SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo

SEMINAR

Diskretni sustavi upravljanja

Zagreb, veljača 2015.

1. zadatak

a) Prijenosna funkcija otvorenog kruga upravljanja:

S obzirom da na presječnoj frekvencijivrijedi , iz danog izraza dobivamo iznos konstante TI = 1.249

Fazno osiguranje sustava iznosi:

b) U bilježnici

c) Imamo formulu:

gdje je preporuka da bude iz intervala od do 10. Iz navedenog izraza dobivamo preporučeni iznos vremena uzorkovanja:

Temeljem ovoga odabiremo da vrijeme uzorkovanja iznosi T = 50ms.

d) Kontinuirani regulator opisan je prijenosnom funkcijom:

1) Tustinova relacija:

Koristimo izraz

Gdje je T vrijeme uzorkovanja. Diskretni regulator je tada opisan prijenosnom funkcijom:

Da bismo dobili pripadni rekurzivni algoritam regulatora, prvo moramo modificirati prijenosnu funkciju diskretnog regulatora:

Rekurzivni algoritam regulatora dobivamo formulom:

Odnosno,

2) Eulerova unaprijedna diferencija:

Postupak u preostale dvije metode je analogan prethodnom, samo što koristimo drugačiji početni izraz. Ovdje koristimo:

Prijenosna funkcija glasi:

Rekurzivni algoritam:

3) Eulerova unazadna diferencija:

Koristimo izraz:

Prijenosna funkcija glasi:

Rekurzivni algoritam:

Zajedničko obilježje sva tri diskretna regulatora je da im upravljački signal ovisi o svojoj prethodnoj vrijednosti. Također, sva tri regulatora imaju pol u z=1.

e) Prvo mijenjamo prijenosnu funkciju procesa Gp(s) u povoljniji oblik:

Zatim vršimo ZOH diskretizaciju:

Dobivamo prijenosnu funkciju procesa:

Zatim moramo ispitati stabilnost dobivenog diskretnog sustava pomoću Juryjevog kriterija. Prvo računamo G0:

Zatim, iz jednadžbe 1 +G0(z) = 0 dobivamo karakterističnu jednadžbu:

Uvjeti za stabilnost sustava prema Juryju su:

a) f(1)>0 i (-1)n f(-1)>0

0.072508>0 i 2.6374>0 🡪 oba uvjeta su ispunjena

b) Pravimo tablicu, koja u našem slučaju, jer je n=2, izgleda ovako:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| redak | z0 | z1 | z2 |
| 1 | a0 | a1 | a2 |

↓

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| redak | z0 | z1 | z2 |
| 1 | 0.854954 | -1,782446 | 1 |

uvjet glasi:

