

## 第七章 非线性控制系统分析初步

1. 非线性控制系统如图 1.1 所示。系统线性部分的频率特性  $G(j\omega)$  曲线和非线性部分描述函数的负倒特性曲线  $-\frac{1}{N(X)}$  画在图 1.2 中，试判断该非线性系统是否有支持振荡、其是否稳定，说明理由。

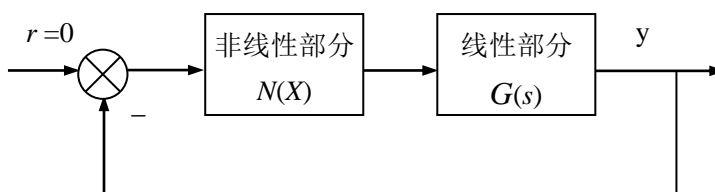


图 1.1 非线性控制系统结构图

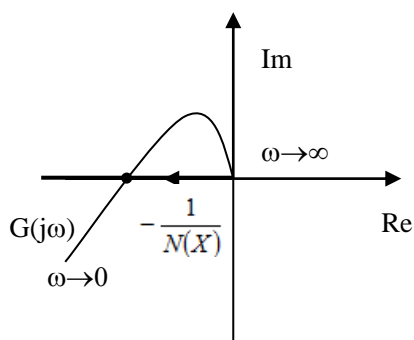


图 1.2 非线性控制系统  $G(j\omega)$  和  $-\frac{1}{N(X)}$  曲线

2. 已知单位负反馈系统的线性部分前向传递函数为  $G(s) = \frac{K}{s(s+1)^2}$ ，如果图 2.1

中非线性环节的描述函数表达式为  $N(A) = \frac{A+2}{6A+4}$ , ( $A \geq 0$ )，试用描述函数法，

完成以下问题。

(1) 当  $K=8$  时，在 MATLAB 中编写一段程序，对该系统线性部分进行建模，并选用正确的函数得到图 2.2 所示开环幅相特性曲线（相关函数帮助文档如下供参考）；

### Syntax

```
nyquist(sys)
bode(sys)
axis(limits)
```

### Description

**nyquist(sys)** creates a Nyquist plot of a dynamic system **sys**. This model can be continuous or discrete, and SISO or MIMO. The frequency points are chosen automatically based on the system poles and zeros.

**bode(sys)** creates a Bode plot of the frequency response of a dynamic system model **sys**. The plot displays the magnitude (in dB) and phase (in degrees) of the system response as a function of frequency.

**axis(limits)** sets the *x*-axis and *y*-axis limits for the current axes. Specify **limits** as a four-element vector of the form **[xmin xmax ymin ymax]**. To additionally set the *z*-axis limits, specify a six-element vector. To additionally set the color limits, specify an eight-element vector.

- (2) 在图 2.2 中画出非线性环节其  
负倒描述函数分布；
- (3) 分析该系统是否存在自振；  
若存在，求出自振的振幅和频率。

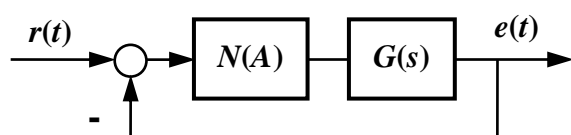


图 2.1 非线性系统结构框图

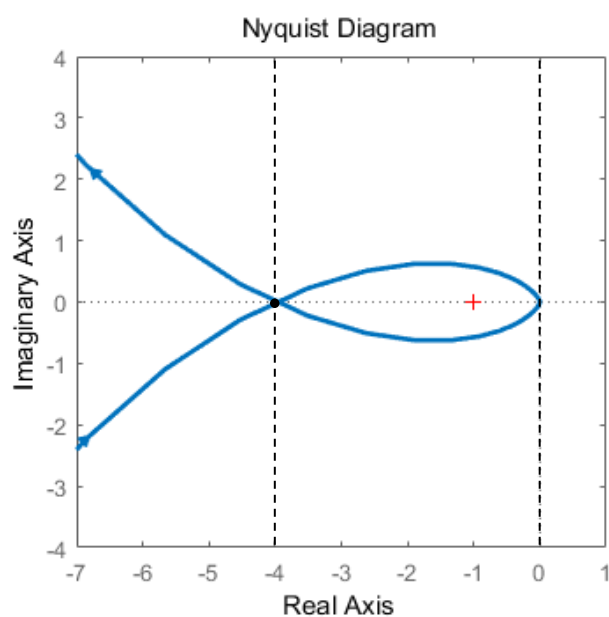


图 2.2 MATLAB 绘制奈奎斯特图

本次作业不需提交

3. 已知单位负反馈系统的前向传递函数为  $G(s) = \frac{2.5}{s(s+1)(4s+1)}$ 。

- (1) 应用奈奎斯特稳定判据判断闭环系统的稳定性。(需要画出奈奎斯特围线和在  $GH$  平面的映射曲线)

图 3 所示为一非线性控制系统，其非线性部分为继电型非线性，描述函数为

$$N(X) = \frac{4M}{\pi X}。其线性部分的传递函数也为  $G(s) = \frac{2.5}{s(s+1)(4s+1)}$ 。$$

- (2) 画出负倒描述函数曲线。
- (3) 判断该非线性控制系统是否存在稳定的自激振荡。(只需进行判断并说明理由，不需要计算出自激振荡的幅值和频率。)

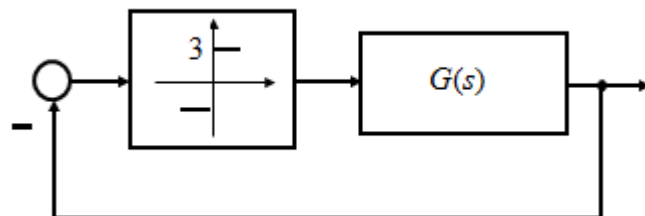


图 3