Állapotváltozós leírás (stabilitás, irányíthatóság, megfigyelhetőség, állapotvisszacsatolásos szabályozás)

3. Egy $\{\mathbf{A},\mathbf{b},\mathbf{c},d\}$ paraméterekkel adott rendszer esetén

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 1\\ 0 & -2\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}1\\ 2\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}2 & 0\end{bmatrix}, d=0$$

a./ Végezzen állapottranszformációt úgy, hogy az A mátrix diagonális legyen (kanonikus alak). Adja meg ebben az esetben az állapotmátrixokat. Adja meg a rendszer pólusait.

(3 pont)

b./ Irányítható-e, megfigyelhető-e a rendszer? **(2 pont)**

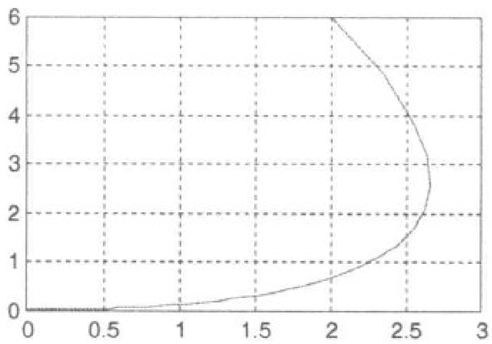
b./ Ábrázolja az eredeti rendszer állapottrajektóriáját $u(t)\equiv 0$ és $\mathbf{x}(0)=\begin{bmatrix}x_1(0)\\ x_2(0)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}2\\ 6\end{bmatrix}$ feltételek mellett. **(3 pont)**

3.
A=[-1,1;0,-2], b=[1;2], c=[2,0], d=0
[Ad,bd,cd,dd]=canon(A,b,c,d)

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 0\\ 0 & -2\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}3\\ 2.8284\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}2 & -1.4142\end{bmatrix}, d=0$$

p=[-1,-2], irányítható, megfigyelhető

H=ss(A,b,c,d)
x0=[2,6], [y,t,x]=initial(H,x0), plot(x(:,1), x(:,2)),grid



3. Egy $\{\mathbf{A},\mathbf{b},\mathbf{c},d\}$ paraméterekkel adott rendszer esetén

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 1\\ 1 & -1\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}2\\ 2\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}5 & 0\end{bmatrix}, d=0$$

a./ Végezzen állapottranszformációt úgy, hogy az **A** mátrix diagonális legyen (kanonikus alak). Adja meg ebben az esetben az állapotmátrixokat. **(3 pont)**

b./ Határozza meg a rendszer átviteli függvényét. Adja meg a rendszer és az átviteli függvény pólusait. Stabilis-e a rendszer? **(3 pont)**

c./ Irányítható-e és megfigyelhető-e a rendszer? **(2 pont)**

3.
A=[-1,1;1,-1], b=[2;2], c=[5,0], d=0
[Ad,bd,cd,dd]=canon(A,b,c,d)
H=ss(A,b,c,d), H=zpk(H)

$$A=\begin{bmatrix}0 & 0\\ 0 & -2\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}0\\ 2.8284\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}3.5355 & -3.5355\end{bmatrix}, d=0\ ,\ G(z)=\frac{10\ (s+2)}{s\ (s+2)}=\frac{10}{s}$$

Rendszer pólusok: 0,-2 Átviteli fv pólusok: 0, Labilis az integrátor miatt
b(1)=0 miatt nem irányítható, de megfigyelhető

3. Egy folytonos szakasz állapotmátrixai:

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 0 & 1\\ 0 & -2 & 0\\ 2 & 0 & -3\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}2\\1\\1\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}4 & 0 & 0\end{bmatrix}, d=0$$

a./ Adja meg a rendszer pólusait. Stabilis-e a rendszer? **(5 pont)**

b./ Irányítható-e és megfigyelhető-e a rendszer? **(4 pont)**

3.

a.

A=[-1,0,1;0 -2 0; 2 0 -3], b=[2 ;1 ;1], c=[4 0 0], d=0

eig(A)

p=

-0.2679

-3.7321

-2.0000

negatívak, stabilis

b.

rank(ctrb(A,b))

3, irányítható

rank(obsv(A,c))

2 nem megfigyelhető

3. Egy folytonos szakasz állapotmátrixai:

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 0 & 1\\ 0 & -2 & 0\\ 2 & 0 & -3\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}2\\1\\1\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}4 & 0 & 0\end{bmatrix}, d=0$$

a./ Adja meg a rendszer pólusait. Stabilis-e a rendszer? **(2 pont)**

b./ Irányítható-e, illetve megfigyelhető-e a rendszer? **(3 pont)**

c./ Ábrázolja a rendszer (x_1, x_2) állapottrajektóriáját $x_1=2$ és $x_2=-3$, $x_3=-2$ kezdeti érték esetén.

(3 pont)

3.a.

A=[-1,0,1;0 -2 0; 2 0 -3], b=[2 ;1 ;1], C=[4 0 0], d=0

eig(A)

p= [-0.2679, -3.7321, -2.0000]; negatívak, stabilis

b.

rank(ctrb(A,b))

3, irányítható

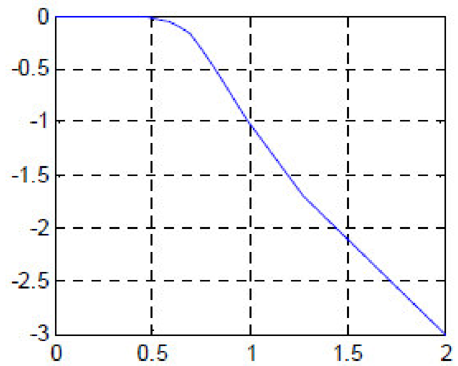
rank(obsv(A,c))

2, nem megfigyelhető

T=ss(A,b,c,d),x0=[2;-3;-2]

[y,t,x]=initial(T,x0);

plot(x(:,1),x(:,2)),grid



3. Egy folytonos szakasz állapotmátrixai:

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 0 & 1\\ 0 & -2 & 0\\ 2 & 0 & -4\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}1\\1\\1\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}4 & 0 & 0\end{bmatrix}, d=0$$

a./ Adja meg a rendszer pólusait. Stabilis-e a rendszer? **(3 pont)**

b./ Irányítható-e és megfigyelhető-e a rendszer? **(3 pont)**

c./ Ábrázolja a rendszer x_1, x_2 állapottrajektóriáját *x0=[1,-2, 2]* kezdeti feltétel esetén. **(3 pont)**

3.

a./ A=[-1,0,1;0 -2 0; 2 0 -4], b=[1 ;1 ;1], c=[4 0 0], d=0

eig(A)

p= [-0.4384 -4.5616 -2.0000], negatívak, stabilis

b./

rank(ctrb(A,b))

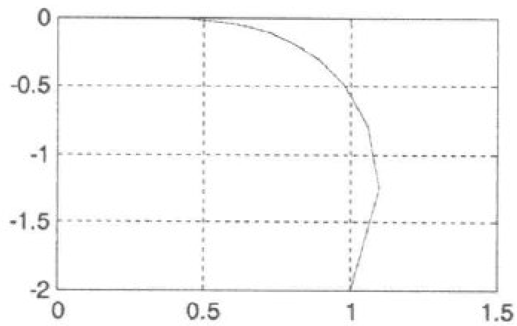
3, irányítható

rank(obsv(A,c))

2 nem megfigyelhető

c./ H=ss(A,b,c,d), x0=[1,-2, 2],[y,t,x]=initial(H,x0);

plot(x(:,1),x(:,2));grid



2. Adott az alábbi folytonos folyamat:

$$A=\begin{bmatrix}-0.1 & 1\\ 0 & -0.4\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}0\\2\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}4 & 0\end{bmatrix}, d=0\,.$$

a./ Adja meg a folyamat pólusait! Stabilis-e a folyamat? **(2 pont)**

b./ Tervezzen állapotvisszacsatolásos szabályozást úgy, hogy a zárt rendszer olyan másodrendű lengő tag legyen, amelynek csillapítási tényezője 0.7 és időállandója 1. Határozza meg az alapjelkövetéshez a statikus kompenzációs tényező értékét is. **(4 pont)**

c./ Ábrázolja a visszacsatolt rendszer állapottrajektóriáját $x_1=-2$ és $x_2=5$ kezdeti érték esetén. **(2 pont)**

2.

A=[-0.1, 1;0, -0.4], b=[0;2],c=[4, 0], d=0

eig(A)

p=[-0.1, -0.4], stabilis

T0=1, kszi=0.7, den=[T0*T0, 2*T0*kszi,1], pc=roots(den)

den = [1.0000 1.4000 1],

pc=[-0.7000 + 0.7141i -0.7000 - 0.7141i]

k=acker(A,b,pc), kr=1/dcgain(A-b*k,b,c,d)

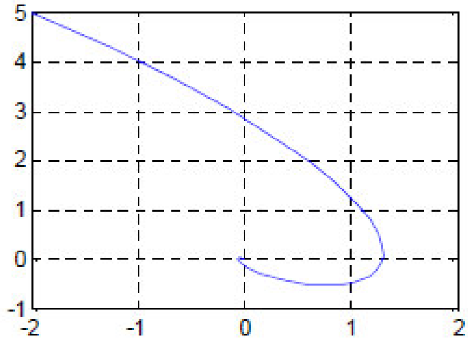
k= 0.4350 0.45, kr = 0.125

T=ss(A-b*k,kr*b,c,d)

x0=[-2,5]

[y,t,x]=initial(T,x0);

plot(x(:,1),x(:,2)),grid



3. Egy folytonos szakasz állapotmátrixai:

$$A=\begin{bmatrix}-2 & 0 & 4\\ 0 & -2 & 0\\ 4 & 0 & -2\end{bmatrix},\ b=\begin{bmatrix}2\\1\\1\end{bmatrix},c=\begin{bmatrix}5 & 5 & 1\end{bmatrix},d=0$$

a./ Adja meg a rendszer pólusait. Stabilis-e a rendszer? **(3 pont)**

b./ Tervezzen állapotvisszacsatolásos szabályozást úgy, hogy a zárt rendszer egy másodrendű lengő tagból és egy egytárolós tagból álljon. A lengő tag csillapítási tényezője 0.6 és időállandója 0.5 legyen. Az egytárolós tag időállandója legyen 2. Határozza meg az alapjelkövetéshez a statikus kompenzációs tényező értékét is. **(4 pont)**

c./ Ábrázolja a visszacsatolt rendszer ugrásválaszát. **(2 pont)**

3.

A=[-2,0,4; 0 -2 0; 4,0, -2], b=[2; 1; 1], c=[5, 5, 1], d=0

p=eig(A)

p=[-6, -2, 2]; Nem stabil, a 3. pólus pozitív.

