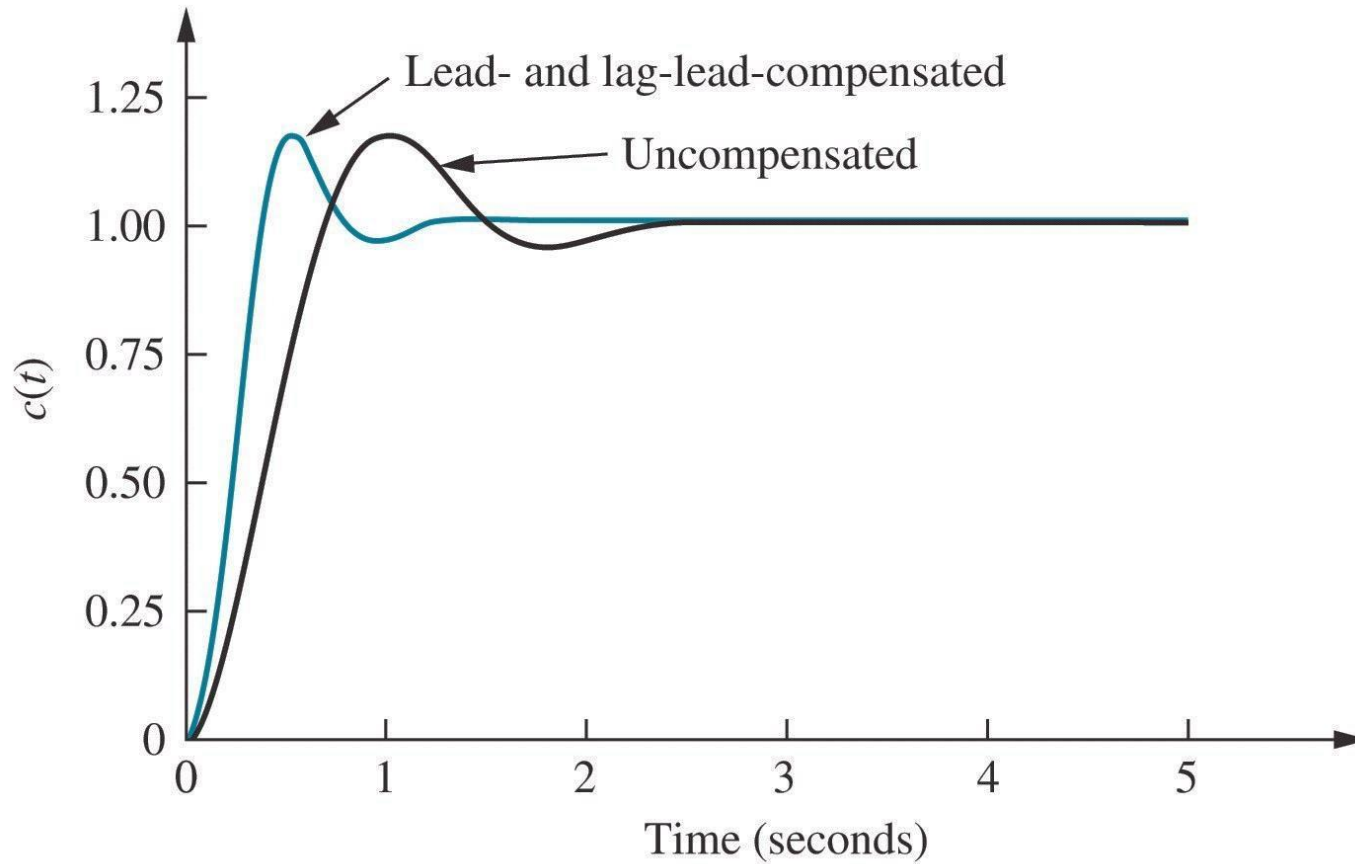


Note: This figure is not drawn to scale.

