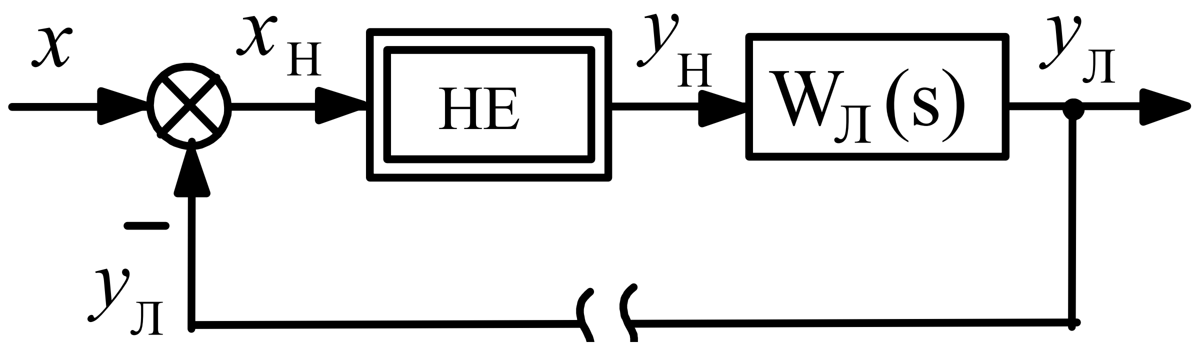
# 11. Анализ на автоколебанията в нелинейна САР по метода на Голдфарб.

- С помощтта на метода на хармоничната линеаризация е възможно използуване на честотните методи за изследване на нелинейни системи.

- Методът на Л.С. Голдфарб е графо-аналитичен метод за изследване на устойчивостта на автоколебанията в НСАР.

## *11.Анализ на автоколебанията в НСАР по метода на Голдфарб.*

➢ Разглежда се системата:




- Всички линейни елементи са обединени в линейна част с честотна предавателна функция $W_Л(j\omega)$, а нелинейният елемент (НЕ) се заменя с еквивалентен линеен с еквивалентен комплексен коефициент на усилване $W_H(a)$.

- Еквивалентният комплексен предавателен коефициент $W_H(a, j\omega)$ не зависи от честотата $\omega$ само в случаите на *еднозначен* НЕ.

*11.Анализ на автоколебанията в НСАР по метода на Голдфарб.*

- На входа на НЕ е подаден хармоничен сигнал

$$x_H = a\sin\omega t \quad .$$

- Изходният сигнал на НЕ

$$y_H = f(a\sin\omega t)$$

е разложен в ред на Фурие и е взет само първият хармоник $y_H \approx y_{H1}$.

- Предполага се, че линейната част има добри филтриращи свойства. При затварянето на системата се подава изхода $y_Л$ към входа с обратен знак

$$x_H(j\omega) = -y_Л(j\omega)$$

при условие, че $x = 0$.

## 11.Анализ на автоколебанията в НСАР по метода на Голдфарб.

- Да предположим, че затворената нелинейна система се намира на границата на устойчивост и в нея възникват незатихващи колебания. АФЧХ на отворената система в този случай, съгласно критерия на Найквист, трябва да преминава през точката с координати (-1,j0), т.е.