|a0|<|an|

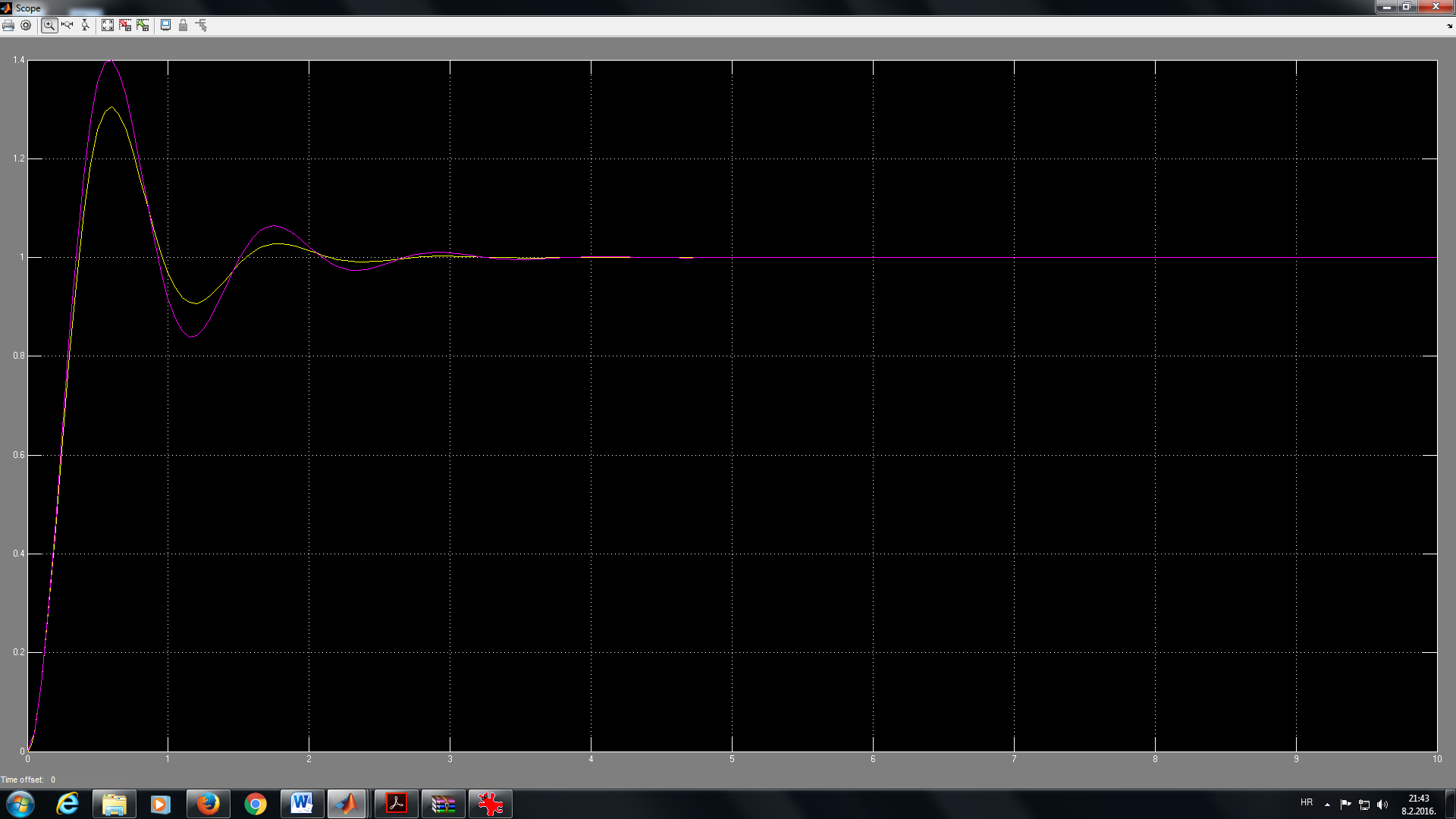
0.854954 < 1 🡪 uvjet je ispunjen

Zaključujemo da je sustav stabilan.

f) Simulacijska shema zatvorenog kruga upravljanja uz kontinuiranu i diskretnu verziju regulatora:



Odzivi oba regulacijska kruga (žuto – kontinuirani regulator, ljubičasto – diskretni):



Iz grafa očitavamo vrijeme maksimuma i relativno nadvišenje za oba slučaja:

kontinuirani: tm=0.6 σ=30.5%

diskretni: tm=0.6 σ=40%

g) Prvo određujemo G(z):

Zatim računamo vrijednost izlaza u stacionarnom stanju:

S obzirom na skokovitu pobudu (iznosa 1), slijedi da je statičko pojačanje jednako 1.

Da bismo dobili regulacijsko odstupanje prvo moramo naći izraz za E(z):

Sada računamo regulacijsko odstupanje:

h) Izraz za G0(Ω) dobivamo tako da u izraz za G0(z) uvrstimo , gdje je T već ranije vrijeme uzorkovanja. Tako dobivamo:

i) Vršimo supstituciju Ω=jω':

Presječnu frekvenciju dobivamo iz izraza:

Dobivamo:

Fazno osiguranje:

Zaključujemo da je relativna stabilnost narušena uvođenjem digitalnog računala u regulacijski krug.

j) Uvjet zadatka nam kaže da fazno osiguranje mora iznositi 38.66°. Iz toga slijedi da je , gdje je nova presječna frekvencija koju moramo izračunati. Prvo svodimo izraz za G0(jω') na povoljniji oblik:

Iz ovog izraza slijedi:

Sređivanjem i računanjem dobivamo:

Sad kada imamo novu presječnu frekvenciju, možemo izračunati vremensku konstantu TIb . U našem slučaju formula za vremensku konstantu glasi:

Preporučeni interval za vrijeme diskretizacije T iznosi (računamo kao i u podzadatku a):

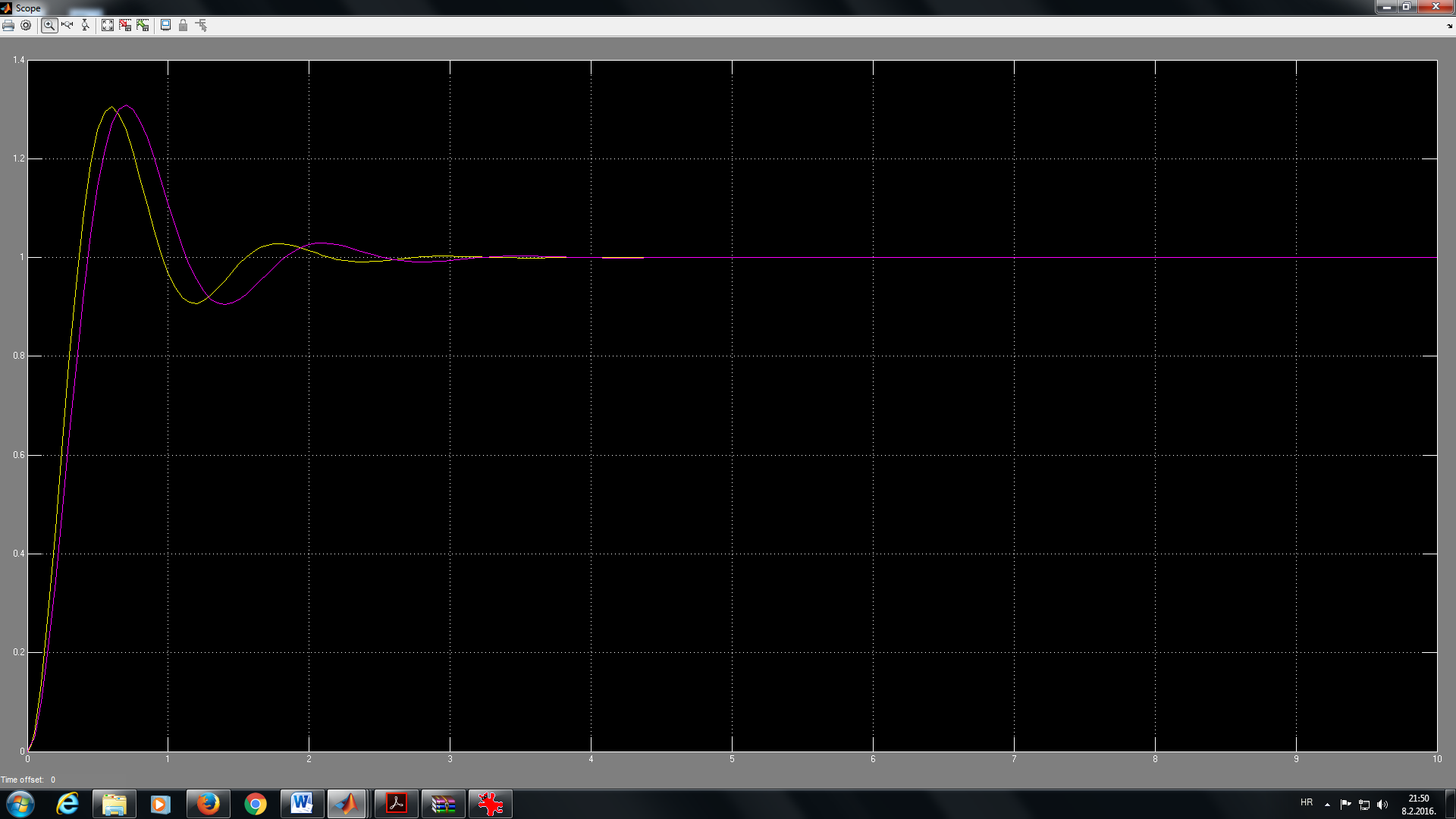
Vrijeme diskretizacije je i dalje unutar preporučenog intervala.

k) Prijenosna funkcija kontinuiranog regulatora glasi:

Koristimo izraz

i dobivamo:

Kontinuirani regulator je prikaza žutom bojom, a diskretni ljubičastom:



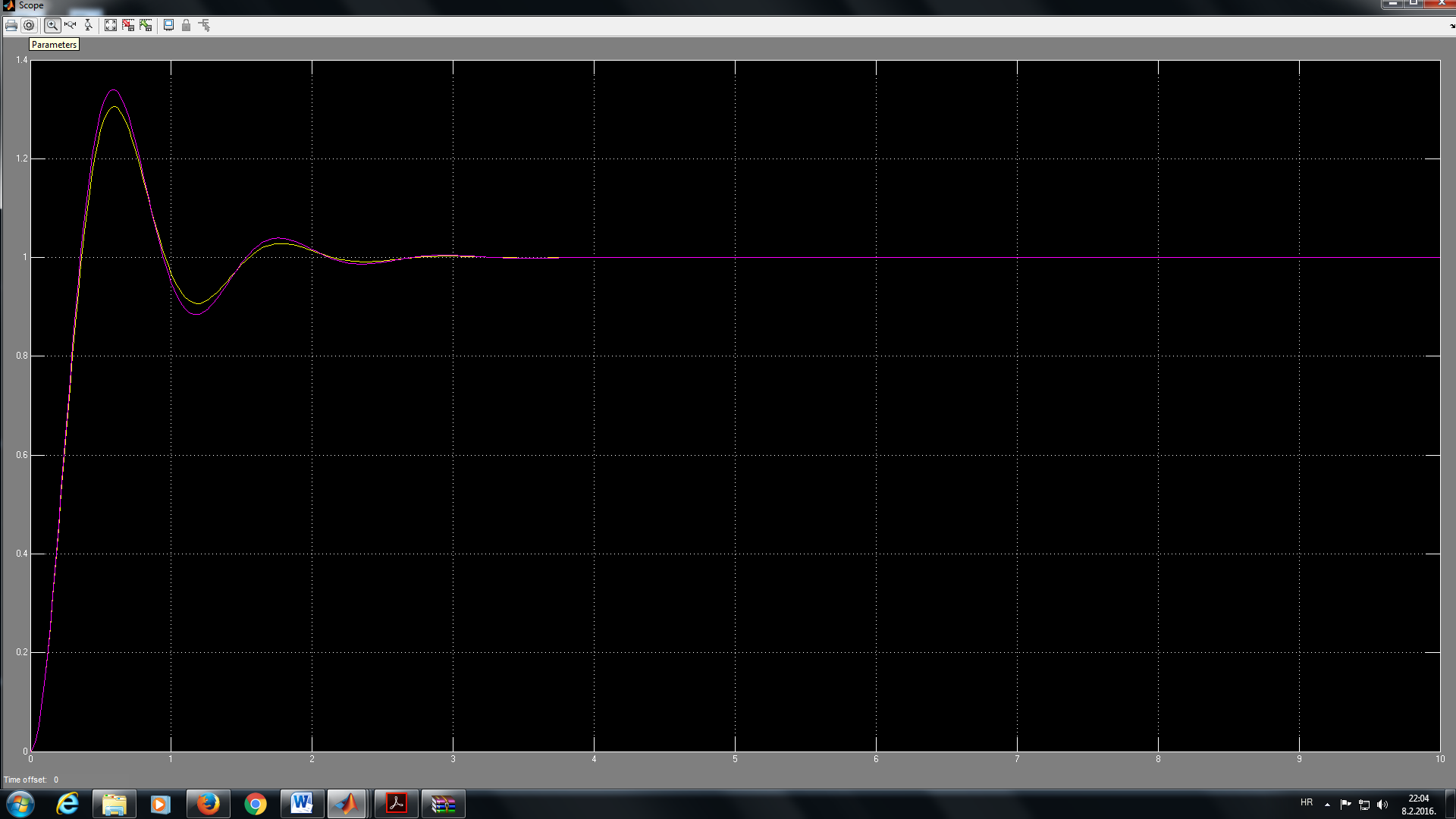
Očitavamo vrijeme maksimuma i relativno nadvišenje uz diskretni regulator:

tm=0.7 σ=30.86%

l)