Εικόνα 31



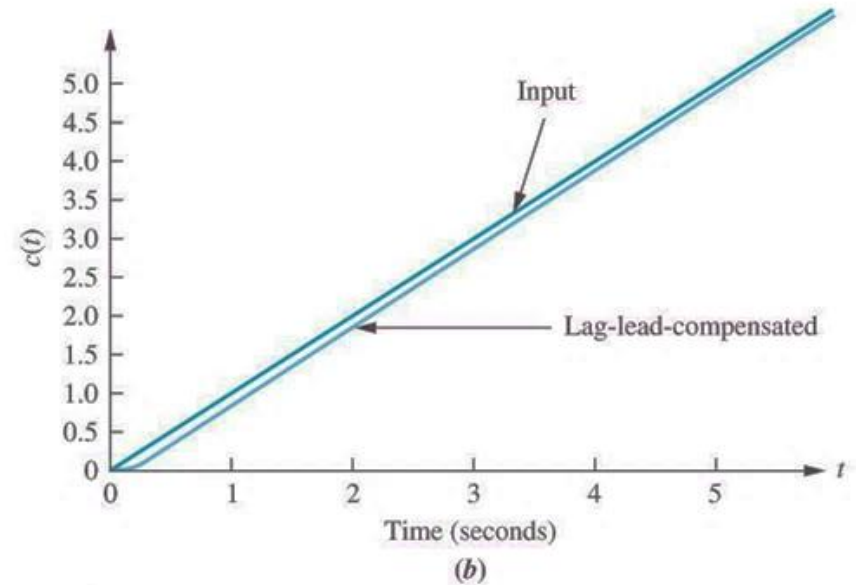
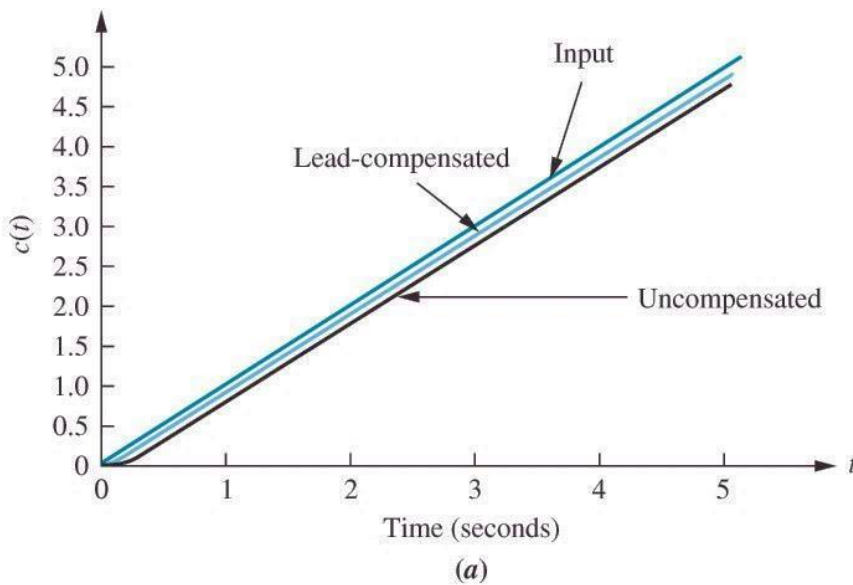
Παράδειγμα 4 (7)



