

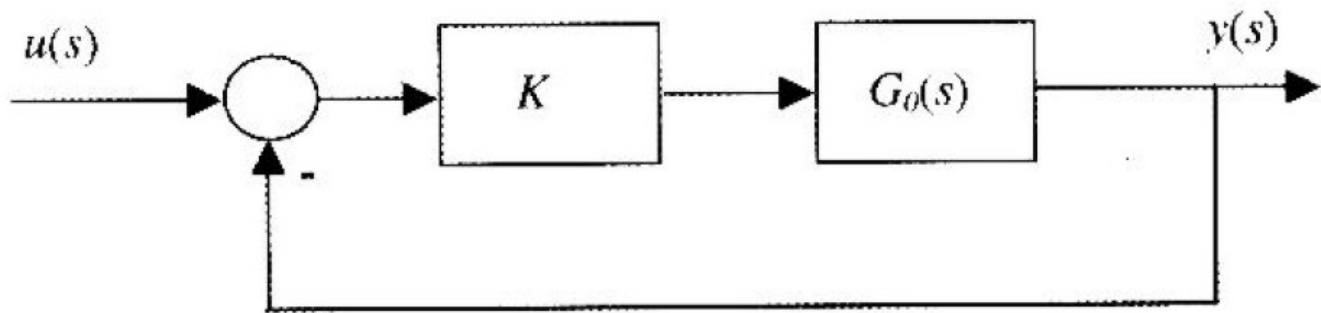
<u>Teoria Sterowania</u>	
Laboratorium nr 2	
Częstotliwościowe kryteria stabilności	
Wydział EAIIB, kierunek AiR, rok III	Środa 9:30
Data wykonania ćwiczenia:	01.04.2015

Metody częstotliwościowe pozwalają określić stabilność systemów liniowych. Kryterium Michajłowa pozwala określić położenie zer układu, i na podstawie tego stwierdza stabilność systemu. Dzięki kryterium Nyquista jesteśmy w stanie odpowiedzieć, czy układ jest stabilny, znając transmitancję widmową układu otwartego. W dalszej części ćwiczenia zastosujemy kryterium Nyquista dla układów z opóźnieniem.

