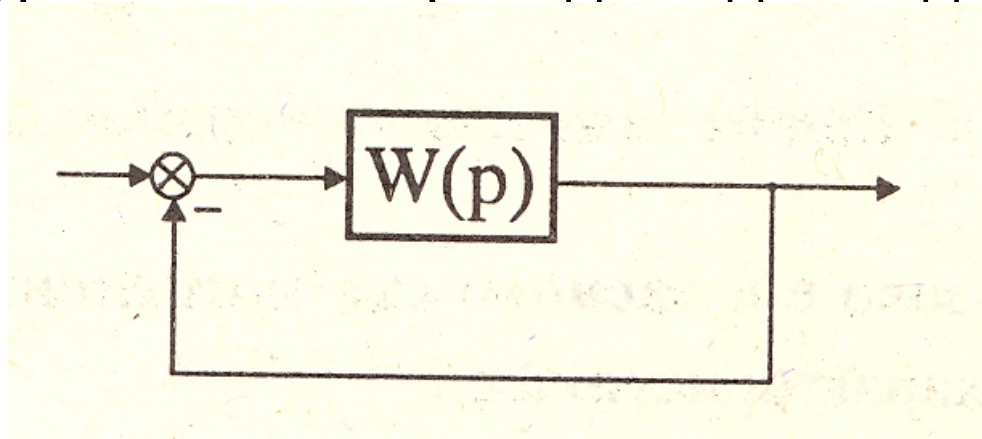


17. Честотни критерии за устойчивост

Честотните критерии (Найквист, Боде) се отнасят за САУ, чиято структурна схема е приведена до следния вид:

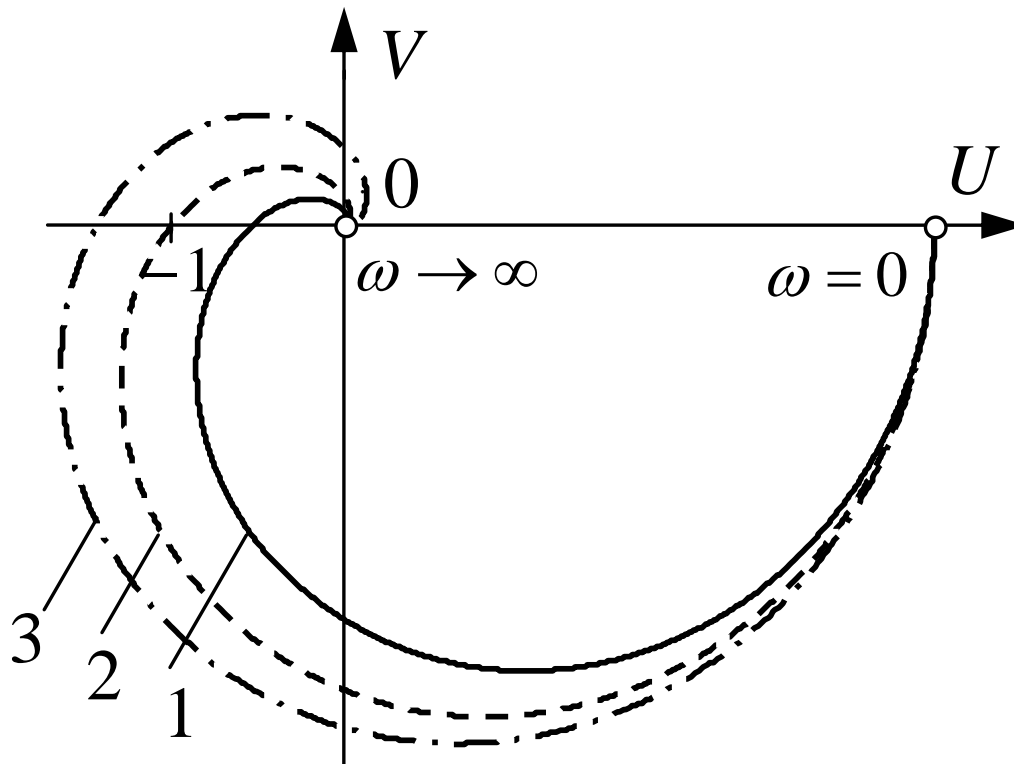


За устойчивостта на затворената система се съди по честотните характеристики на отворената система (АФЧХ – крит. на Найквист; ЛАЧХ и ЛФЧХ – крит. на Боде).