Εικόνα 32



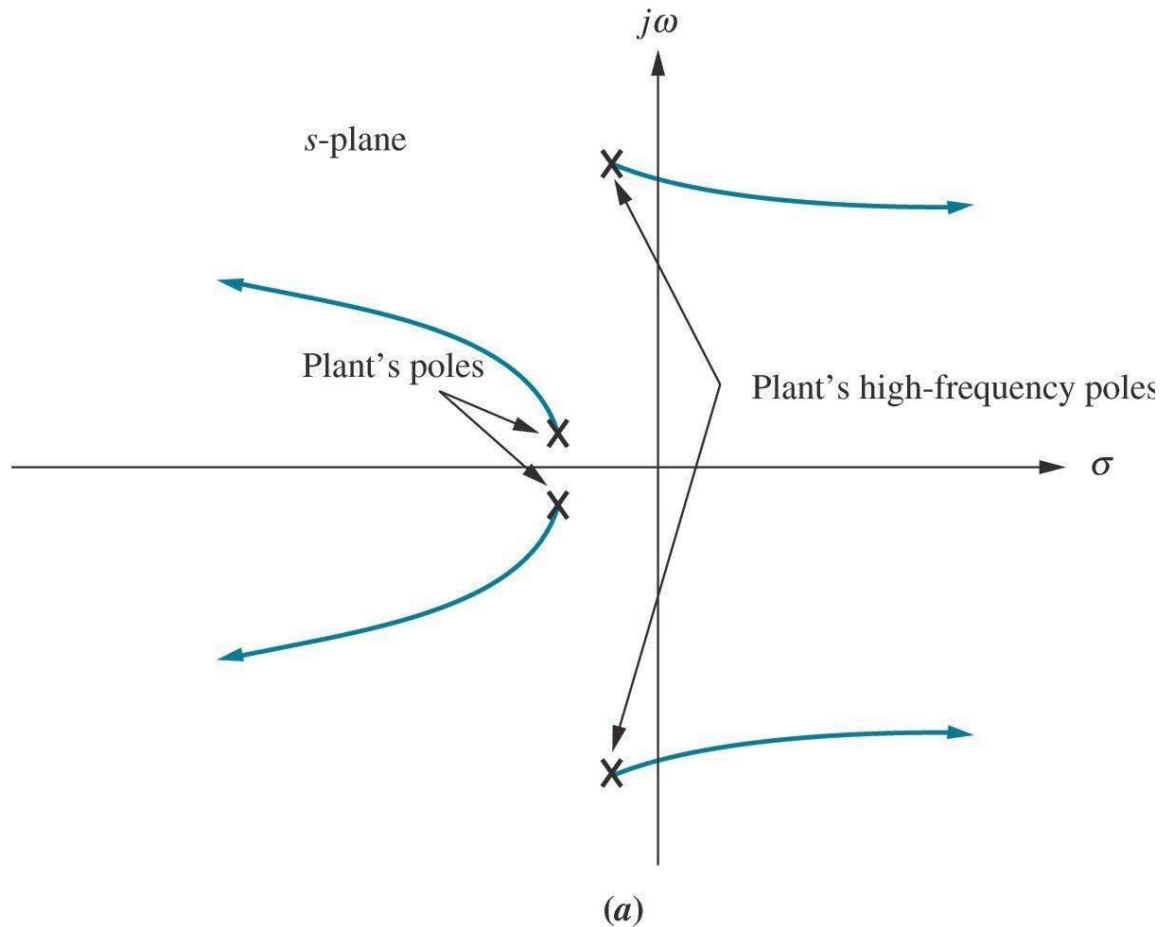
Παράδειγμα 4 (8)