T0=0.5, kszi=0.6, den=[T0*T0, 2*T0*kszi,1], pc=roots(den), pc(3)=-1/2

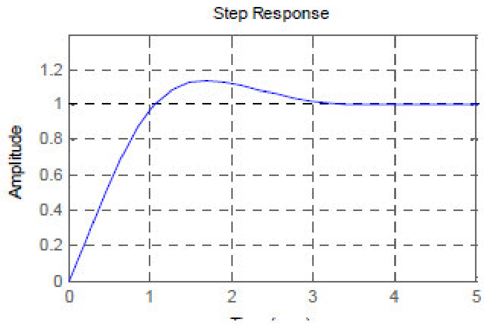
k=acker(A,b,pc), kr=1/dcgain(A-b*k,b,c,d)

T=ss(A-b*k,kr*b,c,d), step(T),grid

den = [0.25 0.6 1],

pc =[-1.2000 + 1.6000i, -1.2000 - 1.6000i, -0.5000]

k= [-4.0667 0.3000 4.7333], kr = 0.05



3. Adott az alábbi folytonos folyamat:

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 5\\ 0 & -0.2\end{bmatrix},b=\begin{bmatrix}2\\1\end{bmatrix},c=\begin{bmatrix}2 & 0\end{bmatrix},d=0\,.$$

a./ Tervezzen állapotvisszacsatolásos szabályozást úgy, hogy a zárt rendszer olyan másodrendű lengő tag legyen, amelynek csillapítási tényezője 0.6 és időállandója 0.5. Határozza meg az alapjelkövetéshez (egységnyi erősítés) a statikus kompenzációs tényező értékét is. **(5 pont)**

b./ Ábrázoljuk a visszacsatolt rendszer ugrásválaszát. **(3 pont)**

3.

a=[-1, 5;0, -0.2], b=[2;1],c=[2, 0], d=0

T0=0.5, kszi=0.6, den=[T0*T0, 2*T0*kszi,1], pc=roots(den)

den = [0.2500 0.6000 1.0000],

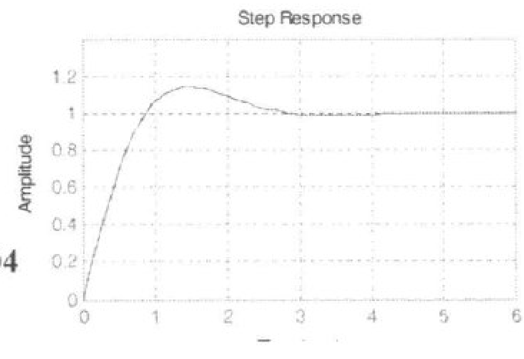
pc = -1.2000 + 1.6000i, -1.2000 - 1.6000i

k=acker(a,b,pc), kr=1/dcgain(a-b*k,b,c,d)

% k= [0.7647 -0.3294], kr = 0.3704

T=ss(a-b*k,b*kr,c,d)

step(T),grid



2. Adott az alábbi folytonos folyamat: $A=\begin{bmatrix}-0.5 & 1\\ 0 & -1\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}0\\4\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}2 & 0\end{bmatrix}, d=0$.

a./Tervezzen állapotvisszacsatolásos szabályozást úgy, hogy a zárt rendszer olyan másodrendű lengő tag legyen, amelynek csillapítási tényezője 0.6 és időállandója 0.6. Határozza meg az alapjelkövetéshez a statikus kompenzációs tényező értékét is. (**5 pont**)

b./ Ábrázolja a visszacsatolt rendszer állapottrajektóriáját x0=[2,-4] kezdeti érték esetén.

(3 pont)

2.

a=[-0.5, 1;0, -1], b=[0;4],c=[2, 0], d=0

T0=0.6, kszi=0.6, den=[T0*T0, 2*T0*kszi,1], pc=roots(den)

den = [0.3600 0.7200 1.0000],

pc=[-1.0000 + 1.3333i, -1.0000 - 1.3333i]

k=acker(a,b,pc), G=1/dcgain(a-b*k,b,c,d)

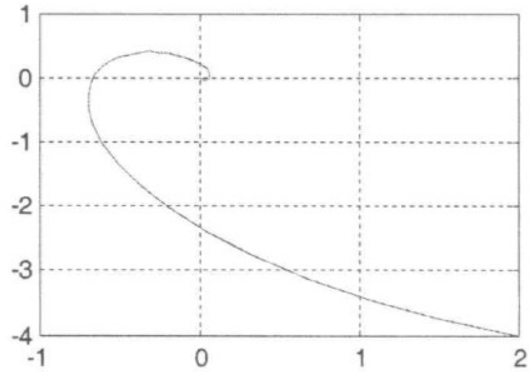
k= 0.5069 0.1250, G = 0.3472

T=ss(a-b*k,G*b,c,d)

x0=[2,-4]

[y,t,x]=initial(T,x0)

plot(x(:,1),x(:,2)),grid



2. Adott az alábbi folytonos folyamat:

$$A=\begin{bmatrix}-2 & 1 & 0\\ 0 & -4 & 1\\ 0 & 0 & -10\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}0\\0\\2\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}-0.5 & 0.5 & 0\end{bmatrix}, d=0.$$

(5 pont)

a./ Tervezzen állapotvisszacsatolásos szabályozást úgy, hogy a zárt rendszer egy másodrendű lengő tag és egy egytárolós tag szorzata legyen. A másodrendű lengő tag csillapítási tényezője 0.7 és időállandója 0.5 legyen. Az egytárolós tag időállandója egyezzen meg a folyamat legkisebb időállandójával. Határozza meg az alapjelkövetéshez a statikus kompenzációs tényező értékét is.

b./ Ábrázolja a visszacsatolt rendszer (x_1, x_2) állapottrajektóriáját *x0=[2,-4,0]* kezdeti érték esetén.

(3 pont)

2.

A=[-2, 1, 0;0, -4,1; 0, 0, -10], b=[0;0;2],c=[-0.5,0.5, 0], d=0

P=eig(A),

p=[-2,-4,-10]

T0=0.5, kszi=0.7, den=[T0*T0, 2*T0*kszi,1], pc=roots(den)

den = [0.2500 0.7000 1.0000],

pc=[-1.4000 + 1.4283i, -1.4000 - 1.4283i]

pc(3)=-10

k=acker(A,b,pc), G=1/dcgain(A-b*k,b,c,d)

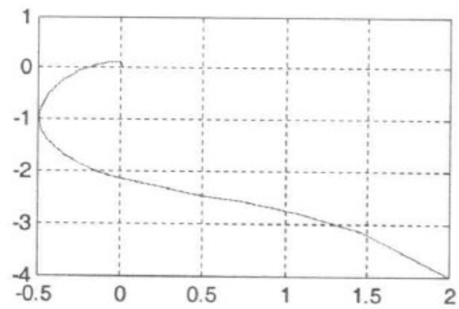
k= 9.6000 -8.4000 -1.6000, G = 40

T=ss(a-b*k,G*b,c,d)

x0=[2,-4,0]

[y,t,x]=initial(T,x0)

plot(x(:,1),x(:,2)),grid



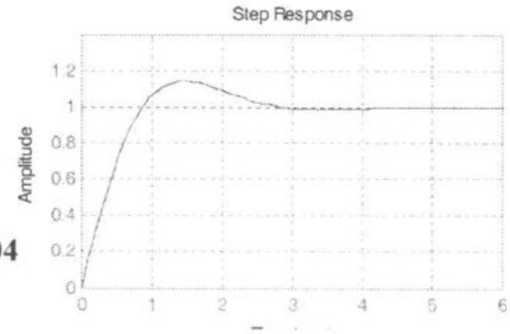
3. Adott az alábbi folytonos folyamat:

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 5\\ 0 & -0.2\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}2\\ 1\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}2 & 0\end{bmatrix}, d=0.$$

a./ Tervezzen állapotvisszacsatolásos szabályozást úgy, hogy a zárt rendszer olyan másodrendű lengő tag legyen, amelynek csillapítási tényezője 0.6 és időállandója 0.5.
Adja meg az állapotvisszacsatoló vektort.
Határozza meg az alapjelkövetéshez (egységnyi erősítés) a statikus kompenzációs tényező értékét is. **(5 pont)**

b./ Ábrázolja a visszacsatolt rendszer ugrásválaszát. **(3 pont)**

3.
a=[-1, 5;0, -0.2], b=[2;1],c=[2, 0], d=0
T0=0.5, kszi=0.6, den=[T0*T0, 2*T0*kszi,1], pc=roots(den)
den = [0.2500 0.6000 1.0000],
pc = -1.2000 + 1.6000i, -1.2000 - 1.6000i
k=acker(a,b,pc), kr=1/dcgain(a-b*k,b,c,d)
% k= [0.7647 -0.3294], kr = 0.3704
T=ss(a-b*k,b*kr,c,d)
step(T),grid



3. Adott az alábbi folytonos folyamat:

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 1 & 0\\ 0 & -2 & 1\\ 0 & 0 & -5\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}0\\ 0\\ 1\end{bmatrix}, c=\begin{bmatrix}-0.5 & 1 & 0\end{bmatrix}, d=0.$$

a./ Adja meg a rendszer átviteli függvényét! **(2 pont)**

b./ Tervezzen állapotvisszacsatolásos szabályozást úgy, hogy a zárt rendszer egy másodrendű lengő tag és egy egytárolós tag szorzata legyen. A másodrendű lengő tag csillapítási tényezője 0.6 és időállandója 0.2 legyen. Az egytárolós tag időállandója egyezzen meg a folyamat legkisebb időállandójával. Határozza meg az alapjelkövetéshez a statikus kompenzációs tényező értékét is.
(6 pont)

3.
A=[-1, 1, 0;0, -2,1; 0, 0, -5], b=[0;0;1],c=[-0.5,1, 0], d=0
P=eig(A),
p=[-1,-2,-5]
T0=0.2, kszi=0.6, den=[T0*T0, 2*T0*kszi,1], pc=roots(den)
den = [0.0400 0.2400 1.0000],
pc=[-3 + 4i, -3 - 4i]
pc(3)=-5
k=acker(A,b,pc), G=1/dcgain(A-b*k,b,c,d)
k= 80 29 3, G = 250

Erősítés, frekvencia, fázistolás

1. Egy folytonos szakasz átviteli függvénye $P(s)=\dfrac{2}{(1+s)(1+5s)}$. $u(t)=\sin(0.5t)$ gerjesztés esetén a kimeneti jel állandósult állapotbeli válasza $u(t)=A\sin(t+\varphi)$. Adja meg A és φ értékét.
(5 pont)

1.
```
s=zpk('s'), P=2/((1+s)*(1+5*s)),
w=0.5, [a,fi]=bode(P,w)
```
A ==**2*a=2* 0.6644=1.3287, fi= -94.7636**

1. Egy folytonos szakasz átviteli függvénye $P(s)=\dfrac{2}{(1+s)(1+0.1s)}e^{-2s}$. $u(t)=3\sin(2t)$ gerjesztés esetén a kimeneti jel állandósult állapotbeli válasza $u(t)=A\sin(2t+\varphi)$. Adjuk meg az A és a φ értékét.
(7 pont)

1.
```
s=zpk('s'), P=2/((1+s)*(1+0.1*s)), w=2, Td=2
[m,f]=bode(P,w),
fi_delay= -w* Td*180/pi
 A=3*m,  fi=f+ fi_delay
```

m = 0.8771, f = -74.7449, fi_delay = -229.1831
A = 2.6312, fi = -303.9280

1. Egy folytonos szakasz átviteli függvénye $P(s)=\dfrac{2}{(1+s)(1+0.1s)}e^{-2s}$. $u(t)=3\sin(2t)$ gerjesztés esetén a kimeneti jel állandósult állapotbeli válasza $u(t)=A\sin(2t+\varphi)$. Adjuk meg A és φ értékét.
(7 pont)

