

Лекция № 1

Нелинейные системы



Нелинейная система – система, содержащая по крайней мере один элемент (звено), описываемый нелинейным алгебраическим уравнением.



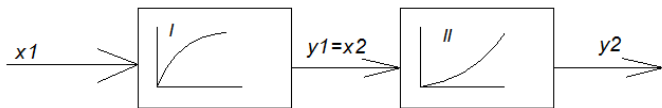
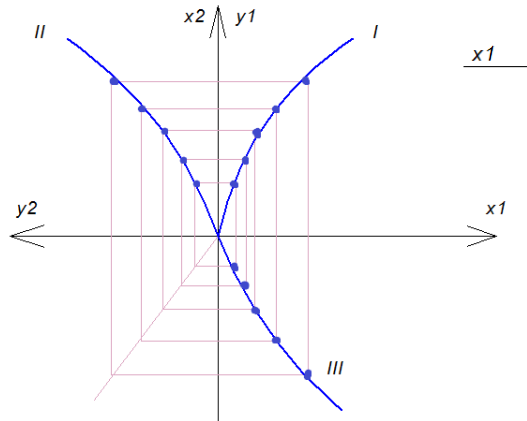
НЭ-нелинейный элемент
ЛЧ-линейная часть

Будем говорить о системах, которые можно представить в виде соединения двух частей (линейная и нелинейная).



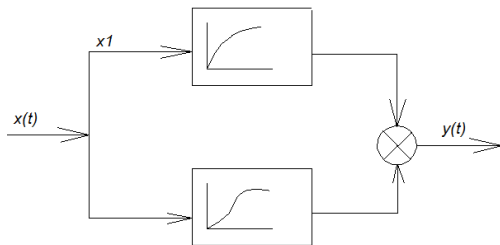
Если система включает несколько НЭ, то их можно заменить на один с результирующей статической характеристикой:

1) Последовательное соединение

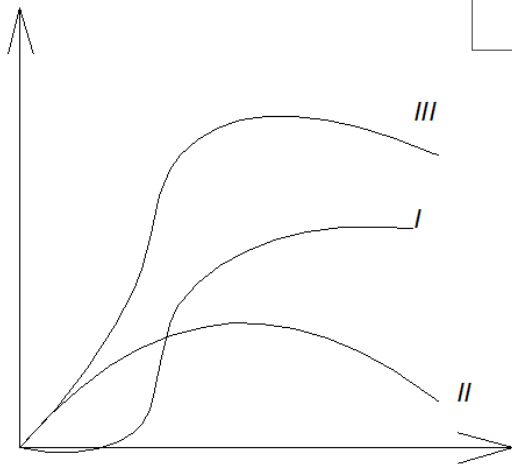




2) Параллельное соединение.

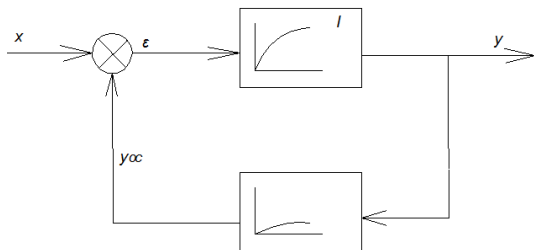


$$y = f_1 + f_2$$

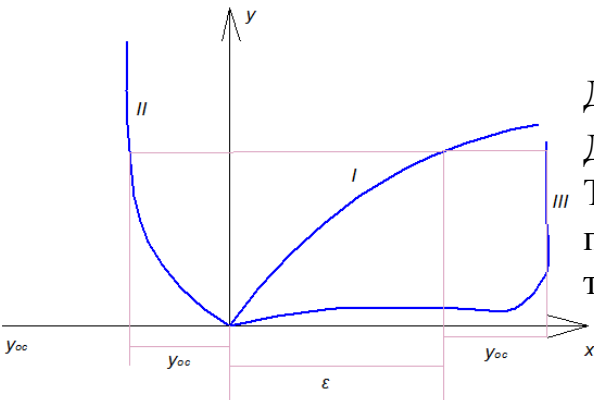




3) Встречно-параллельное



$$x - y_{oc} \Rightarrow y_{oc} = x - \varepsilon \Rightarrow x = \varepsilon + y_{oc}$$



Для разомкнутой системы $0-1 = x_{вх}$

Для замкнутой системы $0-1 = \varepsilon$

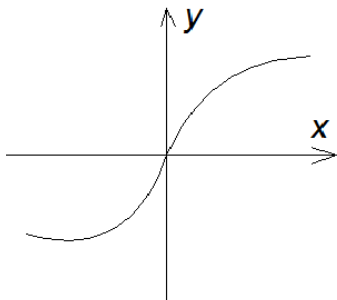
Тогда $x = \varepsilon + y_{oc}$, тогда на оси $0-x$ нужно прибавить к ε y_{oc} и получить новую точку.