Εικόνα 33



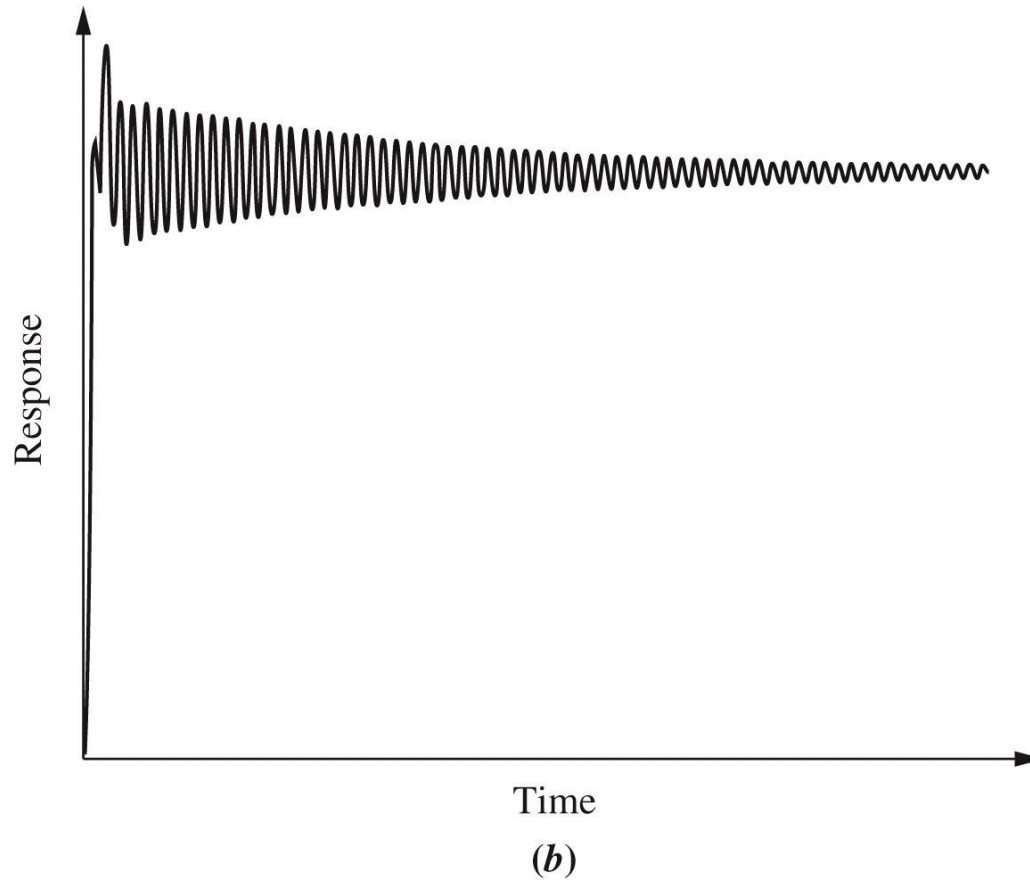
Παράδειγμα 4 (9)



Εικόνα 34



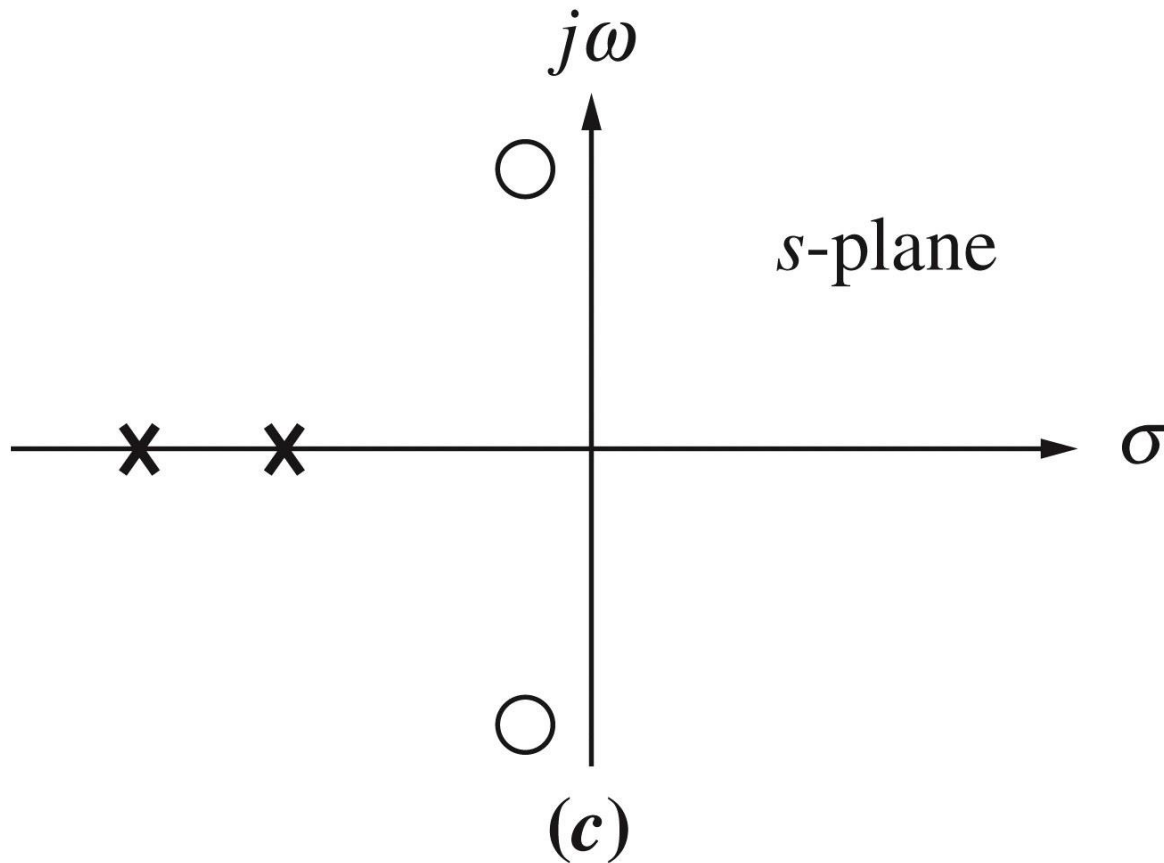
Παράδειγμα 4 (10)