1.
```
s=zpk('s'), P=2/((1+s)*(1+0.1*s)), w=2, Td=2
[m,f]=bode(P,w),
fi_delay= -w* Td*180/pi
 A=3*m,  fi=f+ fi_delay
```

m = 0.8771, f = -74.7449, fi_delay = -229.1831
A = 2.6312, fi = -303.9280

1. Egy folytonos szakasz átviteli függvénye $P(s) = \dfrac{1}{(1+s)(1+3s)} e^{-0.5s}$. Az $u(t) = 2\sin t$ bemenőjel esetén állandósult állapotban a kimenőjel $y(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$. Határozza meg az A, ω, φ paraméterek értékeit! **(6 pont)**

1.
s=zpk('s'), P=1/((1+s)*(1+3*s)),
Td=0.5,**w=1,**
[m,fi]=bode(P,w),
A=2*m
fid=fi-Td*w*180/pi
m= 0.1085, fi= -116
A= 0.4472, f id= -145

1. Egy folytonos szakasz átviteli függvénye $P(s) = \dfrac{2}{(1+0.5s)(1+5s)} e^{-2s}$. $u(t) = 2\sin(t)$ gerjesztés esetén a kimeneti jel állandósult állapotbeli válasza $y(t) = A\sin(t+\varphi)$. Adja meg az A és φ paraméterek értékét. **(6 pont)**

1.
s=zpk('s'), P=2/((1+0.5*s)*(1+5*s)),
Td=2, w=1, Au=2
[m,f]=bode(P,w),
fi=f-Td*w*180/pi
A=m*Au
m= 0.3508, f= -105.2
fi= -219.8467, A= 0.7016

1. Egy folytonos szakasz átviteli függvénye $P(s) = \dfrac{1}{(1+s)(1+2s)} e^{-s}$. Az $u(t) = 10\sin 2t$ bemenőjel esetén állandósult állapotban a kimenőjel $y(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$. Határozza meg az A, ω, φ paraméterek értékét. **(6 pont)**

1.
s=zpk('s'), P=1/((1+s)*(1+2*s)),
Td=1,**w=2,**
[m,fi]=bode(P,w),
m= 0.1085, fi= -139.3987
fid=fi-Td*w*180/pi
A=10*m = 1.085, **f id= -253.9903**

Impulzusátviteli függvény

2. Egy mintavételes szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye:

$$P(s) = \frac{2}{s(1+2s)} e^{-s}. \quad \text{A mintavételezési idő: } T_s\text{=0.5.}$$

a./ Zérusrendű tartószerv esetén adja meg a szakasz $G(z)$ impulzusátviteli függvényét zérus-pólus alakban. **(3 pont)**

b./ A szabályozó impulzusátviteli függvénye $C(z) = 0.5\frac{z-z_1}{z}$. Póluskiejtéses kompenzáció esetén adja meg z_1 értékét. Milyen típusú szabályozót valósítottunk meg? **(2 pont)**

c./ Stabilis-e a diszkrét zárt rendszer? A diszkrét zárt szabályozási körben adja meg a beavatkozójel értékét az első 5 mintavételi pontban egységugrás alapjel esetén. **(3 pont)**

2

a./

P=2/(s*(1+2*s)),
Ts=0.5,Td=1, d=Td/Ts, z=zpk('z',Ts),
G1z=c2d(P,Ts),Gz=G1z/(z^d)

$$G(z) = \frac{0.1152\ (z+0.9201)}{z^2\ (z-1)\ (z-0.7788)}$$

b./

z1=0.7788; Ideális PD szabályozó.
Cz=0.5*(z- z1)/z, Lz=minreal(Cz*Gz,0.001), margin(Lz)
Uz=Cz/(1+Lz),Uz=minreal(Uz,0.001),ud=step(Uz,Ts*5)

ud[1:5]= 2.0000, 0.4424, 0.4424, -0.0184, -0.5443,

2. Egy mintavételes szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye:

$$P(s) = \frac{4}{(1+s)(1+3s)} e^{-s}. \quad \text{A mintavételezési idő: } T_s\text{=0.5.}$$

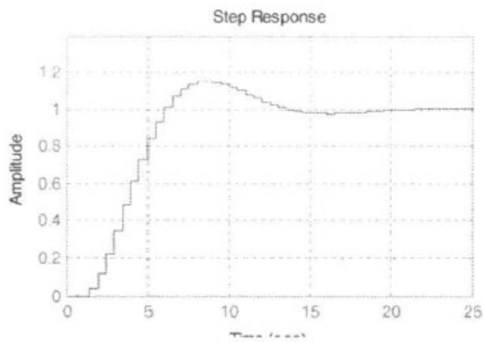
a./ Zérusrendű tartószerv esetén adja meg a szakasz $G(z)$ impulzusátviteli függvényét zérus-pólus alakban. **(2 pont)**

b./ A szabályozó impulzusátviteli függvénye $C(z) = 0.25\frac{z-z_1}{z-1}$. Póluskiejtéses kompenzáció esetén adja meg z_1 értékét. Milyen típusú szabályozót valósítottunk meg? **(2 pont)**

c./ Stabilis-e a diszkrét zárt rendszer? Ábrázolja a zárt diszkrét rendszer ugrásválaszát. Adja meg a beavatkozó jel kezdeti és végértékét. **(4 pont)**

2 a./

s=zpk('s'), P=4/((s+1)*(1+3*s)),
Ts=0.5,Td=1, d=Td/Ts, z=zpk('z',Ts),
G1z=c2d(P,Ts),Gz=G1z/(z^d)



$$G(z) = \frac{0.13417\ (z+0.8008)}{z^2\ (z-0.8465)\ (z-0.6065)}$$

b./ **PI szabályozó**

z1=0.8465

Cz=0.25*(z-z1)/(z-1), Lz=minreal(Cz*Gz,0.001),
[gm,pm]=margin(Lz)

gm = 3.0568, pm = 52.6, stabilis

Tz=Lz/(1+Lz), figure(2), step(Tz),grid
Uz=Cz/(1+Lz),Uz=minreal(Uz,0.001), figure(3), step(Uz),grid

u(0)=0.25, u(végtelen)=0.25;

2. Egy mintavételes szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye:

$$P(s)=\frac{2}{s(1+2s)}e^{-s}.\quad \text{A mintavételezési idő: } T_s=0.5.$$

a./ Zérusrendű tartószerv esetén adja meg a szakasz $G(z)$ impulzusátviteli függvényét zérus-pólus alakban. **(3 pont)**

b./ A szabályozó impulzusátviteli függvénye $C(z)=0.5\frac{z-z_1}{z}$. Póluskiejtéses kompenzáció esetén adja meg z_1 értékét. Milyen típusú szabályozót valósítottunk meg? Stabilis-e a zárt rendszer? **(3 pont)**

2

a./ P=2/(s*(1+2*s)),
Ts=0.5,Td=1, d=Td/Ts, z=zpk('z',Ts),
G1z=c2d(P,Ts),Gz=G1z/(z^d)

$$G(z)=\frac{0.1152\ (z+0.9201)}{z^2\ (z-1)\ (z-0.7788)}$$

b./

z1=0.7788

Cz=0.5*(z-z1)/z, Lz=minreal(Cz*Gz,0.001), margin(Lz)

PD szabályozás, Stabilis , pm=72

3. Egy soros mintavételes szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\frac{1}{(1+10s)(1+2s)}e^{-s}$. A mintavételezési idő: T=0.5. Zérusrendű tartószerv esetén adja meg a szakasz $G(z)$ impulzusátviteli függvényét zérus-pólus alakban. Adja meg a mintavételes póluskiejtéses PID szabályozót (PD komponense legyen ideális)! A szabályozó erősítési tényezőjét nem kell meghatározni. **(6 pont)**

3.

s=zpk('s'),Ps=1/((1+10*s)*(1+2*s))
Ts=0.5,TD=1.0,d=TD/Ts; z=zpk('z',Ts)
Gz1=c2d(Ps,Ts), Gz=Gz1/z^d

$$G(z)=\frac{0.0056634\ (z+0.9049)}{z\hat{\ }2\ (z-0.9512)\ (z-0.7788)},\quad C(z)=k_c\frac{(z-0.9512)\ (z-0.7788)}{(z-1)\ z}$$

3. Egy mintavételes szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye:

$$P(s) = \frac{2}{s(1+4s)} e^{-s}. \quad \text{A mintavételezési idő: } T_s = 0.5.$$

a./ Zérusrendű tartószerv esetén adja meg a szakasz $G(z)$ impulzusátviteli függvényét zérus-pólus alakban. **(3 pont)**

b./ A szabályozó impulzusátviteli függvénye $C(z) = 0.5 \frac{z - z_1}{z}$. Póluskiejtéses kompenzáció esetén adja meg z_1 értékét. Milyen típusú szabályozót valósítottunk meg? **(2 pont)**

c./ Stabilis-e a diszkrét zárt rendszer? Egységugrás bemenet esetén ábrázolja a beavatkozó jelet. **(3 pont)**

3 a./

```
P=2/(s*(1+4*s)),
Ts=0.5,Td=1, d=Td/Ts, z=zpk('z',Ts),
G1z=c2d(P,Ts),Gz=G1z/(z^d)
```

$$G(z) = \frac{0.059975\ (z+0.9592)}{z^2\ \ (z-1)\ (z-0.8825)}$$

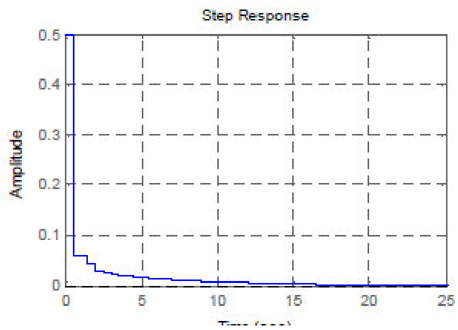
b./

z1= 0.8825

```
Cz=0.5*(z- z1)/z, Lz=minreal(Cz*Gz,0.001), margin(Lz)
```

pm=79, stabilis, PD szabályozó

```
Uz=Cz/(1+Lz),Uz=minreal(Uz,0.001),step(Uz), grid
```



3. Egy mintavételes szabályozási körben a szakasz átviteli függvénye:

$$P(s) = \frac{10}{(1+4s)(1+2s)(1+8s)} e^{-s}. \quad \text{A mintavételezési idő: } T_s = 0.5.$$

a./ Zérusrendű tartószerv esetén adja meg a szakasz $G(z)$ impulzusátviteli függvényét zérus-pólus alakban. **(3 pont)**

b./ Soros PID kompenzációt alkalmazzunk póluskiejtéssel. Adja meg a szabályozó impulzus átviteli függvényét zérus-pólus alakban. A szabályozó arányos szorzótényezője legyen egy. **(2 pont)**

c./ Stabilis-e a diszkrét zárt szabályozási rendszer? Válaszát indokolja! **(2 pont)**

3 a./

```
s=zpk('s'), P=10/((1+4*s)*(2*s+1)*(1+8*s)),
Ts=0.5,Td=1, d=Td/Ts, z=zpk('z',Ts),
G1z=c2d(P,Ts),Gz=G1z/(z^d)
```

$$G(z) = \frac{0.0029204\ (z+3.349)\ (z+0.24)}{z^2\ \ (z-0.9394)\ (z-0.8825)\ (z-0.7788)}$$