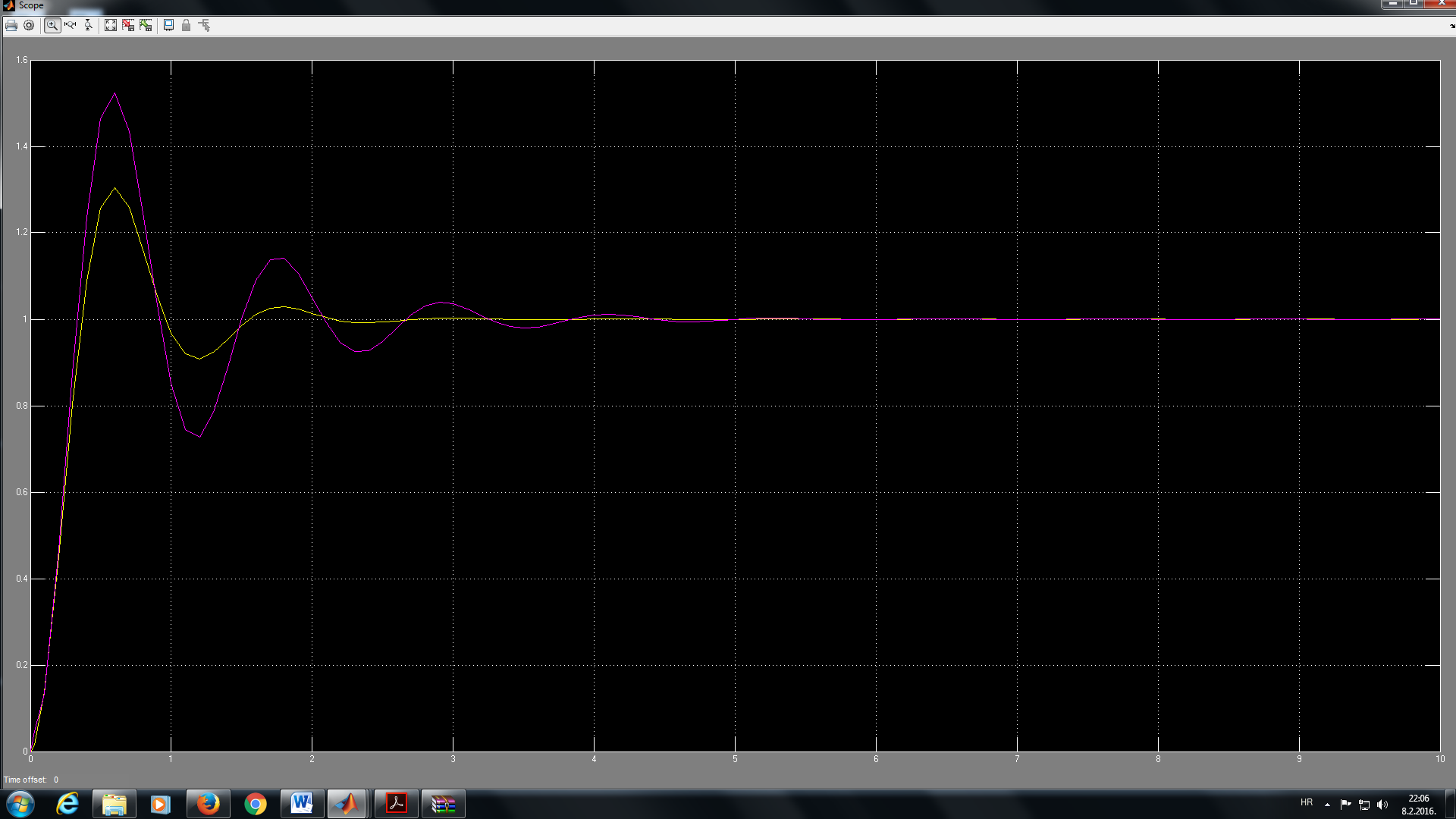
T = 20ms:

Odziv uz diskretni regulator je prikazan ljubičastom bojom:



tm=0.58 σ=34%

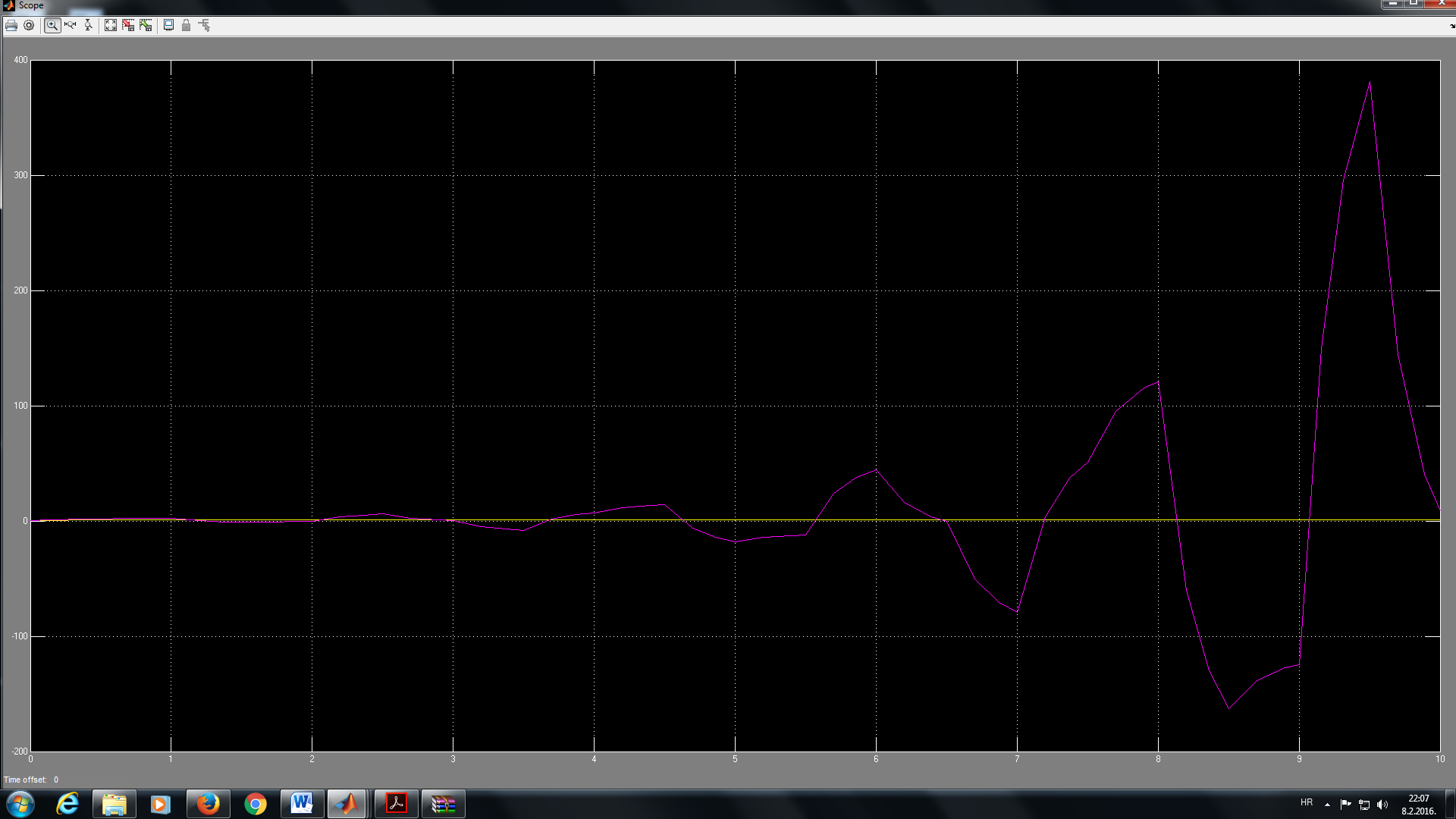
T = 100ms:

Odziv uz diskretni regulator je prikazan ljubičastom bojom:

tm=0.6 σ=52.4%

T = 500ms:

Odziv uz diskretni regulator je prikazan ljubičastom bojom:



Sustav je nestabilan, pa ne postoji vrijeme maksimuma niti relativno nadvišenje.