Εικόνα 35



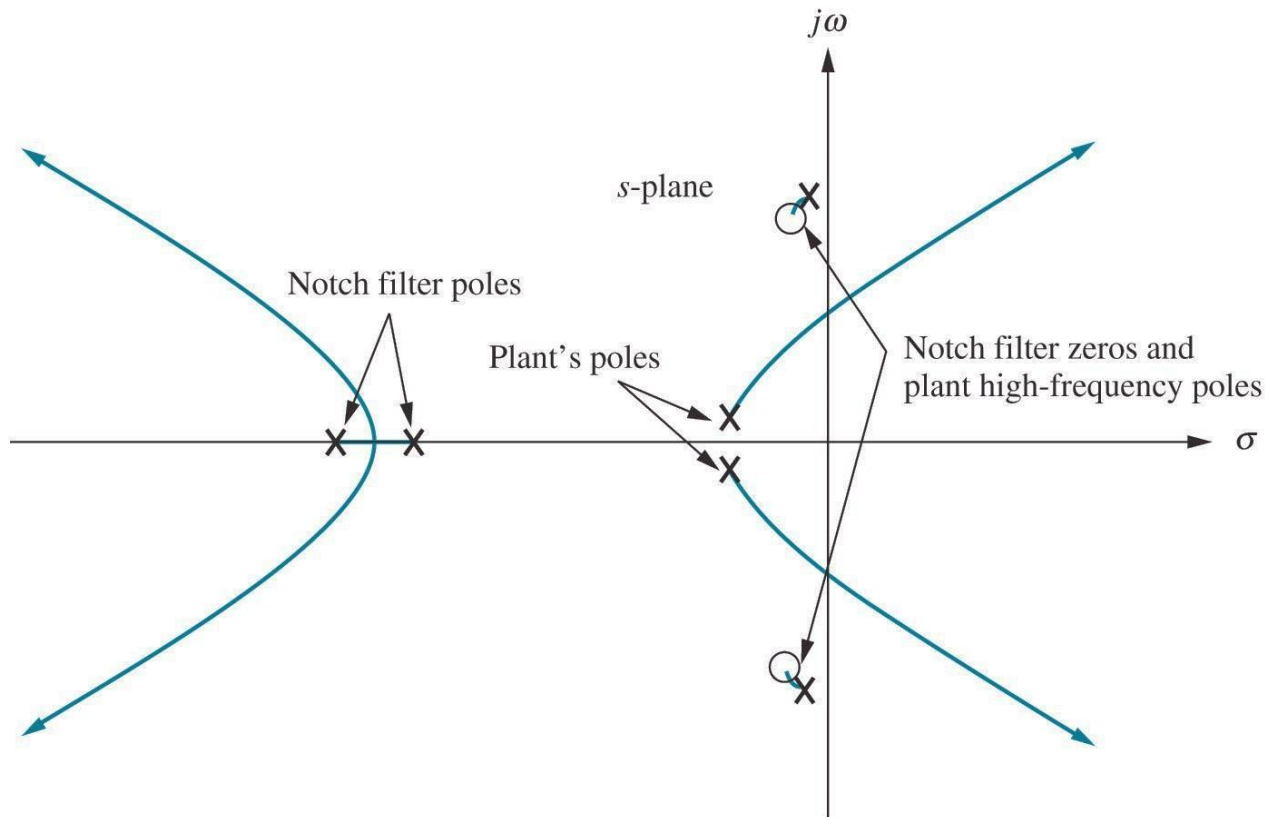
Παράδειγμα 4 (11)