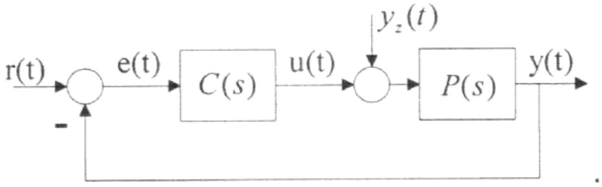
b./

```
Cz=(z-0.9394)*(z-0.8825)/(z*(z-1))
Lz=minreal(Cz*Gz,0.001), [gm,pm]=margin(Lz)
```

gm = 5.2, pm = 62 , stabilis

Stabilitásvizsgálat, jelábrázolás

1. Adott az alábbi szabályozási kör: $C(s)=\dfrac{1+5s}{s}$, $P(s)=\dfrac{1}{(1+5s)(1+s)(1+0.2s)}$



a./ Adja meg a rendszer vágási körfrekvenciáját, fázistartalékát és erősítési tartalékát. Stabilis-e a zárt rendszer? **(3 pont)**

Egységugrás zavarójelre és zérus alapjel esetén:

b./ Ábrázolja minőségileg helyesen az y kimenőjel időbeli lefolyását. **(3 pont)**

c./ Adja meg a kimenőjel és a beavatkozójel állandósult értékét. **(2 pont)**

1.

a.

s=zpk('s'),C=(1+5*s)/s, P=1/((1+5*s)*(1+s)*(1+0.2*s)),
L=C*P,L=minreal(L), figure(1),margin(L)

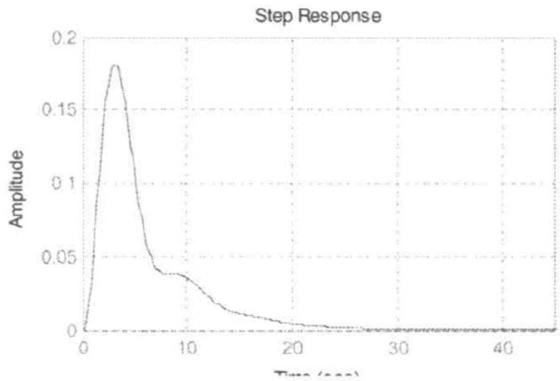
Gm=15.6dB,

[gm,pm,wg,wc]=margin(L)

gm= 6, pm=43.2099, wc=0.7793rad/sec,

Mivel pm>0, a szabályozás stabilis.

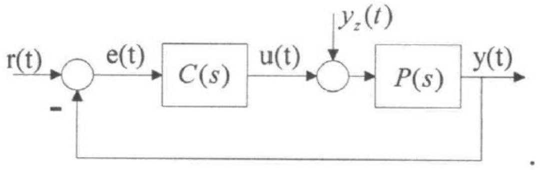
Tz=P/(1+L),Tz=minreal(Tz), figure(2),step(Tz),grid



y_vég=0,

u_vég= -1

1. Adott az alábbi szabályozási kör: $C(s)=\dfrac{1+10s}{10s}$, $P(s)=\dfrac{1}{(1+10s)(1+s)(1+0.5s)}$



a./ Adja meg a rendszer fázistartalékát, erősítési tartalékát és modulus tartalékát. Stabilis-e a zárt rendszer? **(3 pont)**

Egységugrás zavarójel és zérus alapjel ($r(t)=0$ és $y_z(t)=1(t)$) esetén :

b./ Ábrázolja minőségileg helyesen az y kimenőjel időbeli lefolyását. **(3 pont)**

c./ Adja meg a beavatkozó jel kezdeti és állandósult értékét. **(2 pont)**

Megoldás

1. a.

s=zpk('s'),C=(1+10*s)/(10*s), P=1/((1+10*s)*(1+s)*(1+0.5*s)),

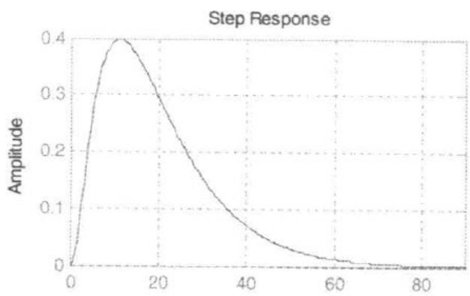
a./ L=C*P,L=minreal(L), figure(1),margin(L)

[gm,pm]=margin(L), m=bode(L+1), mt=min(m)

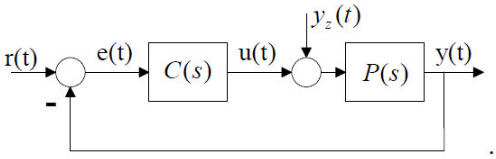
gm= 30 (29.5dB) , pm=81.48, mt=0.89, stabilis

b./ Tz=P/(1+L),Tz=minreal(Tz), figure(2),step(Tz),grid

u(0) =0, u_vég= -1



1. Adott az alábbi szabályozási kör: $C(s)=\dfrac{1+4s}{s}$, $P(s)=\dfrac{0.5}{(1+4s)(1+s)(1+0.1s)}$



a./ Adja meg a rendszer vágási körfrekvenciáját, fázistartalékát és erősítési tartalékát. Stabilis-e a zárt rendszer? **(2 pont)**

Egységimpulzus (Dirac delta) zavarójelre és zérus alapjel esetén:

b./ Ábrázolja minőségileg helyesen az y kimenőjel időbeli lefolyását. **(3 pont)**

c./ Adja meg a kimenőjel és a beavatkozójel állandósult értékét. **(2 pont)**

1. a.

s=zpk('s'),C=(1+4*s)/s, P=0.5/((1+4*s)*(1+s)*(1+0.1*s)),

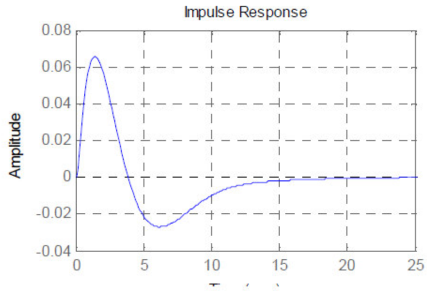
L=C*P,L=minreal(L)

figure(1),margin(L),[gm,pm,wg,wc] =margin(L)

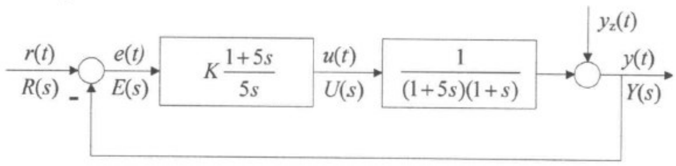
pm=62.9º, wc=0.45rad/sec, Gm=26.8dB, stabilis

Tz=P/(1+L),Tz=minreal(Tz), figure(2),impulse(Tz),grid

y_vég=0, u_vég= 0



2. Adott az alábbi szabályozási kör:



a./ Határozza meg K maximális értékét, amelynél a zárt rendszer még stabilis! **(2 pont)**

$K=3$ mellett:

b./ adja meg a rendszer erősítési tartalékát, fázistartalékát és modulus tartalékát. Stabilis-e a zárt szabályozási rendszer? **(3 pont)**

c./ $r(t)\equiv 0$ és $y_z(t)=1(t)$ esetén ábrázolja minőségileg helyesen az $y(t)$ kimenőjel időbeli lefolyását. Jelölje be az ábrán a fontosabb értékeket (kezdeti érték, végérték, beállási idő)! **(2 pont)**

d./ $r(t)=e^{-2t}$ és $y_z(t)=0$ esetén ábrázolja minőségileg helyesen az $y(t)$ kimenőjel időbeli lefolyását! **(2 pont)**

2.

s=zpk('s'),P=1/((1+s)*(1+5*s)),C=3*(1+5*s)/(5*s),L=C*P,L=minreal(L)

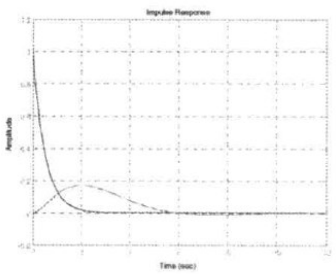
a./ **strukturálisan stabilis, kmax=inf**

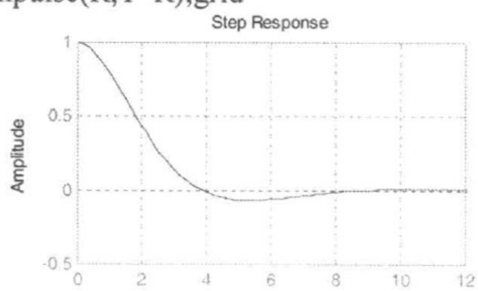
b./ [gm,pm]=margin(L), m=bode(L+1); mt=min(m) ,

pm=62, mt=0.76, stabilis

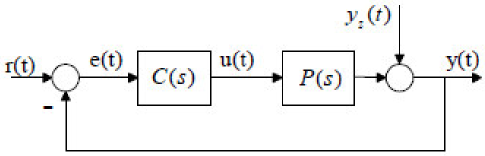
c./ H=minreal(1/(1+L)), step(H), grid on

d./ T=minreal(L/(1+L)),R=1/(s+2),impulse(R,T*R);grid





2. Adott az alábbi szabályozási kör:



$$C(s)=K\frac{1+5s}{s},\ P(s)=\frac{5}{(1+5s)(1+s)(1+0.1s)}$$

a./ K=1 mellett adja meg a rendszer vágási körfrekvenciáját, fázistöbbletét és erősítési tartalékát. Stabilis-e a zárt rendszer? **(3 pont)**

b./ K=0.1, egységugrás zavarójel és zérus alapjel esetén ábrázolja minőségileg helyesen az y kimenőjel időbeli lefolyását. **(3 pont)**

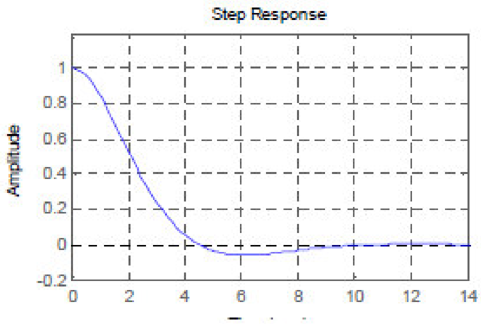
Adja meg a beavatkozójel kezdeti és végértékét is. **(2 pont)**

2. a./

s=zpk('s'),C=(1+5*s)/s, P=5/((1+5*s)*(1+1*s)*(1+0.1*s)),
L=C*P, L=minreal(L), figure(1),margin(L)
[gm,pm,wg,wc]= margin(L)

% pm=13.5 , gm=2.2 (6.85dB) wc=2.1rad/sec

% stabilis

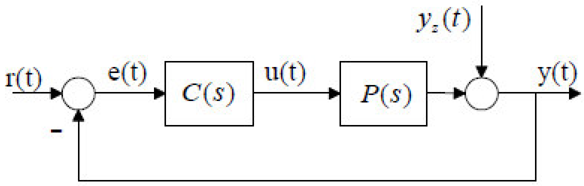


b./

k=0.1; C=k*C ;L=minreal(C*P),figure(1),margin(L)
Tz=minreal(1/(1+L)), figure(2),step(Tz),grid on
figure(3),U= minreal(-C/(1+L)), step(U), grid on

u(0)=-0.5, uvég=-0.2

2. Adott az alábbi szabályozási kör:



$$C(s)=\frac{1+20s}{20s},\qquad P(s)=\frac{10}{(1+20s)(1+2s)(1+s)}$$

a./ Adja meg a rendszer erősítési tartalékát, fázistartalékát és modulus tartalékát. Stabilis-e a zárt rendszer? **(3 pont)**

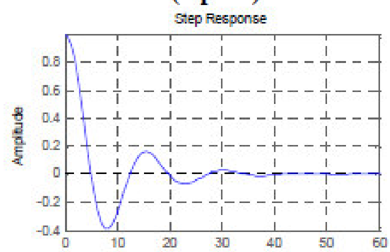
b./ $r(t)=0$, $y_z(t)=1(t)$ mellett ábrázolja minőségileg helyesen az y kimenőjel időbeli lefolyását és adja meg a beavatkozó jel kezdeti és állandósult értékét! **(3 pont)**

c./ $r(t)=t$, $0\le t\le 100$ (sebességugrás) alapjel és zérus zavarás esetén ábrázolja egy koordináta rendszerben az alapjelet és a kimenőjelet! Mekkora a statikus hiba? **(3 pont)**

2. a.

s=zpk('s'),C=(1+20*s)/(20*s), P=10/((1+20*s)*(1+2*s)*(1+1*s)),
L=C*P, L=minreal(L), figure(1),margin(L)
[gm,pm]=margin(L), m=bode(L+1); mt=min(m)

gm= 3 (9.5dB) , pm=32.6, mt=0.43, stabilis



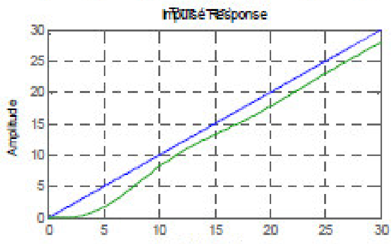
b.