- (1) Честотните критерии дават нагледна и по-пълна представа за свойствата на САУ в сравнение с алгебричните.
- (2) Освен устойчивост, чрез тях се определят и запаси по устойчивост (доколко САУ е далече от неустойчивост).

1. Критерий на Найквист – използват се три формулировки:

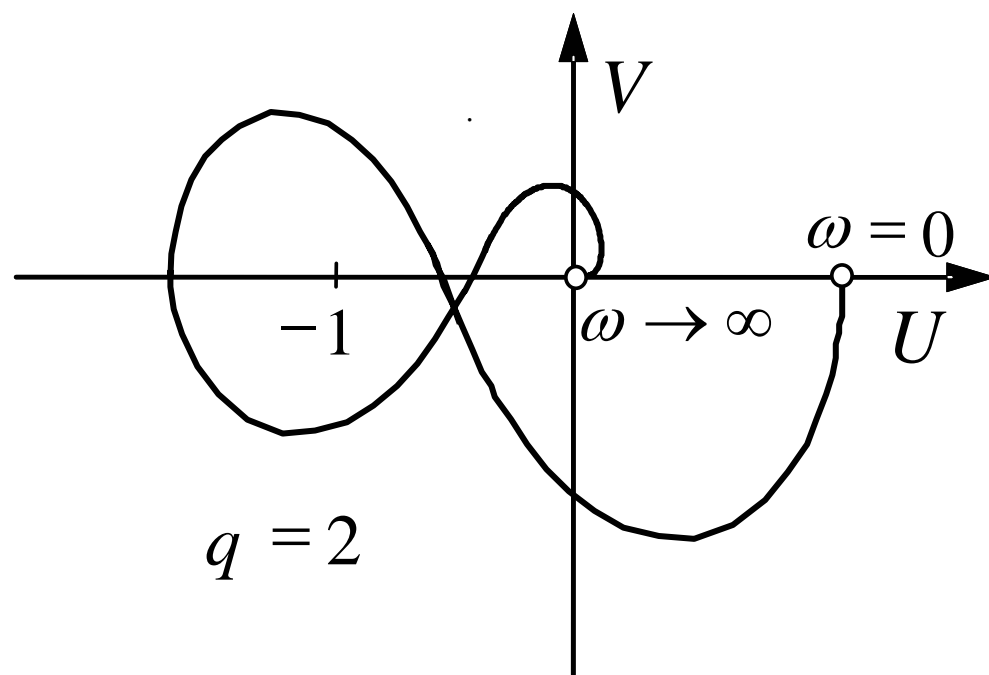
- (1) Ако отворената система е устойчива или е на границата на устойчивост, необходимото и достатъчно условие съответната затворена система да е устойчива е АФЧХ на отворената система да не обхваща точката с координати $(-1; j0)$.



- 1 - устойчива затворена система;
- 2 - на границата на устойчивост;
- 3 - неустойчива.