Εικόνα 36



Παράδειγμα 4 (12)

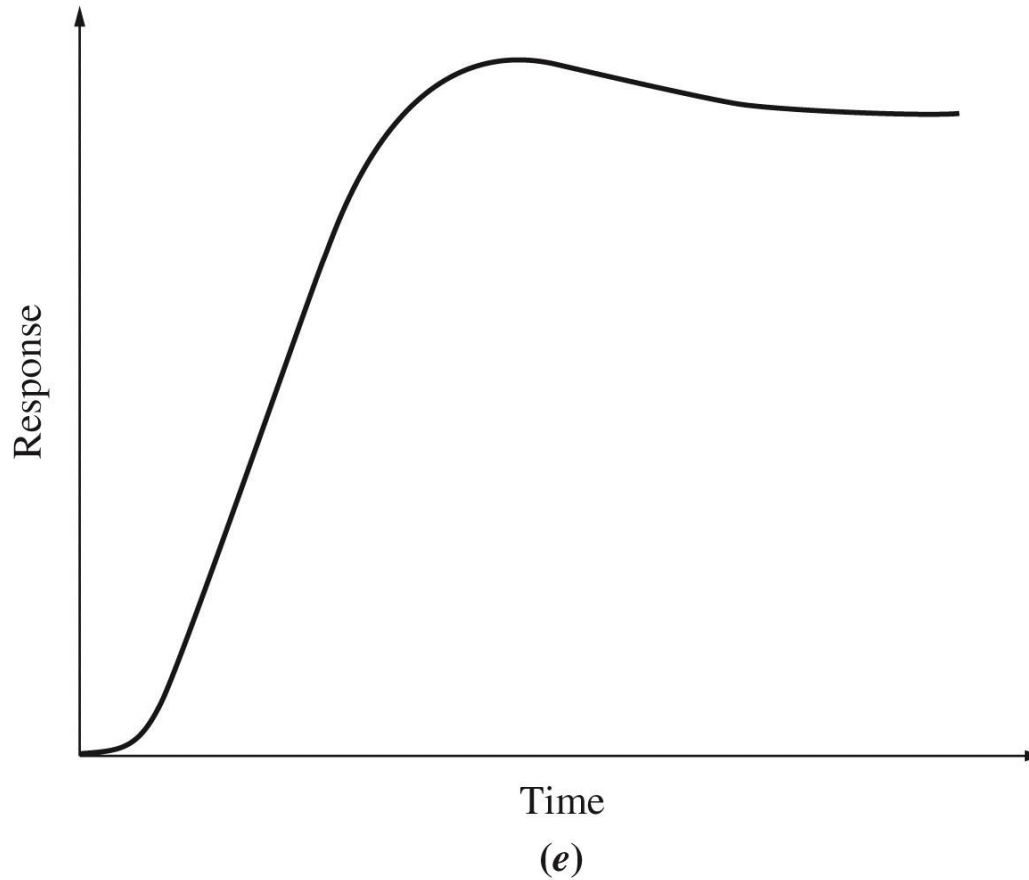


(d)