U=minreal(-C/(1+L)), step(U),grid

u_kezd=-1; u_vég=-0.1,

c./ T=minreal(L/(1+L)), R=1/(s*s), impulse(R,R*T,30),grid
vagy t=0:0.1:30; r=t;y=lsim(T,r,t);plot(t,r,t,y),grid;

es=1/K=1/0.5=2



2. Egy szakasz átviteli függvénye $P(s)=\dfrac{0.2}{s(s+1)(10s+1)}$. Egy soros szabályozási körben a szabályozó átviteli függvénye, $C(s)=k\dfrac{10s+1}{2s+1}$.

a./ Határozzuk meg a k maximális értékét, amelyre a zárt rendszer még stabilis marad.

(3 pont)

b./ Határozzuk meg a zárt rendszer $y(t)$ kimenő jelét $r(t)=t$, $0\le t\le 50$ referencia jel és $k=1$ esetén. Ábrázoljuk egy koordináta rendszerben a referencia jelet és kimenő jelet. Mekkora az e_s állandósult hiba. **(5 pont)**

2.

```
s=zpk('s'),P=0.2/(s*(s+1) *(10*s+1)), C=1*(10*s+1)/(2*s+1), L=C*P,L=minreal(C*P)
[gm,pm,wg,wc]=margin(L)
```

kmax=gm=7.5

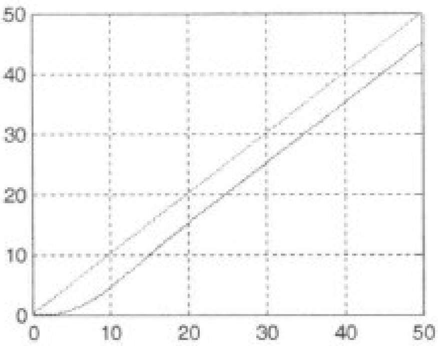
b./

```
T=minreal(L/(1+L));
t=0:0.1:50;u=t; y=lsim(T,u,t);
figure(1),plot(t,y, t,u ); grid on
```

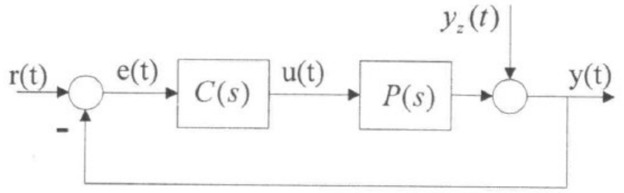
es=1/k=5

vagy

```
R=1/(s*s )
impulse(R,R*T,50),grid
```



2. Adott az alábbi szabályozási kör:



$$C(s)=K\frac{1+5s}{5s},\qquad P(s)=\frac{20}{(1+5s)(1+s)(1+0.1s)}$$

a./ K=1 mellett adja meg a rendszer fázistöbbletét. Stabilis-e a zárt rendszer? **(3 pont)**

K=0.1 mellett:

b. egységugrás zavarójel és zérus alapjel esetén ábrázolja minőségileg helyesen az y kimenőjel időbeli lefolyását. **(3 pont)**

c. Adja meg a beavatkozójel kezdeti és állandósult értékét. **(2 pont)**

2.

a.

```
s=zpk('s'),C=(1+5*s)/(5*s), P=20/((1+5*s)*(1+s)*(1+0.1*s)),
L=C*P, L=minreal(L), figure(1),margin(L)
```

pm=17.7, stabilis

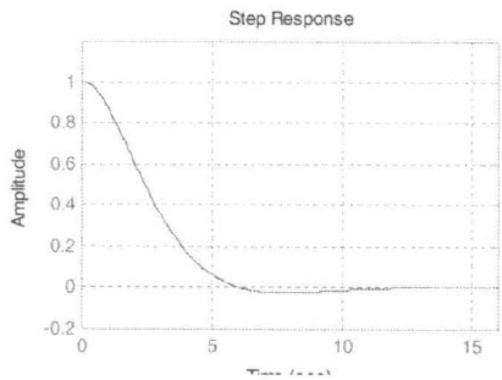
b.

```
Ck=0.1*C, L=Ck*P, margin(L), S=1/(1+L), step(S),grid
```

c.

```
U=minreal( -Ck/(1+L) ), step(U),grid
```

u_kezd=-0.1; u_vég=-0.05,



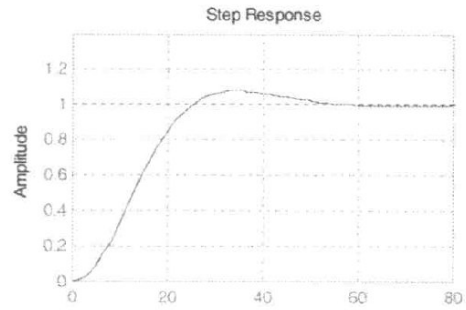
1. Egy zárt szabályozási kör felnyitott körének átviteli függvénye $L(s) = \dfrac{K}{s(1+2s)(1+5s)}$.

a./ Adja meg $K_{max} > 0$ értékét, amely mellett a zárt kör még stabilis! **(3 pont)**

c./ Határozza meg azt a K értéket, amely mellett a rendszer fázistartaléka 60°. Ebben az esetben ábrázolja a zárt rendszer ugrásválaszát. Jelölje be a görbe fontosabb értékeit (kezdeti és végérték, maximális érték). **(4 pont)**

1.

s=zpk('s'), L=1/(s*(1+2*s)*(1+5*s)), kmax=margin(L)
kmax= 0.7
[m,f,w]=bode(L); kc=margin(m,f-60,w)
k =0.084
Lc=kc*L;figure(1),margin(Lc)
T=Lc/(1+Lc),T=minreal(T),step(T),grid



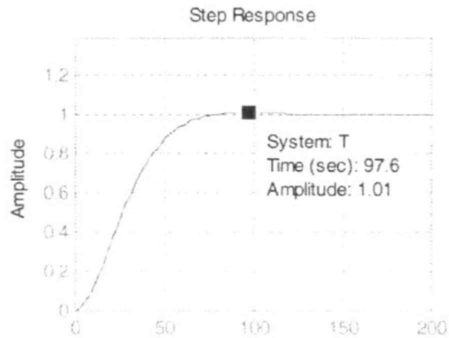
1. Egy zárt szabályozási kör felnyitott körének átviteli függvénye $L(s) = \dfrac{K}{s(1+s)(1+10s)}$.

a./ Adja meg $K_{max} > 0$ értékét, amely mellett a zárt kör még stabilis! **(3 pont)**

c./ Határozza meg azt a K értéket, amely mellett a rendszer fázistartaléka 70°. Ebben az esetben ábrázolja a zárt rendszer ugrásválaszát (átmeneti függvényét). Határozza meg az ugrásválasz százalékos túllövését és 1%-os beállási idejét. **(4 pont)**

1.

s=zpk('s'), L=1/(s*(1+s)*(1+10*s)), kmax=margin(L)
kmax= 1.1
ft=70, [m,f,w]=bode(L); kc=margin(m,f-ft,w)
k = 0.0344
Lc=kc*L;figure(1),margin(Lc)
T=Lc/(1+Lc),T=minreal(T),step(T),grid
Túllövés=1%, ts= ~100sec



1. Egy zárt szabályozási kör felnyitott körének átviteli függvénye $L(s) = \dfrac{K}{s(1+s)(1+5s)}$.

a./ Adja meg $K_{max} > 0$ értékét, amely mellett a zárt kör még stabilis! **(2 pont)**

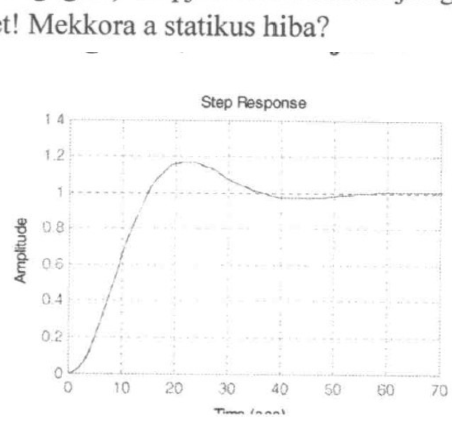
b./ Határozza meg azt a K értéket, amely mellett a rendszer fázistartaléka 60°. **(2 pont)**

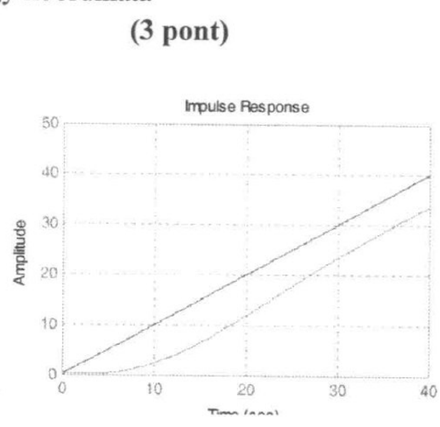
c./ K=0.15 esetén ábrázolja a zárt rendszer kimenőjelét $r(t)=1(t)$ alapjelre. **(2 pont)**

d./ K=0.15 és $r(t)=t$, $0 \le t \le 40$ (sebességugrás) alapjel esetén ábrázolja egy koordináta rendszerben az alapjelet és a kimenőjelet! Mekkora a statikus hiba? **(3 pont)**

1.

s=zpk('s'), L1=1/(s*(1+1*s)*(1+5*s)),
a./ kmax=margin(L1)
Kmax= 1.2
b./ [m,f,w]=bode(L1);
kc=margin(m,f-60,w)
K =0.1
c./ L=0.15*L1;figure(1),margin(L)
T=L/(1+L),T=minreal(T),step(T),grid
d./ R=1/(s*s), impulse(R,R*T,40),grid
es=1/K=0/0.15=6.66





Youla parametrizált szabályzó

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\dfrac{1}{1+8s}$. A szakaszt $T_s=1\,\mathrm{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Tervezzen Youla parametrizált szabályozót az alábbi feltételekkel: $G_-=1$ (a szakasz dinamikája a szabályozóval kiejthető), az alapjel követési dinamikáját előíró R_r impulzusátviteli függvény az $\dfrac{1}{1+s}$ átviteli függvény mintavételezésével, a zavarelhárítást előíró R_n impulzusátviteli függvény az $\dfrac{1}{1+s}$ átviteli függvény mintavételezéséből adódik.

a./ Adja meg a szakasz és a szűrők impulzusátviteli függvényeit. **(2 pont)**
b./ Adja meg a Q Youla paramétert. **(1 pont)**
c./ Adja meg a Youla parametrizált C szabályozót. **(1 pont)**
Egységugrás alapjel esetén :
d./ Vázolja fel minőségileg helyesen a kimenőjel lefolyását. Mennyiben tér ez el az R_r szűrő kimenőjelétől? **(2 pont)**
e./ Mekkora a beavatkozójel maximális értéke? **(1 pont)**
f./ Egységugrás kimeneti zavarójelre mekkora a kimenőjel kezdeti és végértéke? **(1 pont)**

4.

