



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА
катедра „Електронергетика“

№6. Устойчивост при първо приближение (метод на малките отклонения). Критерии за устойчивост (алгебрични и честотни)

проф. д.т.н. инж. мат. К. Герасимов

Теорема за обосноваване на метода на малките отклонения

1. Ако линеализираната система по първо приближение е асимптотически устойчива по Ляпунов, то и нелинейната изходна система е устойчива при малки отклонения.
2. Ако линеализираната система по първо приближение е асимптотично неустойчива по Ляпунов, то и изходната нелинейна система е неустойчива при малки отклонения.
3. Ако линеализираната система е на границата на устойчивостта (т.е. устойчива е, но не асимптотично), то за устойчивостта на изходната нелинейна система не може да се даде заключение. Този случай се дефинира като критичен.

2 / 8



Алгоритъм

1.



2.



3.

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \frac{\partial f_1}{\partial x_3} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1} & \frac{\partial f_m}{\partial x_2} & \frac{\partial f_m}{\partial x_3} & \dots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n} \end{bmatrix}_{\mathbf{x}=\mathbf{x}_0}$$

3 / 8

Алгоритъм



4.



5.

4 / 8



Критерии за устойчивост

- Чрез тях се проверява необходимото и достатъчно условие за устойчивост на линейна система без да се изчисляват корените на характеристичното уравнение (респективно собствените стойности на J).
- Видове критерии
 - алгебрични – използват съотношения от коефициентите на характеристичното уравнение (най-често критерия на Хурвиц);
 - честотни – използват честотни характеристики (най-често критерий на Михайлов и критерий на Найквист).

5 / 8

Критерий на Хурвиц

$$\begin{bmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & a_{n-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & a_{n-2} & a_n \end{bmatrix}$$

6 / 8

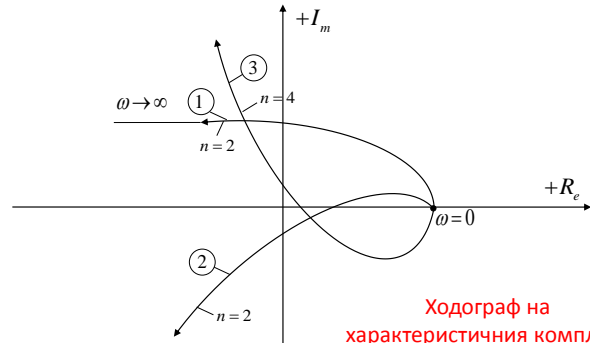


Критерий на Михайлов

$$H(p) = a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n \quad | : a_0$$

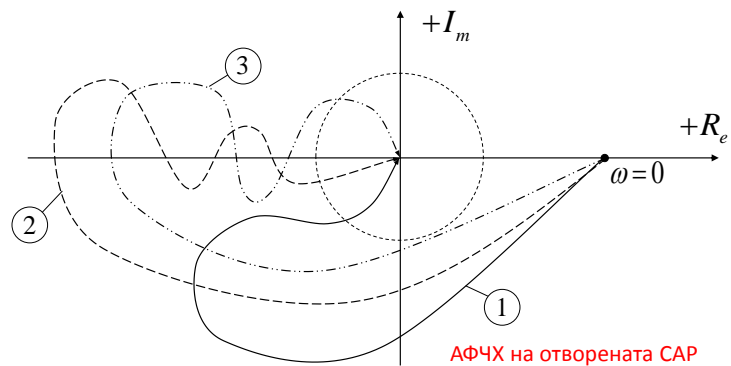
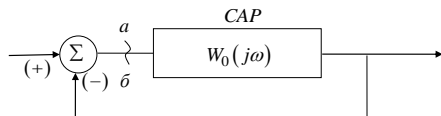
$$p = j\omega, \quad \omega = 0 \div \infty$$

$$F(p) = p^n + \frac{a_1}{a_0} p^{n-1} + \dots + \frac{a_{n-1}}{a_0} p + \frac{a_n}{a_0} \quad F(j\omega) =$$



7 / 8

Критерий на Найквист



8 / 8