Zadanie 2.1

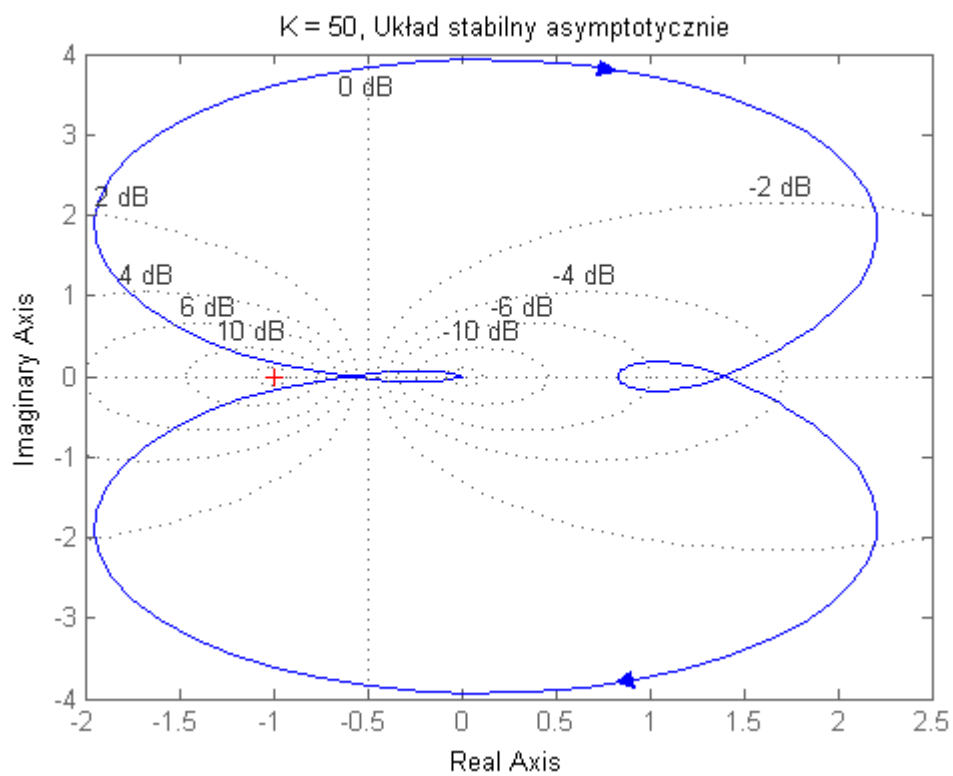
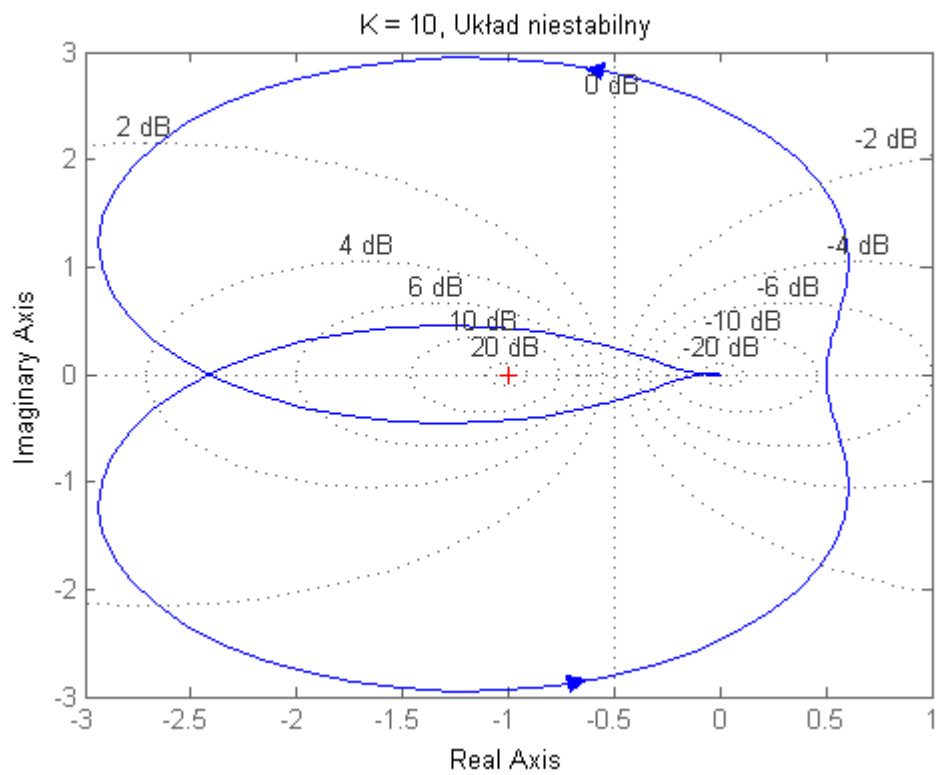
Transmitancja $G_0(s) = (s+1)/(0.01s^4 + 0.5s^3 + 3s^2 - 10s + 10)$