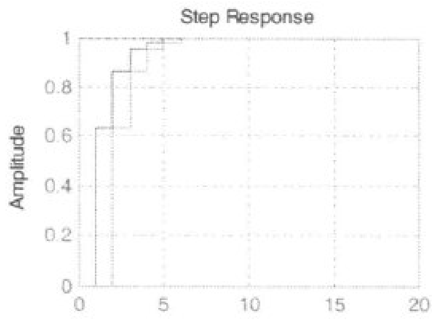
a./ $G(z)=\dfrac{0.1175}{z-0.8825}$ G(z)=----------, $G_-=1$, $G_+=zG(z)=\dfrac{0.1175}{1-0.8825z^{-1}}$,

$$R_r(z)=\frac{0.63212}{z-0.3679},\quad R_n(z)=\frac{0.63212}{z-0.3679}$$

b./ $Q=\dfrac{R_n}{G_+}=\dfrac{5.3796\,(z-0.8825)}{z\,(z-0.3679)}$

c./ $C=\dfrac{Q}{1-QG}=\dfrac{5.3796\,(z-0.8825)}{(z-1)\,(z+0.6321)}$

d./ A kimenőjel egy mintavételi lépéssel késik az alapjelszűrő kimenőjeléhez képest.



e./ umax=5.3796

f./ A kimeneti zavarás hatására a kimenőjel kezdeti értéke 1, végértéke 0, dinamikáját R_n határozza meg.

A program:

```
clear
s=zpk('s')
P=1/(1+8*s)
Ts=1
G=c2d(P,Ts)
z=zpk('z',Ts)
Gm=1
Gp=G*z
display(' Rr ='), Rr=c2d(1/(1+s),Ts)
display(' Rn ='), Rn=c2d(1/(1+s),Ts)
display(' Q ='), Q= minreal(Rn/Gp)
display(' C ='), C=minreal( (Rn/Gp)*(1/(1-Rn*Gm*z^(-1))) )
L=minreal(C*G)
T= minreal( (Rr/Rn)*L/(1+ L) )
figure(1), step(Rr, T),grid
[u,t]=step((Rr/Rn)*Q)
umax=max(u)
figure(2), stairs(t,u),grid

%disturbance
Sn=(1-Rn*Gm*z^(-1))
figure(3), step(Sn),grid
figure(4), step(-Q,10), grid
```

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye:

$P(s)=\frac{1}{(1+5s)(1+10s)}e^{-2s}$. A szakaszt $T_s=2\,\text{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Tervezzen Youla parametrizált szabályozót egységnyi alapjel és zavarójel szűrö feltételezésével ($R_r=1$; $R_n=1$).

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. Adja meg a szakasz felbontását (G_+ ; G_- és d kifejezését a $G=G_+G_-z^{-d}$ felbontásban). **(3 pont)**

b./ Adja meg a Q Youla paramétert. **(1 pont)**

c./ Adja meg a Youla parametrizált C szabályozót. **(1 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(2 pont)**

e./ Mekkora a beavatkozójel maximális értéke? **(1 pont)**

4.

a./ $G=\frac{0.032859\,(z+0.8187)}{(z-0.8187)\,(z-0.6703)z}$;

$$G_-=\frac{(1+0.8187z^{-1})}{1+0.8187}=\frac{(z+0.8187)}{1.8187z}=\frac{0.54984\,(z+0.8187)}{z}$$

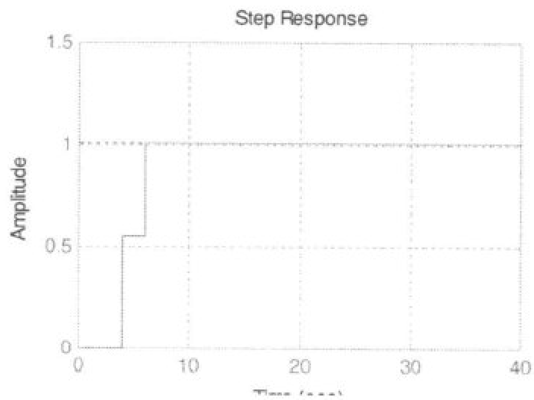
$d=2$

$$G_+=\frac{(0.032859*1.8187)\,z^2}{(z-0.8187)\,(z-0.6703)}=\frac{0.05976}{(1-0.8187z^{-1})\,(z-0.6703z^{-1})}$$

b./ $Q=\frac{R_n}{G_+}=\frac{16.7336\,(z-0.8187)\,(z-0.6703)}{z^2}$

c./ $C=\frac{Q}{1-QG}=\frac{16.7336\,z\,(z-0.8187)\,(z-0.6703)}{(z-1)\,(z\text{^}2\;+z+0.4502)}$

d./



e./ umax=16.7336

A program:

```
clear
s=zpk('s')
P1=1/((1+5*s)* (1+10*s))
Ts=2
G1=c2d(P1,Ts)
z=zpk('z',Ts)
G=G1/z

d=2
display(' Gm ='), Gm=((z+0.8187)/(1+0.8187))*z^(-1)
display(' Gp ='), Gp=minreal(G/Gm/(z^-d),0.001)
Rr=1;
Rn=1;
display(' Q ='), Q= minreal(Rn/Gp)
display(' C ='), C=minreal( Q/(1-Q*G) )
L=minreal(C*G)
T= minreal( (Rr/Rn)*L/(1+ L) )
figure(1), step( T),grid
[u,t]=step((Rr/Rn)*Q)
umax=max(u)
figure(2), stairs(t,u),grid

%disturbance
Sn=(1-Rn*Gm*z^(-1))
figure(3), step(Sn),grid
figure(4), step(-Q,10), grid
```

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\dfrac{1}{(1+2s)(1+10s)}e^{-2s}$. A szakaszt $T_s=2\,\text{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Tervezzen Youla parametrizált szabályozót $R_r=1/z$; $R_n=1/z$ feltételezésével.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz felbontását (G_+ ; G_- és d kifejezését a $G=G_+G_-z^{-d}$ felbontásban). **(1 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a Youla parametrizált C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

e./ Mekkora a beavatkozójel maximális értéke? **(1 pont)**

4.

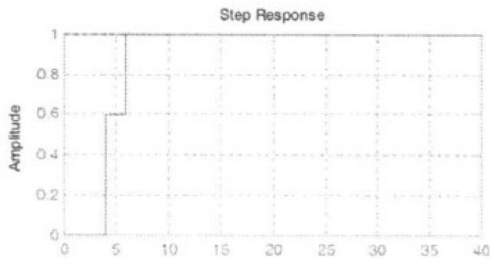
s=zpk('s'), P1=1/((1+2*s)* (1+10*s)), Ts=2,Td=2,d=Td/Ts
G1=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts), G=G1/(z^d)

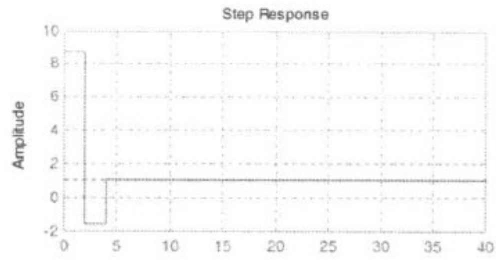
$$G=G_+G_-z^{-d}=\frac{0.068556\,(z+0.6714)}{(z-0.8187)\,(z-0.3679)z};$$

Gm=(z+ 0.6714)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm),
d=1, Gp=minreal(G/(Gm*z^-d),0.001)

$$G_-=\frac{0.5983\,(z+0.6714)}{z}\qquad G_+=\frac{0.11459\;z^2}{(z-0.8187)\,(z-0.3679)}$$

Rr=1/z, Rn=1/z
Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal(Q/(1-Q*G))
L=minreal(C*G), T= minreal((Rr/Rn)*L/(1+ L)),
Uz= minreal ((Rr/Rn)*Q), umax=max(step(Uz))





$$Q=\frac{R_n}{G_+}=\frac{8.7271\,(z-0.8187)\,(z-0.3679)}{z^2},\quad C=\frac{Q}{1-QG}=\frac{8.7271\,z\,(z-0.8187)\,(z-0.3679)}{(z-1)\,(z\text{^}2\;+z+0.4017)}$$

figure(1), step(T),grid
figure(2), step (Uz),grid

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\dfrac{1}{(1+2s)(1+4s)}$. A szakaszt $T_s=2\,\mathrm{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Tervezzen Youla parametrizált szabályozót az $R_r(z)=\dfrac{0.6}{(z-0.4)}$, $R_n(z)=\dfrac{0.6}{(z-0.4)}$ alapjel és zavarójel szűrők feltételezésével.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz $G=G_+G_-z^{-d}$ felbontását. **(1 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

e./ Mekkora a beavatkozójel maximális értéke? **(1 pont)**

4.