17. Честотни критерии за устойчивост

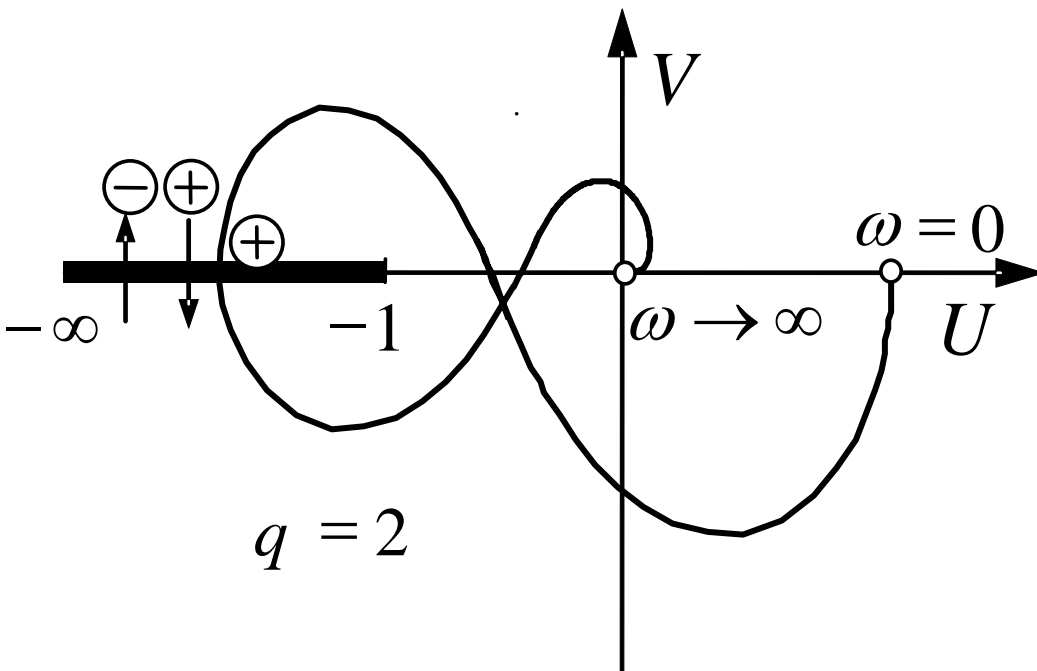
- (2) Ако отворената система е неустойчива и има q корени с положителна реална част, то затворената система е устойчива, ако АФЧХ на отворената система за $\omega \in [0; \infty]$ обхваща точката с координати $(-1; j0)$ в положителна посока $q/2$ пъти (т.е. с ъгъл $q\pi$). За положителна посока се счита посоката, обратна на часовниковата стрелка.



При $q = 2$ АФЧХ на отворената система определя устойчива затворена система, защото точката $(-1; j0)$ се обхваща в положителна посока един път (на ъгъл 2π).

17. Честотни критерији за устојчивост

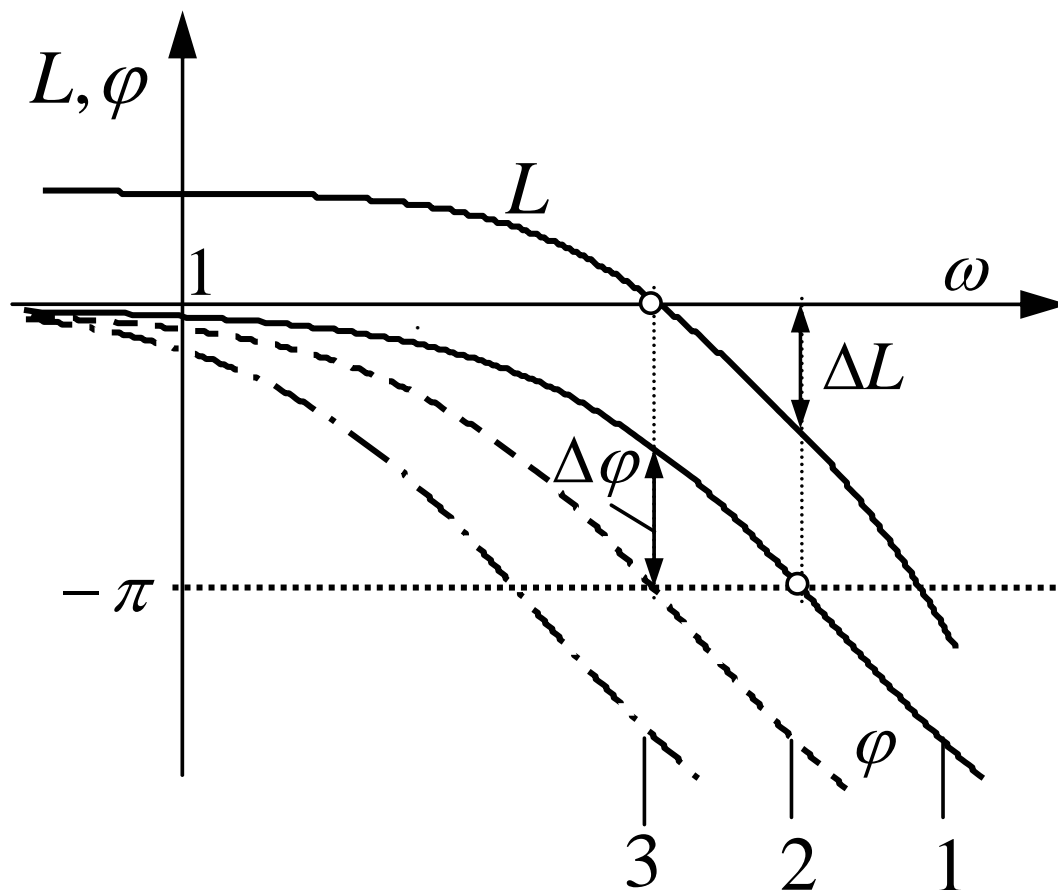
(3) *Обобщена формулировка:* Затворената система е устойчива, ако при изменение на $\omega \in [0; \infty]$ разликата между броя на положителните и отрицателните преходи на АФЧХ на отворената система в участъка $[-\infty; -1]$ на реалната ос е равен на $q/2$, където q е броят на корените с положителна реална част, а положителен преход е този, при който АФЧХ пресича абсцисната ос отгоре надолу (от II към III квадрант).