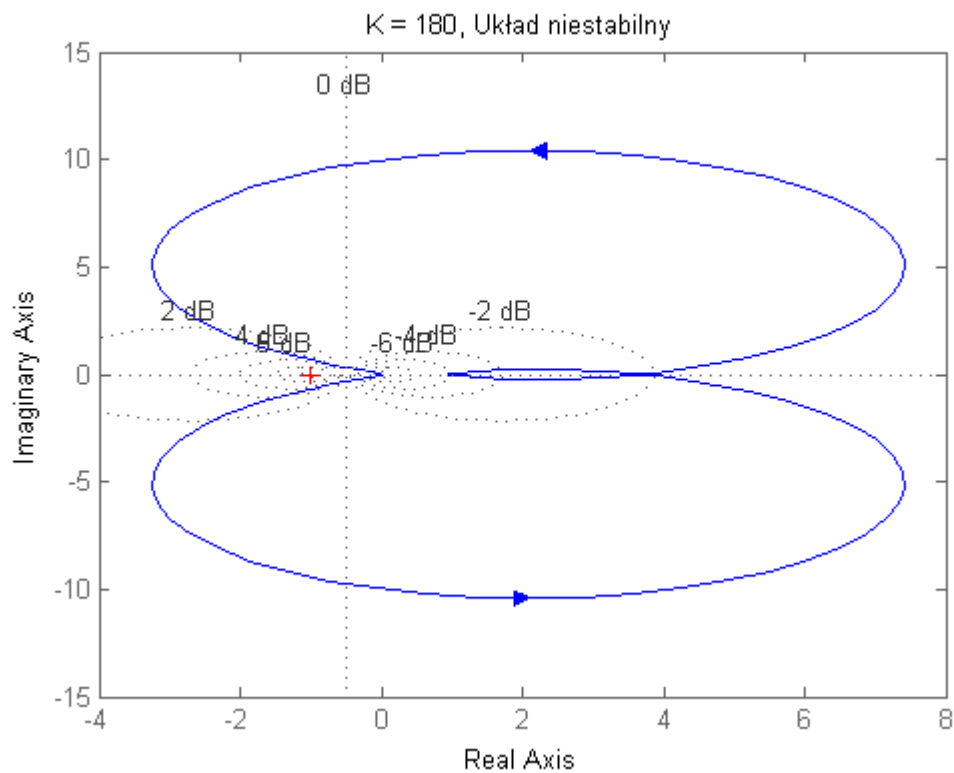
Rysunek 1 przedstawia schemat badanego układu:



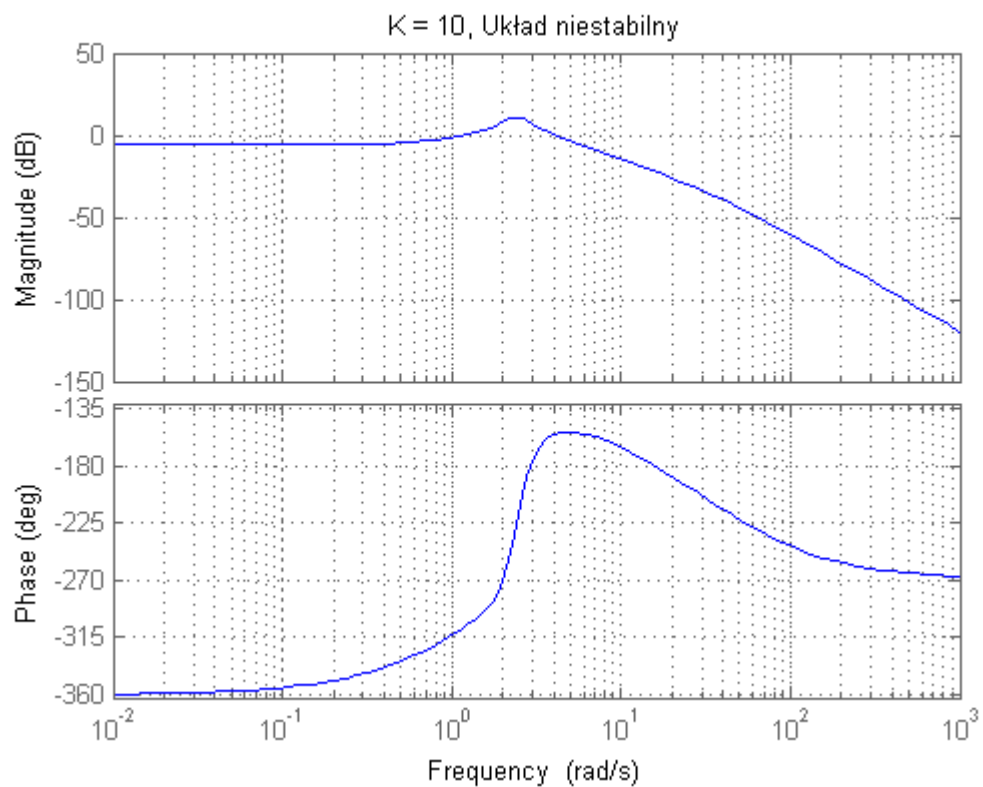
Rys. 1

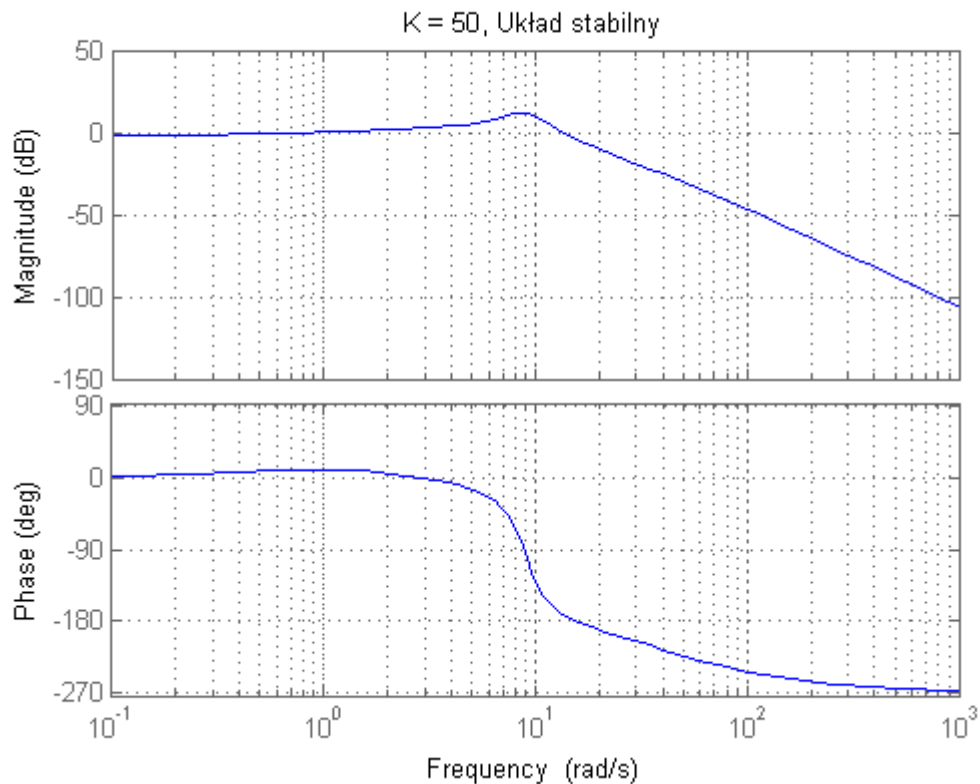
Manipulując wzmocnieniem K badamy stabilność układu. Za pomocą środowiska *Matlab* generujemy charakterystyki częstotliwościowe dla zadanego parametru K . Na podstawie obserwacji stwierdzamy że układ jest stabilny asymptotycznie dla $15 < K < 130$. Poniżej zamieszczam 3 wykresy prezentujące układy dla wybranego parametru K . Symbolem $+$ oznaczono położenie punktu $(-1, 0)$. Pierwszy oraz trzeci wykres prezentują obiekt niestabilny – na wykresie pierwszym charakterystyka częstotliwościowa obejmuje punkt $(-1, j0)$, natomiast trzeci wykres ukazuje przypadek, w którym punkt $(-1, j0)$ znajduje się po prawej stronie konturu – również mamy do czynienia z układem niestabilnym. Natomiast na wykresie drugim mamy do czynienia z układem stabilnym – punkt $(-1, j0)$ jest położony z lewej strony konturu, który go nie obejmuje.





Stabilność układu widać również dla charakterystyk Bodego, na których wystarczy sprawdzić, czy dla fazy $\phi(\omega_{180}) = -\pi$ wartość $20\log(M(\omega_{180}))$ będzie ujemna.