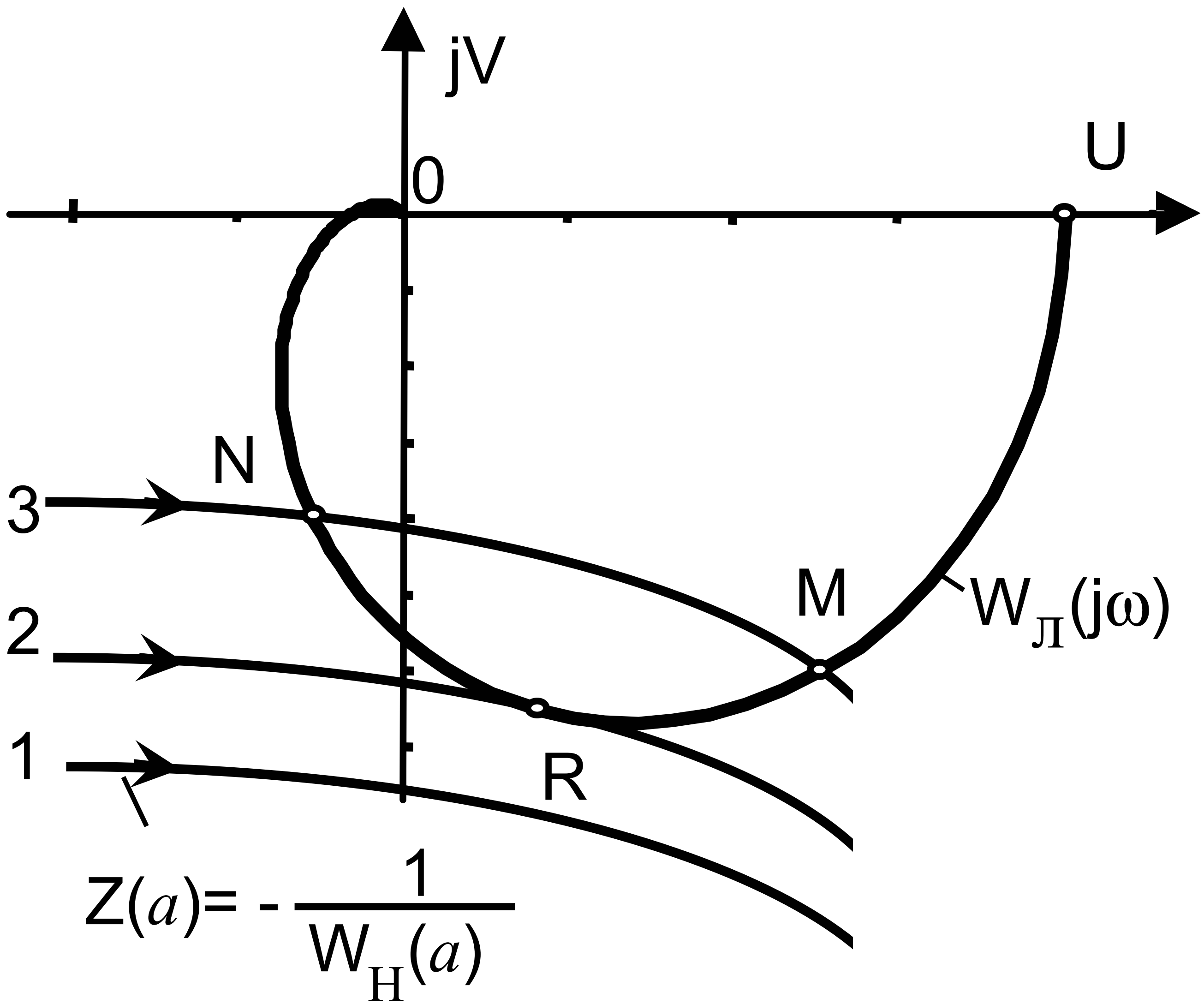
$$W_Л(j\omega)W_H(a) = -1\ , \quad \Rightarrow \qquad W_Л(j\omega) = -\frac{1}{W_H(a)} \qquad (*)$$

- Уравнение (*) е условие за възникване на автоколебания в системата. Решава се графично, като върху комплексната равнина се построяват двете графики:

$$W_Л(j\omega) \qquad \text{и} \qquad Z(a) = -\frac{1}{W_H(a)}\ .$$

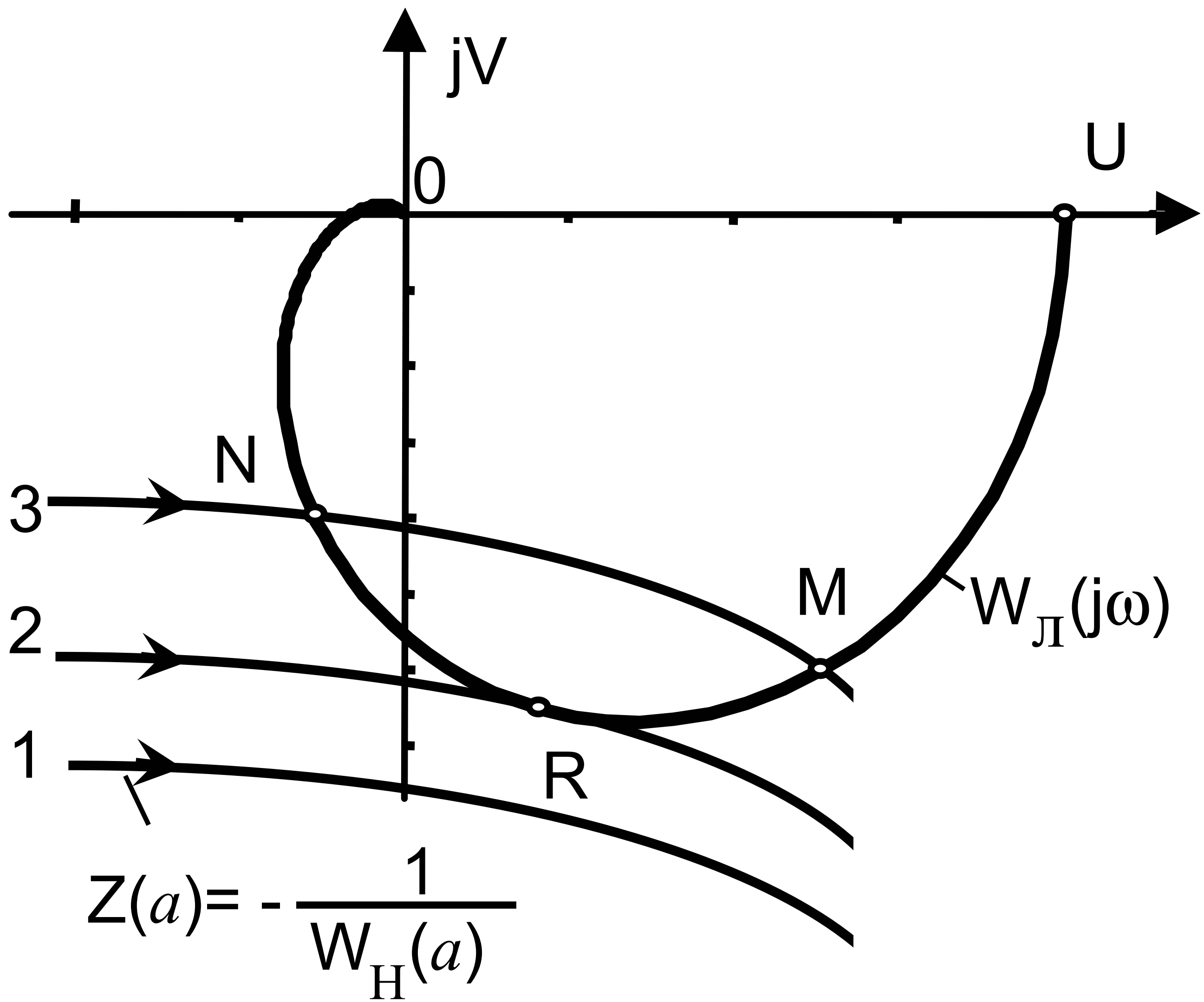
- Пресечените точки на двете графики (ако съществуват) са търсеното решение. От тях се определят амплитудата и честотата на възникналите колебания, като амплитудата $a_a$ се определя от $Z(a)$, а честотата $\omega_a$ - от $W_Л(j\omega)$ .

- Възможно разположение на характеристикте:



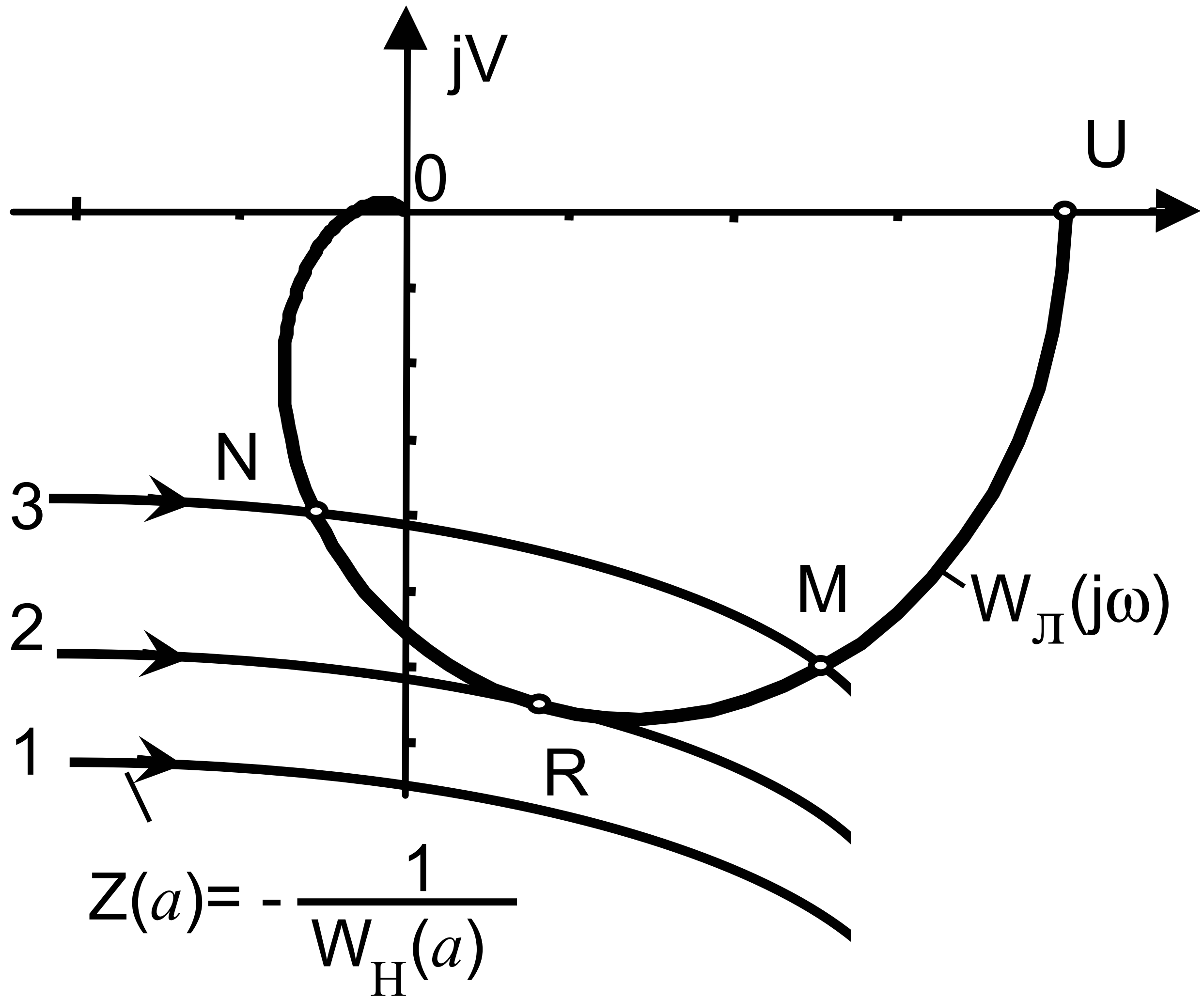
*11.Анализ на автоколебанията в НСАР по метода на Голдфарб.*

- Крива 1: когато характеристиките не се пресичат в системата не се възбуждат автоколебания.