АФЧХ пресича веднъж в положителна посока интервала $[-\infty; -1]$ на реалната ос, следователно разликата между “+” и “-” преходите е равна на единица. При $q = 2$ затворената система е устойчива

2. Критерий на Бодe – използват се две формулировки:

- (1) За да бъде затворената система устойчива е необходимо ЛАЧХ на отворената система при $\omega \in [0; \infty]$ да пресече абсцисната ос преди ЛФЧХ да е достигнала ъгъла $-\pi$.



1 - устойчива
затворена
система;

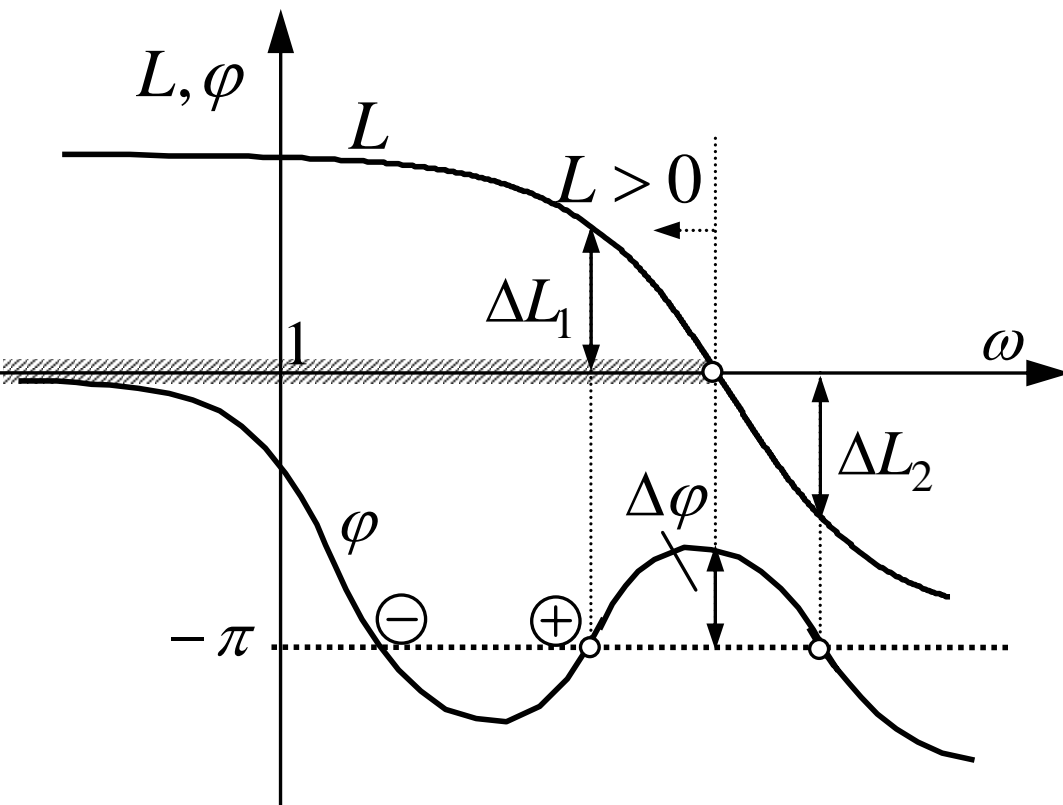
2 - на границата на
устойчивост;

3 - неустойчива.