Zadanie 2.1

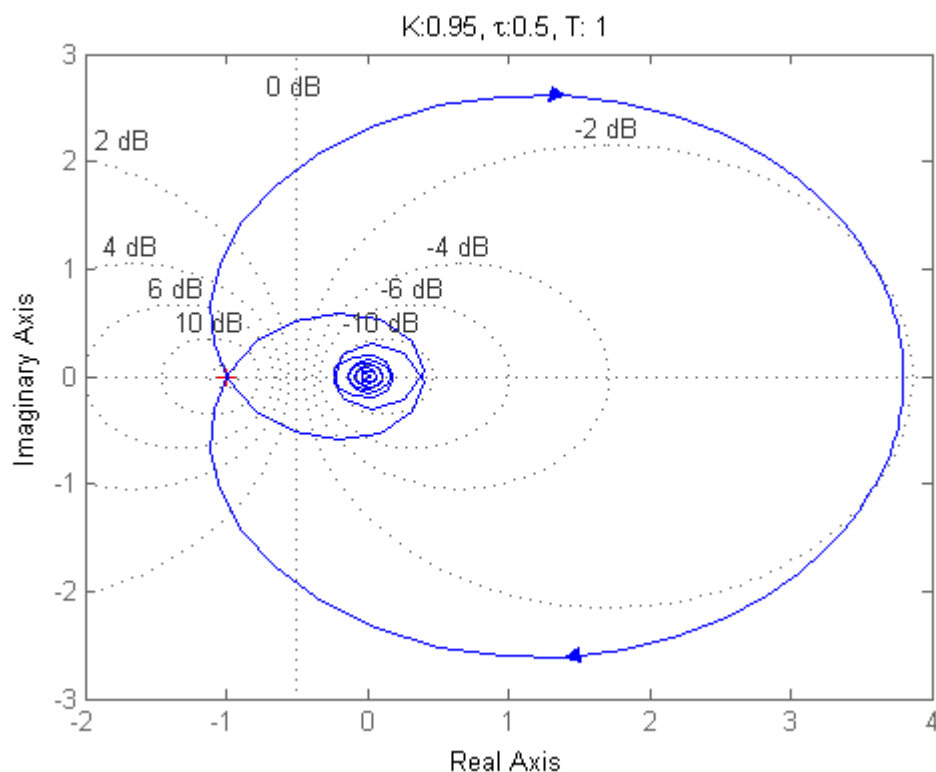
Twierdzenie Nyquista ma zastosowanie również dla układów z opóźnieniem, gdy transmitancja jest w postaci $G_0(s) = G(s)e^{-\tau s}$, jeżeli $\tau > 0$ oraz $G(s)$ jest związana z układem asymptotycznie stabilnym.

Dany jest układ otwarty pierwszego rzędu z opóźnieniem postaci:

$$G_0(s) = 4e^{-0.5s}/(s+1) \quad (*)$$

Wyznamy wzmocnienie krytyczne dla układu o transmitancji (*). Wzmocnienie krytyczne oznacza takie wzmocnienie, dla którego układ znajduje się na granicy stabilności.

