

1. 系统结构图如图10.38所示。试用等倾斜线法作出系统的 $x - \dot{x}$ 相平面图。系统参数为 $K = T = M = h = 1$ 。

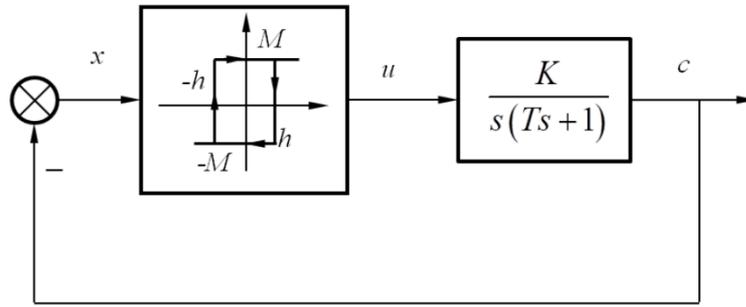


图 10.38

2. 非线性系统结构图如图10.39所示，取 (c, \dot{c}) 为坐标，写出相轨迹方程，并画出 $c(0) = 2, \dot{c}(0) = 0$ 起始的相轨迹。

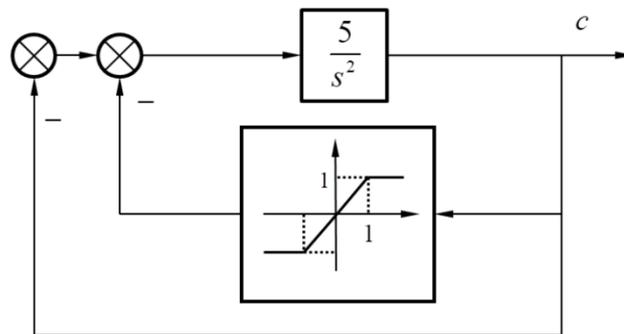


图 10.39

3. 三个非线性系统的非线性环节一样，线性部分分别如下，用描述函数分析时哪个系统的准确程度高？

$$(1) G(S) = \frac{1}{s(0.1s+1)}$$

$$(2) G(S) = \frac{2}{s(s+1)}$$

$$(3) G(S) = \frac{2(1.5s+1)}{s(s+1)(0.1s+1)}$$

4. 系统结构图如图10.40所示，

- (1) 当 $N(A) = 1$ 时，使系统稳定的 K 值范围；
 (2) 当 $-1/N(A)$ 和 $G(j\omega)$ 曲线如图 10.41 所示，系统存在几个极限环，并判断其性质(稳定或不稳定)。

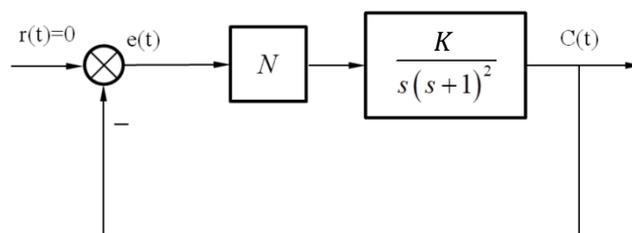


图 10.40

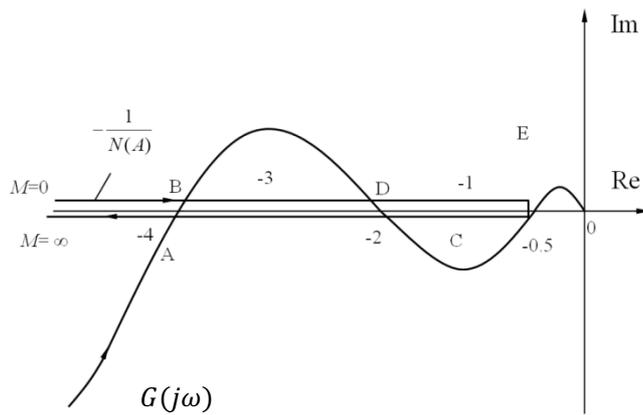


图 10.41

5. 试分析图10.42所示的非线性控制系统 ($M = 2, h = 0.5$) 的稳定性, 若系统存在自振, 则求出自振的振幅及频率。

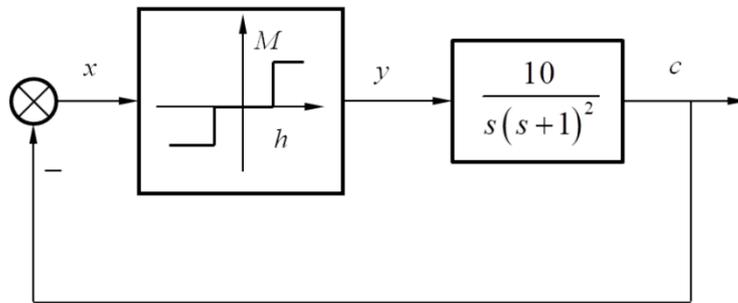


图 10.42

6. 已知图10.43所示的非线性系统, 试求延迟时间 τ 为何值时, 会使系统产生临界自振? 临界自振时, 非线性元件输入信号的振幅及频率各为多少?