ΔL и $\Delta \varphi$ са
запасите на
устойчивост по
модул и фаза.

17. Честотни критерии за устойчивост

- (2) *Обобщена формулировка:* Затворената система е устойчива, ако разликата между положителните и отрицателните преходи на ЛФЧХ с правата $-\pi$ за интервалите, в които ЛАЧХ е положителна ($L(\omega) > 0$) е равен на $q/2$, където q е броят на корените с положителна реална част, а положителен преход е този, при който ЛФЧХ пресича правата $-\pi$ отдолу нагоре.



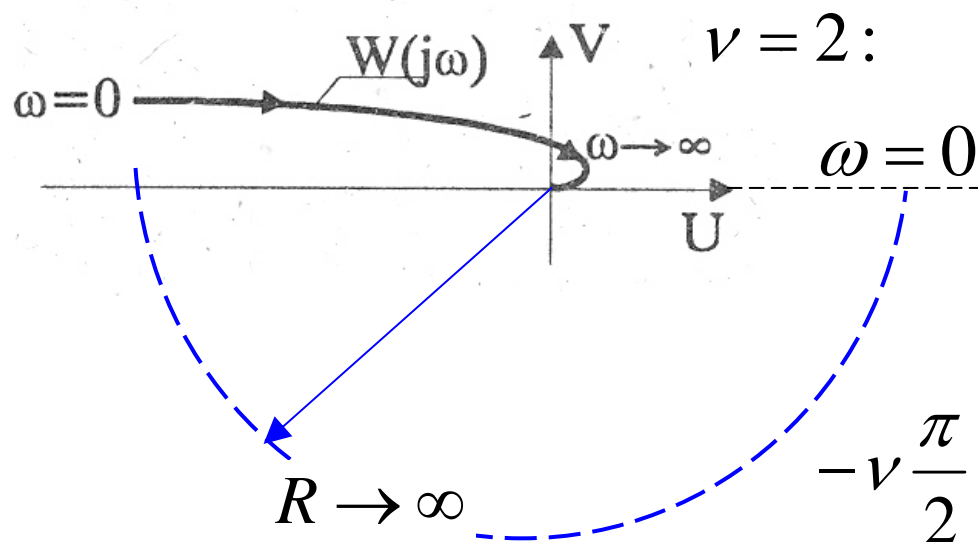
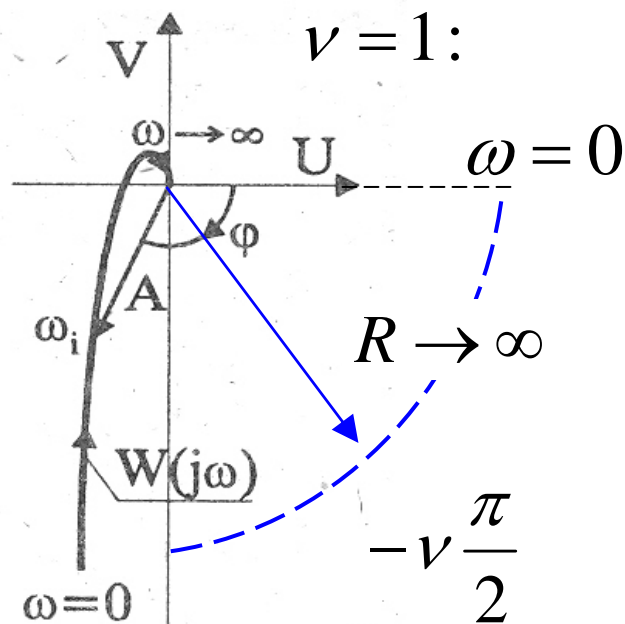
При $q = 0$ затворената система ще бъде устойчива, защото за $L(\omega) > 0$ има 1 “+” и 1 “-” преход през правата $-\pi$.