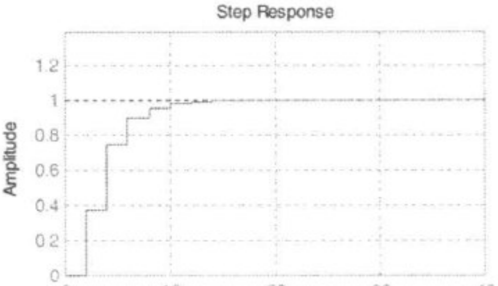
```
s=zpk('s'), P1=1/((1+2*s)*(1+4*s)), Ts=2
G=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts),
```

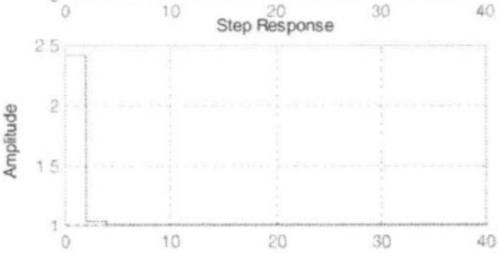
$$G=G_+G_-z^{-d}=\frac{0.15482\ (z+0.6065)}{(z-0.6065)\ (z-0.3679)};$$

```
Gm=(z+ 0.6065)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm),
Gp=minreal(G/Gm,0.001)
```

$$G_-=\frac{0.62247\ (z+0.6065)}{z}\qquad G_+=\frac{0.24872\ z}{(z-0.6065)\ (z-0.3679)}$$

```
Rn=0.6/(z-0.4); Rr=0.6/(z-0.4)
Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal( Q/(1-Q*G) )
L=minreal(C*G), T= minreal( (Rr/Rn)*L/(1+ L) ),
Uz= minreal ((Rr/Rn)*Q), umax=max(step(Uz))
```





$$Q=\frac{R_n}{G_+}=\frac{2.4124\ (z-0.6065)\ (z-0.3679)}{z\ (z-0.4)},\quad C=\frac{Q}{1-QG}=\frac{2.4124\ (z-0.6065)\ (z-0.3679)}{(z-1)\ (z+0.2265)}$$

```
figure(1), step( T),grid
figure(2), step (Uz),grid
```

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\dfrac{4}{(1+s)(1+10s)}e^{-s}$. A szakaszt $T_s = 1\,\mathrm{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Tervezzen Youla parametrizált szabályozót $R_r = 1/z$; $R_n = 1/z$ feltételezésével.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz felbontását (G_+ ; G_- és d kifejezését a $G = G_+G_-z^{-d}$ felbontásban). **(1 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a Youla parametrizált C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

e./ Mekkora a beavatkozójel maximális értéke? **(1 pont)**

4.

s=zpk('s'), P1=4/((1+s)* (1+10*s)), Ts=1,Td=1,d=Td/Ts
G1=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts), G=G1/(z^d)

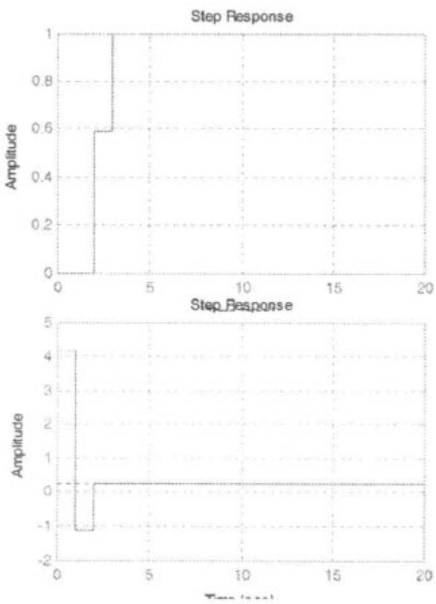
$$G = G_+G_-z^{-d} = \frac{0.142\ (z+0.6945)}{(z-0.9048)\ (z-0.3679)z};$$

Gm=(z+ 0.6945)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm),
d=1, Gp=minreal(G/(Gm*z^-d),0.001)

$$G_- = \frac{0.59014\ (z+0.6945)}{z} \qquad G_+ = \frac{0.24062\ z}{(z-0.9048)\ (z-0.3679)}$$

Rr=1/z, Rn=1/z
Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal(Q/(1-Q*G))
L=minreal(C*G), T= minreal((Rr/Rn)*L/(1+ L)),
Uz= minreal ((Rr/Rn)*Q), umax=max(step(Uz))
figure(1), step(T),grid
figure(2), step (Uz),grid

umax=4.1559



$$Q = \frac{R_n}{G_+} = \frac{4.1559\ (z-0.9048)\ (z-0.3679)}{z^2}, \quad C = \frac{Q}{1-QG} = \frac{4.1559\ z\ (z-0.9048)\ (z-0.3679)}{(z-1)\ (z^{\wedge}2\ + z + 0.4098)}$$

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\dfrac{1}{(1+2s)(1+4s)}$. A szakaszt $T_s=2\sec$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Tervezzen Youla parametrizált szabályozót az $R_r(z)=\dfrac{0.6}{(z-0.4)}$, $R_n(z)=\dfrac{0.6}{(z-0.4)}$ alapjel és zavarójel szűrők feltételezésével.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz $G=G_+G_-z^{-d}$ felbontását. **(1 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

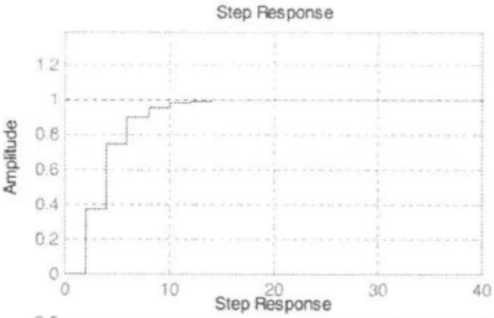
e./ Mekkora a beavatkozójel maximális értéke? **(1 pont)**

4.

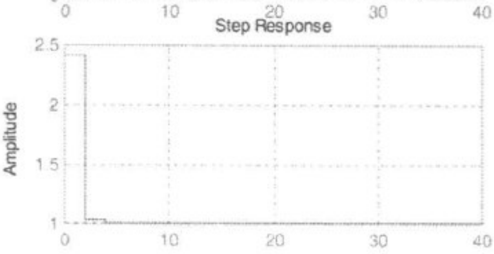
s=zpk('s'), P1=1/((1+2*s)*(1+4*s)), Ts=2
G=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts),

$$G=G_+G_-z^{-d}=\frac{0.15482\ (z+0.6065)}{(z-0.6065)\ (z-0.3679)};$$

Gm=(z+ 0.6065)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm),
Gp=minreal(G/Gm,0.001)



$$G_-=\frac{0.62247\ (z+0.6065)}{z}\qquad G_+=\frac{0.24872\ z}{(z-0.6065)\ (z-0.3679)}$$



Rn=0.6/(z-0.4); Rr=0.6/(z-0.4)
Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal(Q/(1-Q*G))
L=minreal(C*G), T= minreal((Rr/Rn)*L/(1+ L)),
Uz= minreal ((Rr/Rn)*Q), umax=max(step(Uz))

$$Q=\frac{R_n}{G_+}=\frac{2.4124\ (z-0.6065)\ (z-0.3679)}{z\ (z-0.4)},\quad C=\frac{Q}{1-QG}=\frac{2.4124\ (z-0.6065)\ (z-0.3679)}{(z-1)\ (z+0.2265)}$$

figure(1), step(T),grid
figure(2), step (Uz),grid

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\dfrac{1}{(1+5s)^2}$. A szakaszt $T_s=1\,\mathrm{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Az alapjel követési dinamikáját előíró R_r impulzusátviteli függvény az $\dfrac{1}{1+3s}$ átviteli függvény mintavételezésével, a zavarelhárítást előíró R_n impulzusátviteli függvény az $\dfrac{1}{1+s}$ átviteli függvény mintavételezéséből adódik.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz $G=G_+G_-z^{-d}$ felbontását. **(2 pont)**

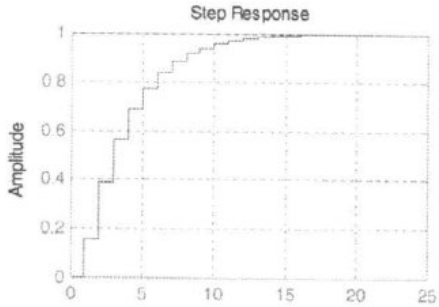
c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

4. s=zpk('s'), P1=1/((1+5*s)*(1+5*s)),
Ts=1, G=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts),

$$G=G_+G_-z^{-d}=\frac{0.017523\ (z+0.8752)}{(z-0.8187)^2};$$

Gm=(z+ 0.8752)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm), Gp=minreal(G/Gm,0.001)
Rr=c2d(1/(1+3*s),Ts),Rn=c2d(1/(1+s),Ts)



$$G_-=\frac{0.53328\ (z+0.8752)}{z},\quad G_+=\frac{0.032859\ z}{(z-0.8187)^2},$$

$$R_r(z)=\frac{0.28347}{z-0.7165},\quad R_n(z)=\frac{0.63212}{z-0.3679}$$

Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal(Q/(1-Q*G)), L=minreal(C*G), T= minreal(Rr/Rn* L /(1+L)),
Uz= minreal (Rr/Rn*C/(1+L)), umax=max(step(Uz)),

$$Q=\frac{R_n}{G_+}=\frac{19.2372\ \ (z-0.8187)^2}{z\ (z-0.3679)},\quad C=\frac{Q}{1-QG}=\frac{19.2372\ \ (z-0.8187)^2}{(z-1)\ (z+0.295)}$$

figure(1), step(T),grid,

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\frac{1}{(1+s)(1+10s)}e^{-s}$. A szakaszt $T_s = 1\,\mathrm{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Az alapjel követési dinamikáját előíró R_r impulzusátviteli függvény az $\frac{1}{1+5s}$ átviteli függvény mintavételezésével, a zavarelhárítást előíró R_n impulzusátviteli függvény az $\frac{1}{1+0.5s}$ átviteli függvény mintavételezéséből adódik.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz $G = G_+ G_- z^{-d}$ felbontását. **(1 pont)**

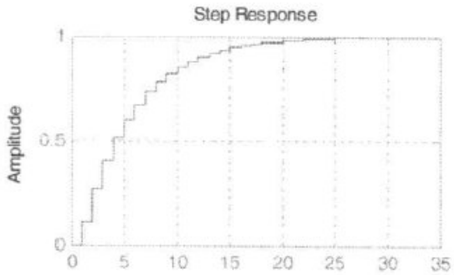
c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a C szabályozót. **(1 pont)**

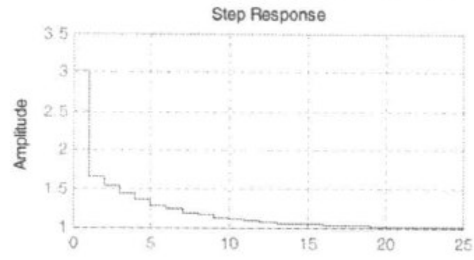
d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel és a beavatkozójel lefolyását. **(2 pont)**

4. s=zpk('s'), P1=1/((1+s)*(1+10*s)),
Ts=1, G1=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts),

$$G = G_1 z^{-d} = G_+ G_- z^{-d} = \frac{0.035501\ (z+0.6945)}{(z-0.9048)\ (z-0.3679)} z^{-1};$$

Gm=(z+ 0.6945)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm), Gp=minreal(G1/Gm,0.001)
Rr=c2d(1/(1+5*s),Ts),Rn=c2d(1/(1+0.5*s),Ts)





$$G_- = \frac{0.59014\ (z+0.6945)}{z},\quad G_+ = \frac{0.060156\ z}{(z-0.9048)\ (z-0.3679)},$$

$$R_r(z) = \frac{0.18127}{z-0.8187},\quad R_n(z) = \frac{0.86466}{z-0.1353}$$

Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal(Q/(1-Q*G)), L=minreal(C*G), T= minreal(Rr/Rn* L /(1+L)),
Uz= minreal (Rr/Rn*C/(1+L)), figure(1), step(T),grid, figure(2), step(Uz),grid,

$$Q = \frac{R_n}{G_+} = \frac{14.3738\ (z-0.9048)\ (z-0.3679)}{z\ (z-0.1353)},\quad C = \frac{Q}{1-QG} = \frac{14.3738\ (z-0.9048)\ (z-0.3679)}{(z-1)\ (z+0.3544)}$$

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\dfrac{1}{(1+4s)(1+10s)}e^{-2s}$. A szakaszt $T_s=2\,\text{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Tervezzen Youla parametrizált szabályozót az $R_r(z)=\dfrac{0.4}{(z-0.6)}$, $R_n(z)=\dfrac{0.6}{(z-0.4)}$ alapjel és zavarójel szűrők feltételezésével.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz felbontását (G_+ ; G_- és d kifejezését a $G=G_+G_-z^{-d}$ felbontásban). **(1 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a Youla parametrizált C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel és a beavatkozó jel lefolyását. **(2 pont)**