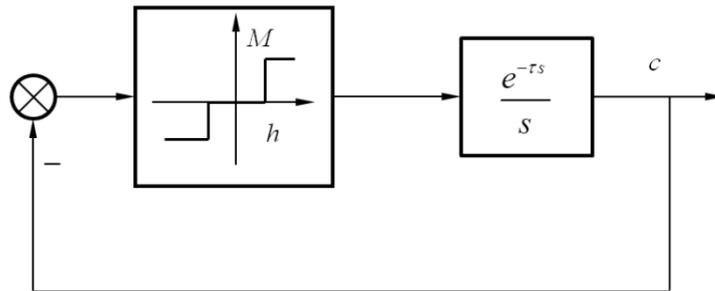


图 10.43

7. 非线性控制系统如图10.46所示, 非线性特性为 $y(t) = x^3(t)$, 用描述函数法分析系统的稳定性。

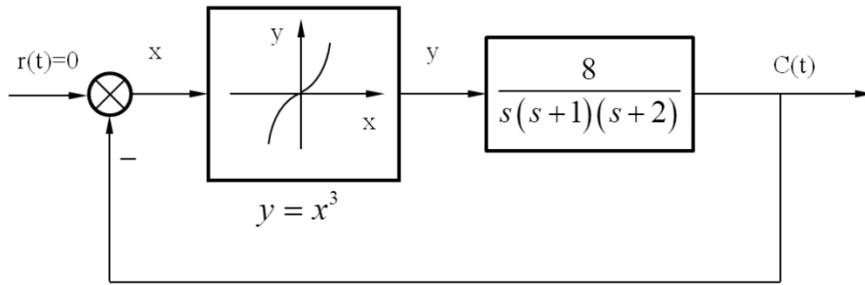


图 10.46

8. 某非线性系统如图10.48所示, $\frac{M}{h} = 2$ 。

- (1) 画出 $-\frac{1}{N(X)}$ 的图像;
- (2) 分析系统的稳定性, 如存在自持振荡, 请计算出自持振荡的频率与振幅;
- (3) 当 M 值不变, h 值加大时, 系统将有何特点。

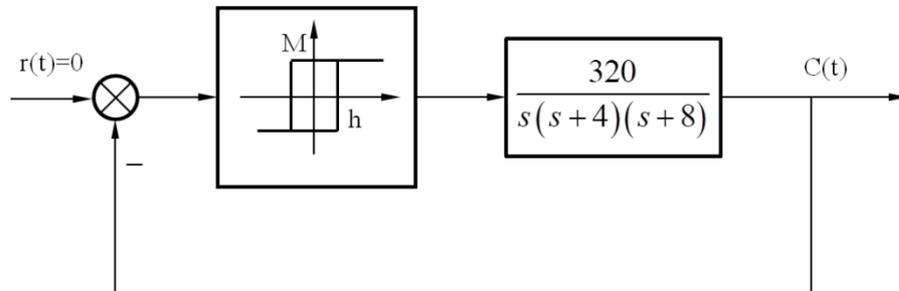


图 10.48

9. 设非线性系统如图10.49所示。试求:

- (1) 两个非线性环节串联后的等效非线性特性;
- (2) 用描述函数法求此系统的自振角频率 ω 和振幅 A 。

已知: $N_1 = \frac{2K}{\pi} \left[\arcsin \frac{a}{A} + \frac{a}{A} \sqrt{1 - \left(\frac{a}{A}\right)^2} \right], A \geq a$

$N_2 = \frac{4b}{\pi A} \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta}{A}\right)^2}, A \geq \Delta$

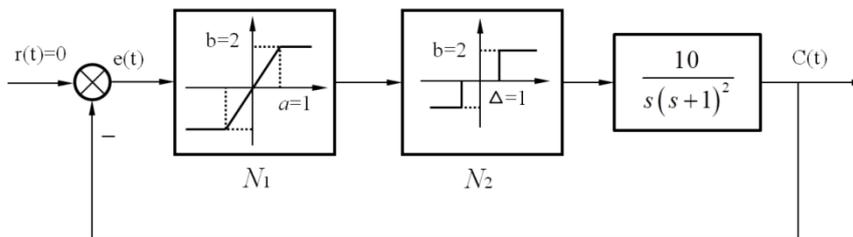


图 10.49

10. 设有一非线性系统，其平衡点附近的线性化微分方程为

$$\ddot{x} + 2b\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

系统的平衡点是相平面的奇异点，试给出下列 6 种情况下平衡点附近的相平面图 (图形特征要明显)，并标出奇异点的名称 (类型)。

- (1) $b > 0, b^2 < \omega_0^2$
- (2) $b < 0, b^2 < \omega_0^2$
- (3) $b > 0, b^2 > \omega_0^2$
- (4) $b < 0, b^2 > \omega_0^2$
- (5) $b = 0, \ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$
- (6) $b = 0, \ddot{x} - \omega_0^2 x = 0$