Zaključujemo da porastom vremena uzorkovanja sustav postaje nestabilan.

m)

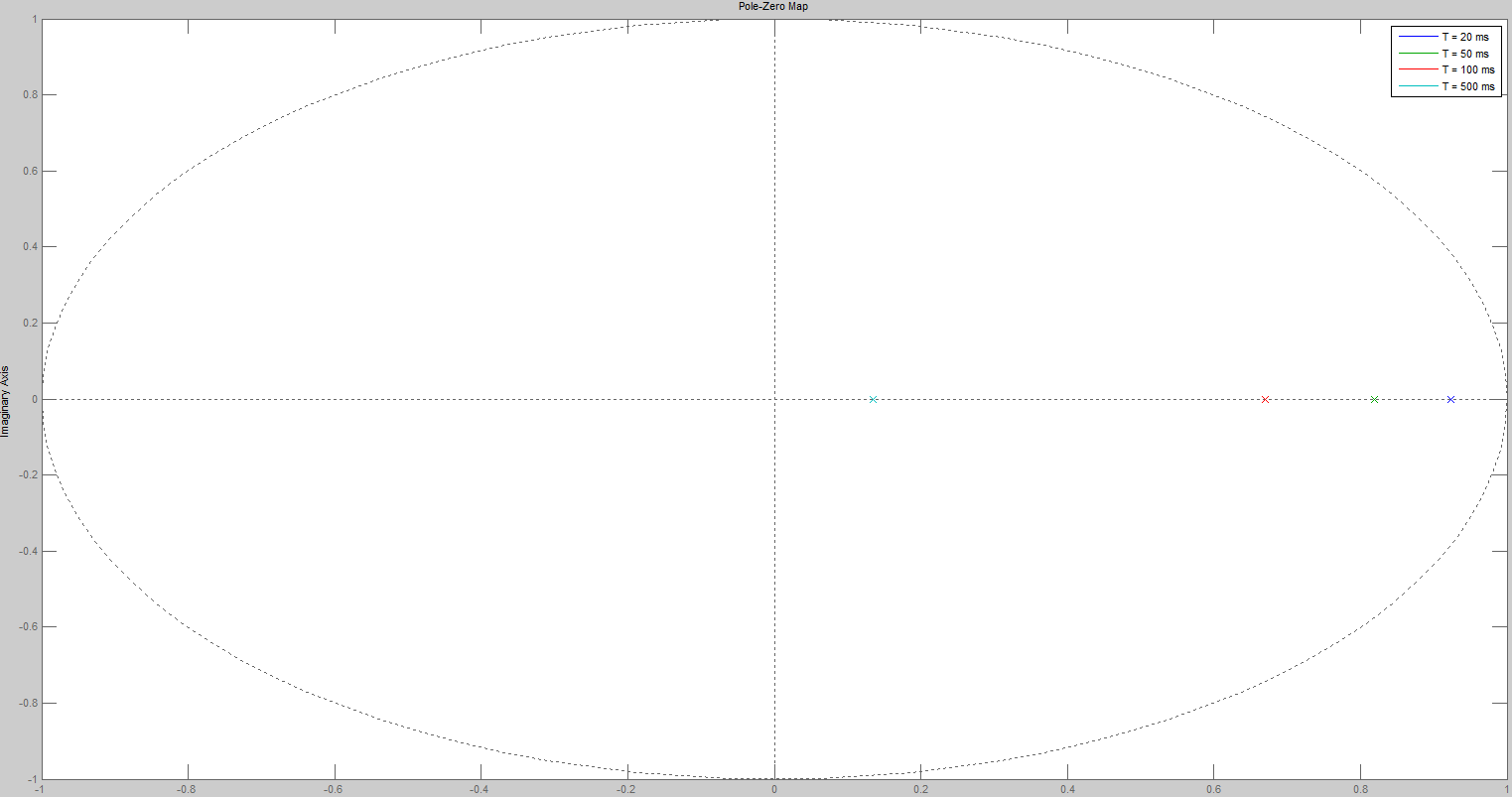
T = 20ms:

T = 50ms:

T = 100ms:

T = 500ms:

Polovi procesa:



Kako raste vrijeme uzorkovanja, tako se polovi približavaju ishodištu koordinatnog sustava.

n) Polovi zatvorenog kruga upravljanja:

