

به نام خدا



کنترل خطی

حامد باغستانی (40116143)

دکتر تقی راد

پاییز ۱۴۰۳

سوال: نحوه ترسیم مکان هندسی ریشه ها برای سیستم ها تاخیر دار را بیان کنید.

تحلیل تأثیر تأخیر بر ریشه‌ها

سیستم‌های با تأخیر پیچیدگی‌هایی در تحلیل دارند. تأخیر e^{-sT} در معادله مشخصه باعث می‌شود که ریشه‌های سیستم به طور پیوسته تغییر کنند. تأخیر می‌تواند باعث جابجایی ریشه‌ها از سمت چپ به سمت راست صفحه مختلط شود که می‌تواند باعث ناپایداری شود.

برای سیستم‌های بدون تأخیر، مکان هندسی ریشه‌ها معمولاً در نیمه چپ صفحه مختلط قرار دارند، که نشان‌دهنده پایداری است. اما با افزودن تأخیر، این مکان‌ها تغییر کرده و ممکن است وارد نیمه راست صفحه مختلط شوند، که نشان‌دهنده ناپایداری است.

استفاده از تقریب برای تأخیر

برای تحلیل سیستم‌های با تأخیر، معمولاً از روش‌های تقریب خطی استفاده می‌شود. این روش‌ها برای فهم بهتر مکان هندسی ریشه‌ها در شرایط تأخیر به کار می‌روند.

یک روش معمول برای تقریب تأخیر، استفاده از مفهوم قطب‌های مجازی است. این قطب‌ها برای نشان دادن اثر تأخیر بر سیستم به کار می‌روند و می‌توانند به ما کمک کنند تا ریشه‌ها را تخمین بزنیم.

تقریب e^{-sT}

برای مدل کردن تأخیر e^{-sT} در معادله مشخصه، معمولاً آن را به صورت یک ترم خطی یا به طور ساده $1+sT$ در نظر می‌گیرند. این تقریب به ما امکان می‌دهد که تأخیر را در فضای پیچیده تحلیل کنیم و مکان هندسی ریشه‌ها را پیدا کنیم.

تعیین نقاط شروع و پایان مکان هندسی ریشه‌ها

در مکان هندسی ریشه‌ها، برای تعیین اینکه ریشه‌ها از کجا شروع و به کجا می‌روند، باید ابتدا نقاط شروع و پایان را محاسبه کنیم.

1. **نقاط شروع :** مکان هندسی ریشه‌ها معمولاً از مکان‌های قطب‌های سیستم شروع می‌شود. برای سیستم‌های تاخیردار، ابتدا باید مکان قطب‌های سیستم بدون تأخیر را پیدا می‌کنیم.

2. **نقاط پایان :** نقاط پایان مکان هندسی ریشه‌ها بستگی به قطب‌ها و صفرهای سیستم و همچنین تأخیر دارند. تأخیر معمولاً باعث می‌شود که نقاط پایان به سمت راست صفحه مختلط حرکت کنند، به خصوص اگر تأخیر زیاد باشد.

رسم مکان هندسی ریشه‌ها

الف. تحلیل اولیه (بدون تأخیر)

اولین گام در رسم مکان هندسی ریشه‌ها این است که برای سیستم بدون تأخیر مکان هندسی ریشه‌ها را رسم کنید. در این حالت، تنها تأثیر قطب‌ها و صفرهای سیستم را در نظر می‌گیرید. این مکان هندسی معمولاً به راحتی با استفاده از فرمول‌های مکان هندسی ریشه‌ها (که توسط Ogata معرفی شده) قابل محاسبه است.

ب. تحلیل سیستم با تأخیر

برای سیستم با تأخیر، باید از اثر تأخیر بر ریشه‌ها مطلع شوید. برای سیستم‌های تاخیردار، تأخیر باعث تغییر شکل مکان هندسی ریشه‌ها می‌شود. این تغییرات به صورت زیر هستند:

- **قطب‌ها:** تأخیر باعث حرکت قطب‌ها به سمت راست صفحه مختلط می‌شود.
- **رشته‌های مکان هندسی ریشه‌ها:** تأخیر موجب می‌شود که رشته‌ها از سمت چپ صفحه مختلط به سمت راست حرکت کنند.

بررسی پایداری

مهم‌ترین قسمت در رسم مکان هندسی ریشه‌ها برای سیستم‌های تاخیردار، بررسی پایداری است. تأخیر می‌تواند باعث جابجایی ریشه‌ها به سمت راست صفحه مختلط شود که نشان‌دهنده ناپایداری است. اگر مکان ریشه‌ها به سمت راست صفحه مختلط حرکت کنند، سیستم ناپایدار می‌شود.

Code :

```
clc;
```

```
clear all;
```

```
close all;
```

```
s=tf('s');
```

```
num = [1 3];
```

```
den = [1 13 54 82 60 0];
```

```
num1= (s+3)*exp(-2*s);
```

```
den1= s^5+13*s^4+54*s^3+82*s^2+60*s;
```

```
sys=tf(num,den);
```

```
sys1=num1/den1;
```

```
figure
```

```
rlocus(sys);
```

```
hold on
```

```
rlocus(-sys,'--');
```

```
set(findall(figure(1),'type','line') , 'linewidth', 2);
```

```
hold off
```

```
num1 = [1 3];
```

```
den1 = [1 13 54 82 60 0];
```

```
sys1 = tf(num1,den1);
```

```
T_delay = 1;
```

```
[num_pade, den_pade] = pade(T_delay, 5);
```

```
Delay_Pade = tf(num_pade, den_pade);
```

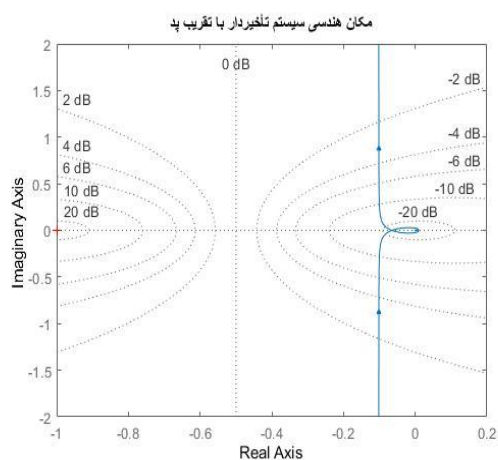
```
sys1_delayed = sys1 * Delay_Pade;
```

```
figure;
```

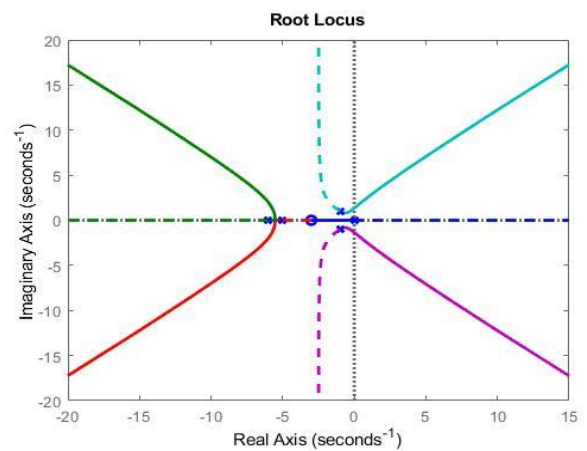
```
nyquist(sys1_delayed);
```

```
grid on;
```

```
title('مکان هندسی سیستم تأخیردار با تقریب پد');
```



با تأخیر



بدون تأخیر