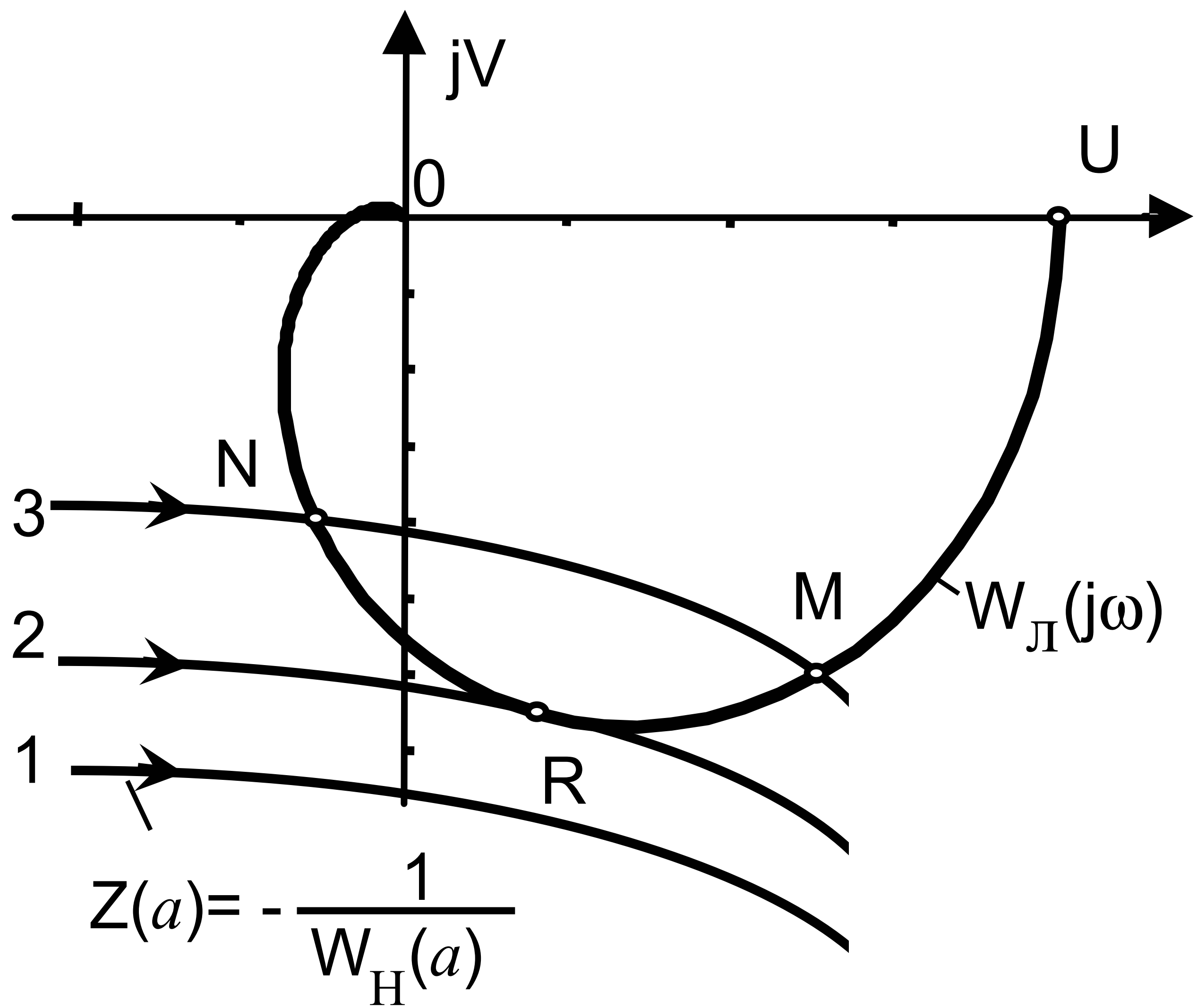


*11.Анализ на автоколебанията в НСАР по метода на Голдфарб.*

- Крива 2: ако двете характеристики само се допират, то линеаризираната система ще се намира в неутрално положение (на границата на устойчивост) и в нелинейната система могат да се възбуждат автоколебания.



- Крива 3: когато двете характеристики се пресичат, то в пресечените точки (M и N) възникват автоколебания, които могат да бъдат *устойчиви* или *неустойчиви*.



## 11. Анализ на автоколебанията в НСАР по метода на Голдфарб.

- Физически възможни са само устойчивите периодически движения. Голдфарб, използувайки критерия на Найквист, е получил следния критерий за устойчивост:

  - Ако при движението си по ходографа $Z(a)$ по посока на нарастване на амплитудата $a$ излизаме от пресечената точка така, че ходографът $Z(a)$ да не се обхваща от АФЧХ на линейната част $W_{Л}(j\omega)$ , то в тази точка възникват устойчиви автоколебания. Задължително условие е линейната част да бъде устойчива.

- В литературата е показано, че за еднозначни характеристики този критерий е необходим, но не е достатъчен, въпреки че в практическите задачи води до правилен резултат. За нееднозначните характеристики не е доказана нито необходимостта, нито достатъчността на критерия.

# 11.Анализ на автоколебанията в НСАР по метода на Голдфарб.