4.

s=zpk('s'), P1=1/((1+4*s)* (1+10*s)), Ts=2,Td=2,d=Td/Ts
G1=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts), G=G1/(z^d)

$$G=G_1z^{-d}=G_+G_-z^{-d}=\frac{0.039803\ (z+0.7919)}{z\ (z-0.8187)\ (z-0.6065)}$$

Gm=(z+0.7919)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm), Gp=minreal(G1/Gm,0.001)

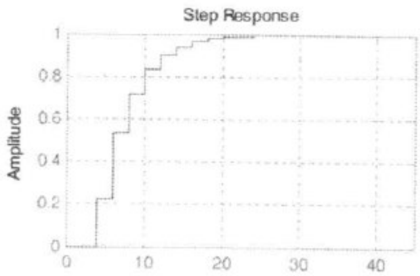
$$G_-=\frac{0.55807\ (z+0.7919)}{z}\qquad G_+=\frac{0.071322\ z}{(z-0.8187)\ (z-0.6065)}$$

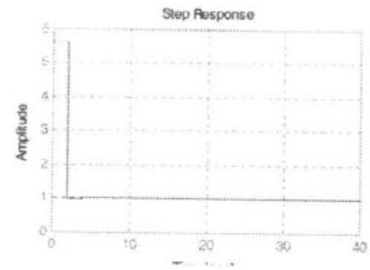
Rr=0.4/(z-0.6), Rn=0.6/(z-0.4)
Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal(Q/(1-Q*G))
L=minreal(C*G), T= minreal((Rr/Rn)*L/(1+ L)),
Uz= minreal ((Rr/Rn)*Q), umax=max(step(Uz))

$$Q=\frac{R_n}{G_+}=\frac{8.4125\ (z-0.8187)\ (z-0.6065)}{z\ (z-0.4)},$$

$$C=\frac{Q}{1-QG}=\frac{8.4125\ z\ (z-0.8187)\ (z-0.6065)}{(z-1)\ (z^\wedge2\ +0.6z+0.2652)}$$

figure(1), step(T),grid,
figure(2), step (Uz),grid





4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\dfrac{1}{(1+10s)^2}$. A szakaszt $T_s=1\,\text{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Az alapjel követési dinamikáját előíró R_r impulzusátviteli függvény az $\dfrac{1}{1+4s}$ átviteli függvény mintavételezésével, a zavarelhárítást előíró R_n impulzusátviteli függvény az $\dfrac{1}{1+s}$ átviteli függvény mintavételezéséből adódik.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét illetve az $R_r(z)$ és $R_n(z)$ impulzusátviteli függvényeket. **(2pont)**

b./ Adja meg a szakasz $G=G_+G_-z^{-d}$ felbontását. **(1pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

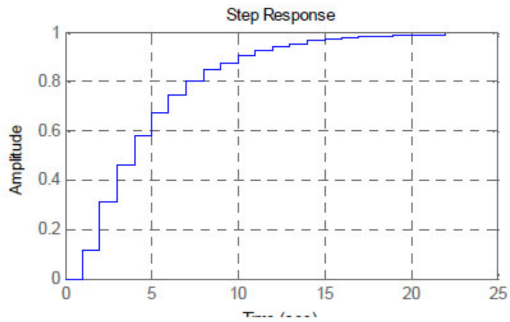
e./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás kimeneti zavarásra és zérus alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

4. a./

s=zpk('s'), P1=1/((1+10*s)*(1+10*s)),
Ts=1, G=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts),
Rr=c2d(1/(1+4*s),Ts), Rn=c2d(1/(1+s),Ts)

$$G=G_+G_-z^{-d}=\frac{0.0046788\ (z+0.9355)}{(z-0.9048)^2};$$

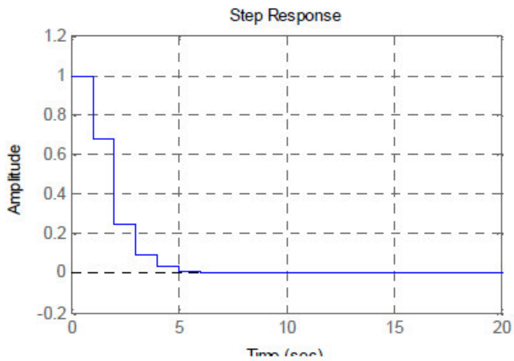
$$R_r(z)=\frac{0.2212}{z-0.7788},\quad R_n(z)=\frac{0.63212}{z-0.3679}$$



b./

Gm=(z+ 0.9355)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm), Gp=minreal(G/Gm,0.001)

$$G_-=\frac{0.51666\ (z+0.9355)}{z},\quad G_+=\frac{0.0090559\ z}{(z-0.9048)^2},$$



c./

Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal(Q/(1-Q*G)), L=minreal(C*G),

$$Q=\frac{69.8021\ (z-0.9048)^2}{z\ (z-0.3679)},\quad C=\frac{69.8021\ (z-0.9048)^2}{(z-1)\ (z+0.3055)}$$

d./ T= minreal(Rr/Rn* L /(1+L)), figure(1), step(T),grid

e./ Tz=minreal(1/(1+L)), figure(2),step(Tz),grid

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s)=\frac{e^{-s}}{(1+15s)(1+5s)}$. A szakaszt $T_s=1\,\sec$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Az alapjel követési dinamikáját előíró R_r impulzusátviteli függvény az $\frac{1}{1+5s}$ átviteli függvény mintavételezésével, a zavarelhárítást előíró R_n impulzusátviteli függvény az $\frac{1}{1+2s}$ átviteli függvény mintavételezéséből adódik.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét illetve az R_r és R_n impulzusátviteli függvényeket. **(2pont)**

b./ Adja meg a szakasz $G=G_+G_-z^{-d}$ felbontását. **(2 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a C szabályozót. **(1 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

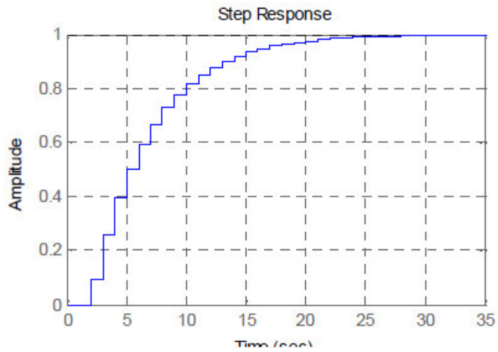
e./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás kimeneti zavarásra és zéró alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

4. a./

```
s=zpk('s'), P1=1/((1+15*s)*(1+5*s)),
Ts=1, G1=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts), Td=1, d=Td/Ts,G=G1/z^d
Rr=c2d(1/(1+5*s),Ts),  Rn=c2d(1/(1+2*s),Ts)
```

$$G=G_+G_-z^{-d}=\frac{0.0061049\ (z+0.915)}{z\ (z-0.9355)\ (z-0.8187)};$$

$$R_r(z)=\frac{0.18127}{(z-0.8187)},\quad R_n(z)=\frac{0.39347}{(z-0.6065)}$$



b./

```
Gm=(z+ 0.915)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm), Gp=minreal(G1/Gm,0.001)
```

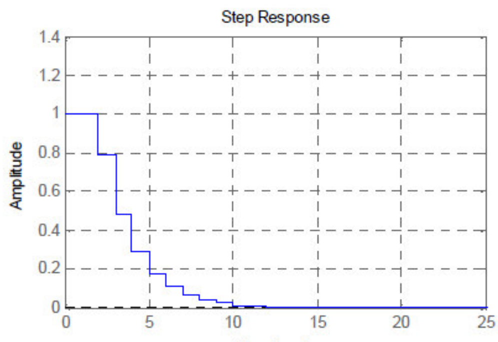
$$G_-=\frac{0.52219\ (z+0.915)}{z},\quad G_+=\frac{0.011691\ z}{(z-0.9355)\ (z-0.8187)},$$

c./

```
Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal( Q/(1-Q*G) ), L=minreal(C*G),
```

$$Q=\frac{33.6561\ (z-0.9355)\ (z-0.8187)}{z\ (z-0.6065)},$$

$$C=\frac{33.6561\ z\ (z-0.9355)\ (z-0.8187)}{(z-1)\ (z^2+0.3935z+0.188)}$$



d./ T= minreal(Rr/Rn* L /(1+L)), figure(1), step(T),grid,

e./ Tz=minreal(1/(1+L)), figure(2),step(Tz),grid

4. Egy irányítandó szakasz átviteli függvénye: $P(s) = \dfrac{4}{(1+s)(1+10s)} e^{-s}$. A szakaszt $T_s = 1\,\mathrm{sec}$ mintavételi idővel mintavételezzük, bemenetén zérusrendű tartószervet alkalmazunk. Tervezzen Youla parametrizált szabályozót $R_r = 1/z$; $R_n = 1/z$ feltételezésével.

a./ Adja meg a szakasz impulzusátviteli függvényét. **(2 pont)**

b./ Adja meg a szakasz felbontását (G_+ ; G_- és d kifejezését a $G = G_+ G_- z^{-d}$ felbontásban). **(1 pont)**

c./ Adja meg a Q Youla paramétert és a Youla parametrizált C szabályozót. **(2 pont)**

d./ Vázolja fel minőségileg helyesen egységugrás alapjelre a kimenőjel lefolyását. **(1 pont)**

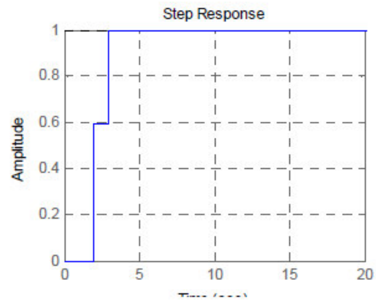
e./ Mekkora a beavatkozójel maximális értéke? **(1 pont)**

4. a./

s=zpk('s'), P1=4/((1+1*s)*(1+10*s)),

Ts=1, G1=c2d(P1,Ts) , z=zpk('z',Ts), Td=1, d=Td/Ts,G=G1/z^d

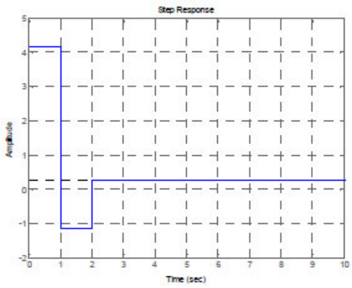
$$G = G_+ G_- z^{-d} = \frac{0.142\ (z+0.6945)}{z\ (z-0.9048)\ (z-0.3679)};$$



b./

Gm=(z+ 0.6945)/z, Gm=Gm/dcgain(Gm), Gp=minreal(G1/Gm,0.001)

$$G_- = \frac{0.59014\ (z+0.6945)}{z},\quad G_+ = \frac{0.24062\ z}{(z-0.9048)\ (z-0.3679)},$$



c./

Rn=1/z, Rr=1/z

Q= minreal(Rn/Gp), C=minreal(Q/(1-Q*G)), L=minreal(C*G),

$$Q = \frac{4.1559\ (z-0.9048)\ (z-0.3679)}{z^2},$$

$$C = \frac{4.1559\ z\ (z-0.9048)\ (z-0.3679)}{(z-1)\ (z^2 + z + 0.4098)}$$

d./ T= minreal(Rr/Rn* L /(1+L)), figure(1), step(T), grid,e./ Tz=minreal(C/(1+L)), figure(2), step(Tz),grid; umax=4.15