Εικόνα 37



Παράδειγμα 4 (13)



Εικόνα 38



Types of cascade compensators (1/2)

Function	Compensator	Transfer function	Characteristics
Improve steady-state error	PI	$K \frac{s + z_c}{s}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Increases system type. 2. Error becomes zero. 3. Zero at $-z_c$ is small and negative. 4. Active circuits are required to implement.
Improve steady-state error	Lag	$K \frac{s + z_c}{s + p_c}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Error is improved but not driven to zero. 2. Pole at $-p_c$ is small and negative. 3. Zero at $-z_c$ is close to, and to the left of, the pole at $-p_c$. 4. Active circuits are not required to implement.
Improve transient response	PD	$K(s + z_c)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zero at $-z_c$ is selected to put design point on root locus. 2. Active circuits are required to implement. 3. Can cause noise and saturation; implement with rate feedback or with a pole (lead).
Improve transient response	Lead	$K \frac{s + z_c}{s + p_c}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zero at $-z_c$ and pole at $-p_c$ are selected to put design point on root locus. 2. Pole at $-p_c$ is more negative than zero at $-z_c$. 3. Active circuits are not required to implement.

Πίνακας 1



Types of cascade compensators (2/2)

Function	Compensator	Transfer function	Characteristics
Improve steady-state error and transient response	PID	$K \frac{(s + z_{\text{lag}})(s + z_{\text{lead}})}{s}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lag zero at $-z_{\text{lag}}$ and pole at origin improve steady-state error. 2. Lead zero at $-z_{\text{lead}}$ improves transient response. 3. Lag zero at $-z_{\text{lag}}$ is close to, and to the left of, the origin. 4. Lead zero at $-z_{\text{lead}}$ is selected to put design point on root locus. 5. Active circuits required to implement. 6. Can cause noise and saturation; implement with rate feedback or with an additional pole.
Improve steady-state error and transient response	Lag-lead	$K \frac{(s + z_{\text{lag}})(s + z_{\text{lead}})}{(s + p_{\text{lag}})(s + p_{\text{lead}})}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lag pole at $-p_{\text{lag}}$ and lag zero at $-z_{\text{lag}}$ are used to improve steady-state error. 2. Lead pole at $-p_{\text{lead}}$ and lead zero at $-z_{\text{lead}}$ are used to improve transient response. 3. Lag pole at $-p_{\text{lag}}$ is small and negative. 4. Lag zero at $-z_{\text{lag}}$ is close to, and to the left of, lag pole at $-p_{\text{lag}}$. 5. Lead zero at $-z_{\text{lead}}$ and lead pole at $-p_{\text{lead}}$ are selected to put design point on root locus. 6. Lead pole at $-p_{\text{lead}}$ is more negative than lead zero at $-z_{\text{lead}}$. 7. Active circuits are not required to implement.

Πίνακας 2



Βιβλιογραφία

- Norman Nise, Control Systems Engineering, 2011, John Wiley & Sons, Inc.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνες 1 έως 38:** Norman Nise, Control Systems Engineering, 2011, John Wiley & Sons, Inc.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Πίνακας 1, 2:** Norman Nise, Control Systems Engineering, 2011, John Wiley & Sons, Inc.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Νικόλαος Καραμπετάκης. «Κλασική Θεωρία Ελέγχου. Ενότητα 13: PD controllers, Lead compensators». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

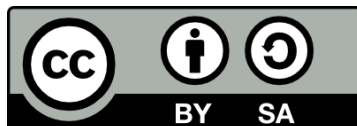
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS432/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.





Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Αναστασία Γ. Γρηγοριάδου
Θεσσαλονίκη, Χειμερινό εξάμηνο 2014-2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