ΔL_1 и ΔL_2 са запасите по модул;
 $\Delta \varphi$ - запас по фаза.

3. Модификация на критерия на Найквист за астатическа система

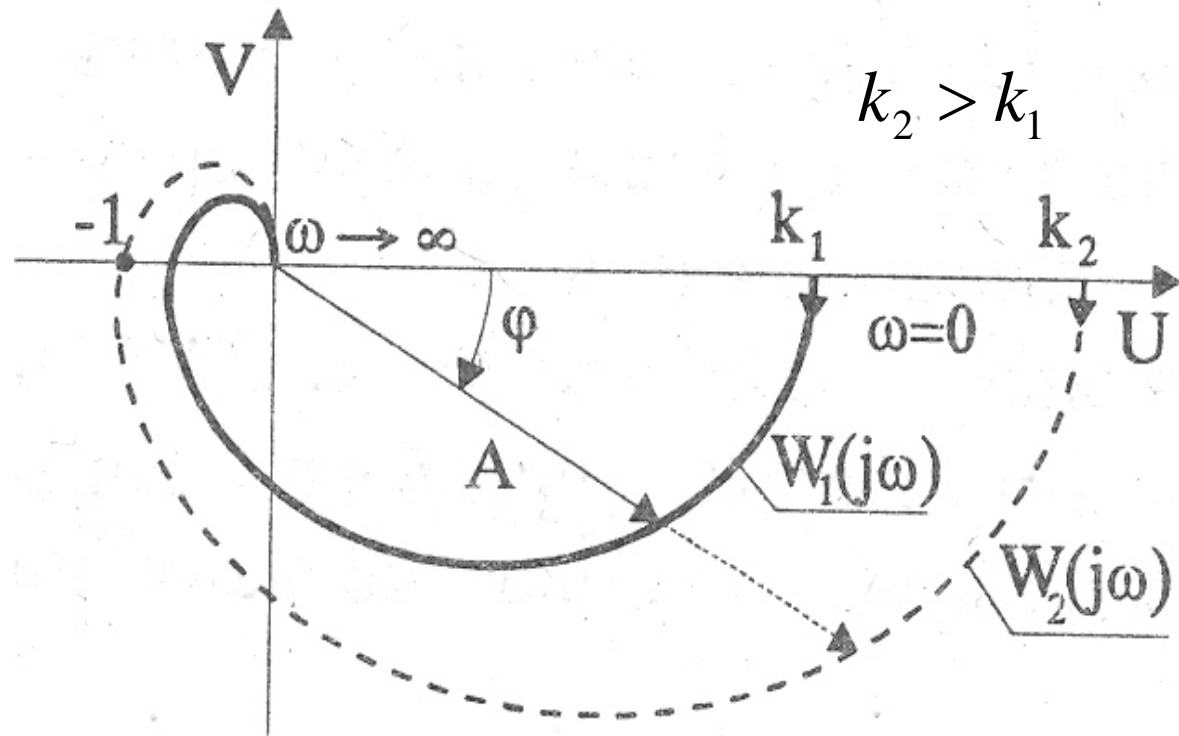
$W(p) = \frac{B(p)}{p^\nu A_1(p)}$: За определяне на устойчивостта на система

с астатизъм от ред ν АФЧХ се допълва с дъга с $R \rightarrow \infty$ и ъгъл $-\nu\pi/2$, започвайки при $\omega = 0$ от положителната реална ос, след което се прилага критерият на Найквист.