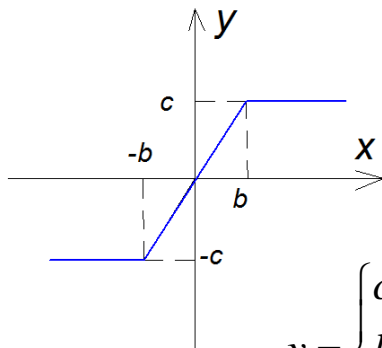
Нелинейные элементы

Нелинейные элементы – безынерционные элементы, в которых связь между y и x описывается нелинейными алгебраическими уравнениями.

1. Насыщение



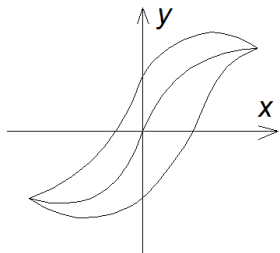
Пример: пружина



$$y = \begin{cases} c, & x > b \\ kx, & -b \leq x \leq b \\ -c, & x < -b \end{cases}$$

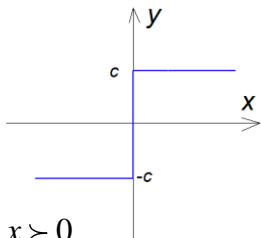


2. Нелинейный элемент с гистерезисом

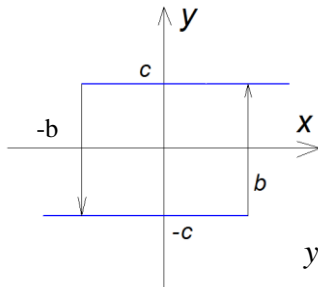


Зависит от свойств материалов, характеристик элемента, например свойственно ЭМ устройствам.

3. Двухпозиционное реле



$$y = \begin{cases} c, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -c, & x < 0 \end{cases}$$

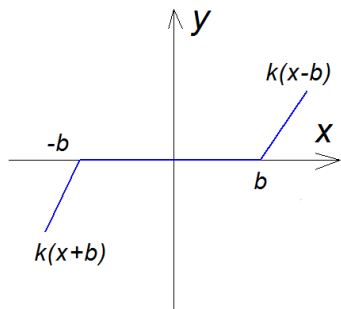


-b...b к зонам возврата

$$y = \begin{cases} \begin{cases} c, & x > b \\ -c, & x < b \end{cases} & x > 0 \\ \begin{cases} c, & x > -b \\ -c, & x < -b \end{cases} & x < 0 \end{cases}$$



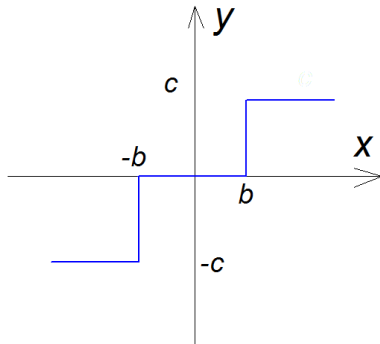
4. Элемент с зоной нечувствительности



$$y = \begin{cases} k(x-b), & x > b \\ 0, & x = b \\ k(x+b), & x < -b \end{cases}$$

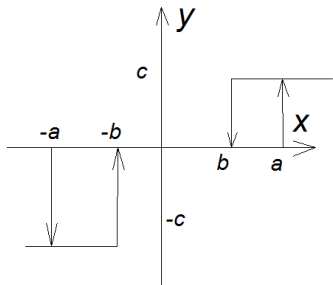
5. Трехпозиционное реле

$$y = \begin{cases} c, & x > b \\ 0, & -b \leq x \leq b \\ -c, & x < -b \end{cases}$$





6. Трехпозиционное реле с зоной нечувствительности и зоной возврата

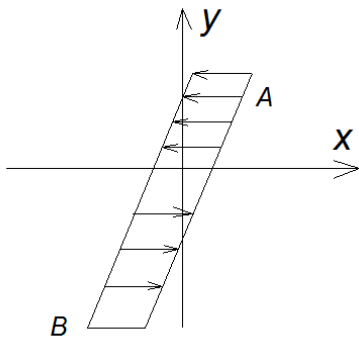


а-направление срабатывания
ab-зона возврата
aa-зона нечувствительности

7. Нелинейность типа «люфт»

Характеристика для механизмов с «мертвым ходом».

Движение в одну сторону по линии А, в другую – по линии В.





Классы нелинейных систем

- 1) Нелинейные системы, в которых над знаком нелинейной функции стоит только входная величина (и ее производные) или только выходная величина (и ее производные).
- 2) Нелинейные системы с любым числом нелинейных звеньев, когда под знаком нелинейности находятся различные переменные, связанные между собой линейной передаточной функцией или нелинейными дифференциальными уравнениями.