4. Запаси по модул и фаза

А. Критерий на Найквист

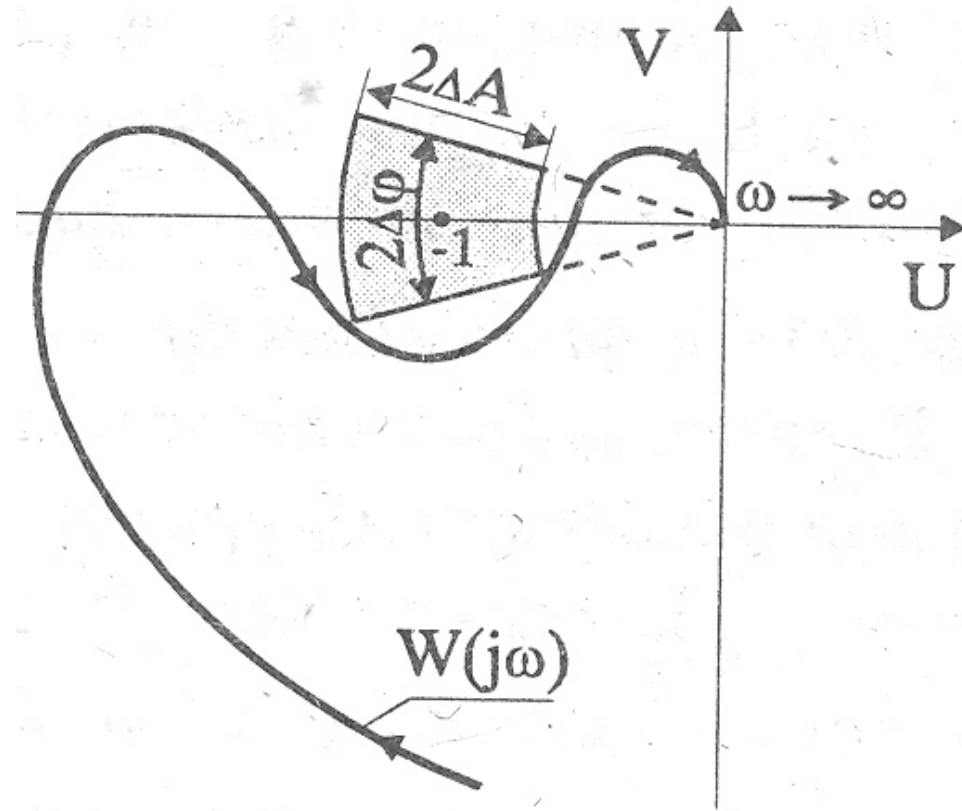
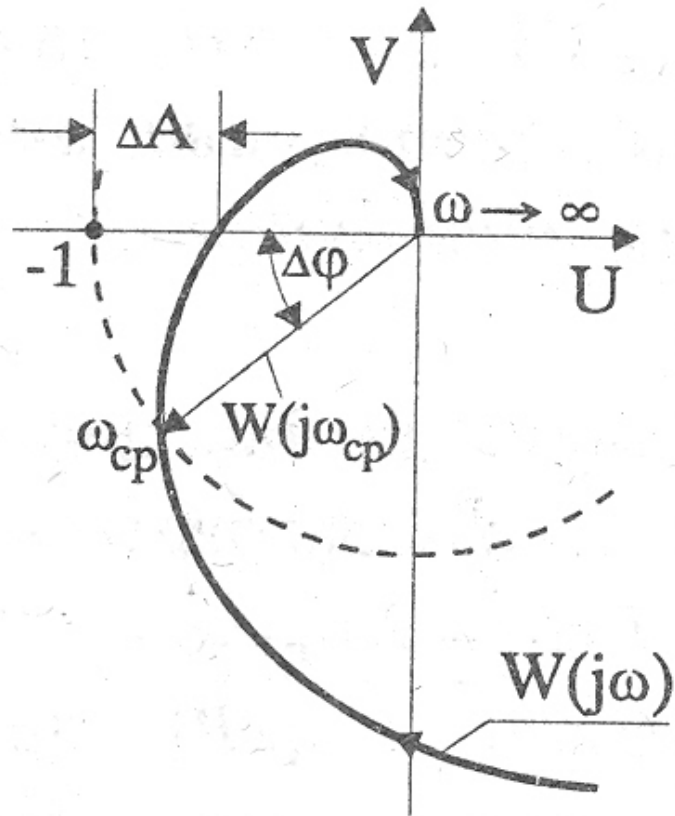


Затворената система е:

(1) устойчива - k_1 ;

(2) на границата на устойчивост - k_2 .

17. Честотни критерии за устойчивост

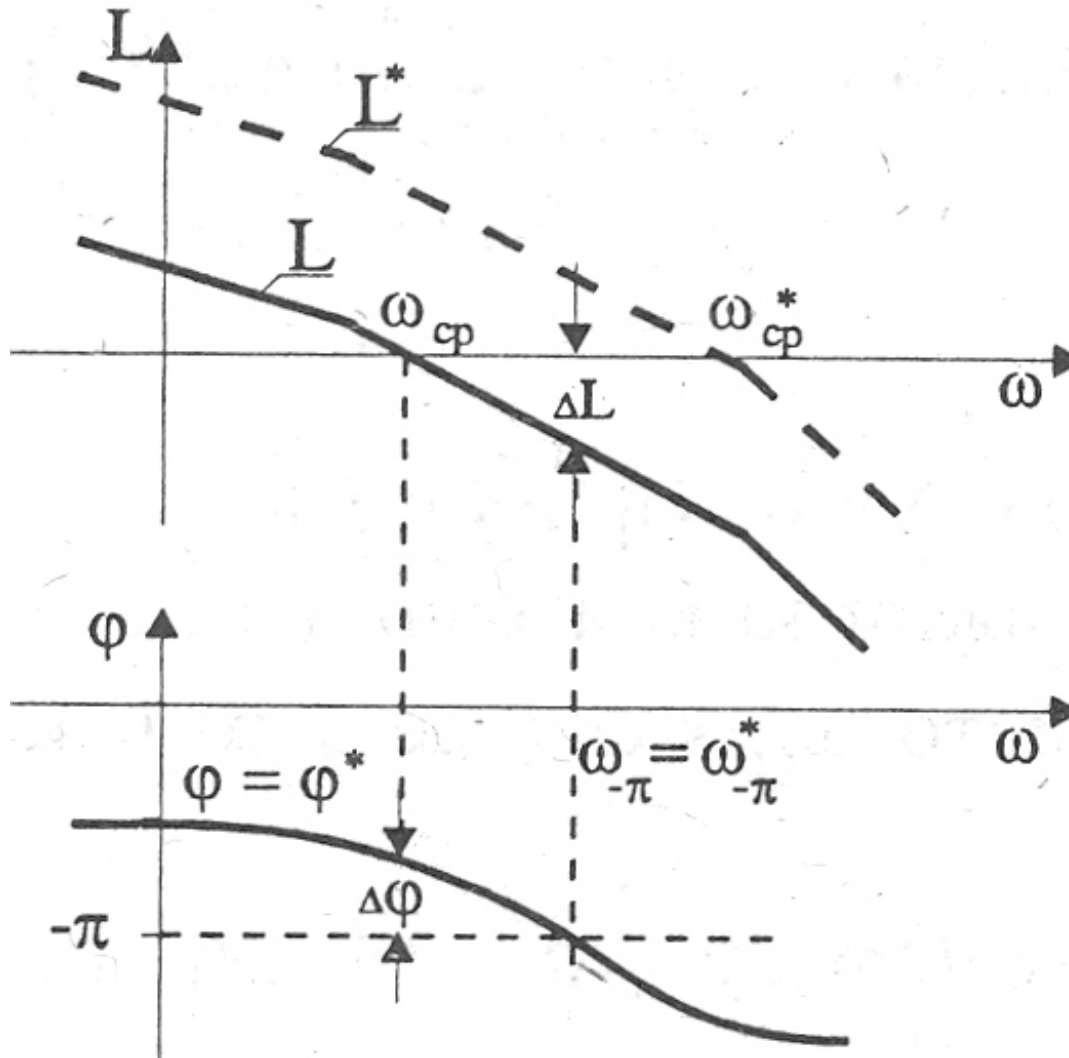


- запас по модулю: $\Delta A > 0.5$

- запас по фазе: $\Delta\varphi \geq 30 \div 40^\circ$

17. Честотни критерии за устойчивост

Б. Критерий на Боде



- запас по
модул:

$$\Delta L > 6 \div 10 \text{ dB}$$

- запас по
фаза:

$$\Delta\varphi \geq 30 \div 40^\circ$$