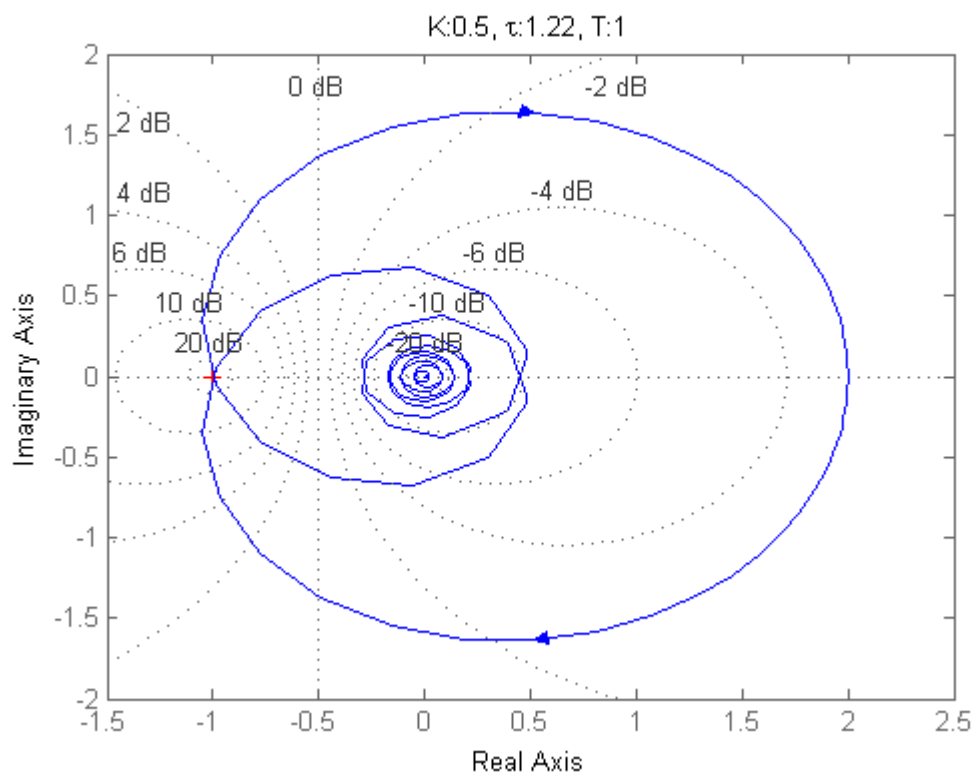
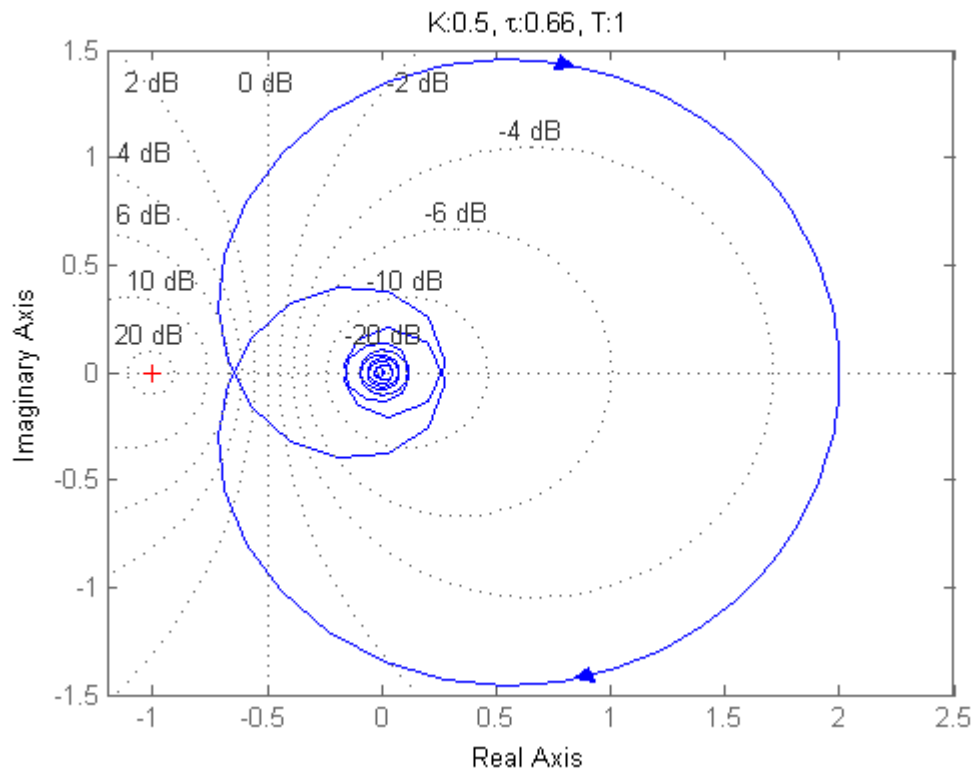
Poniższy wykres prezentuje tę sytuację:

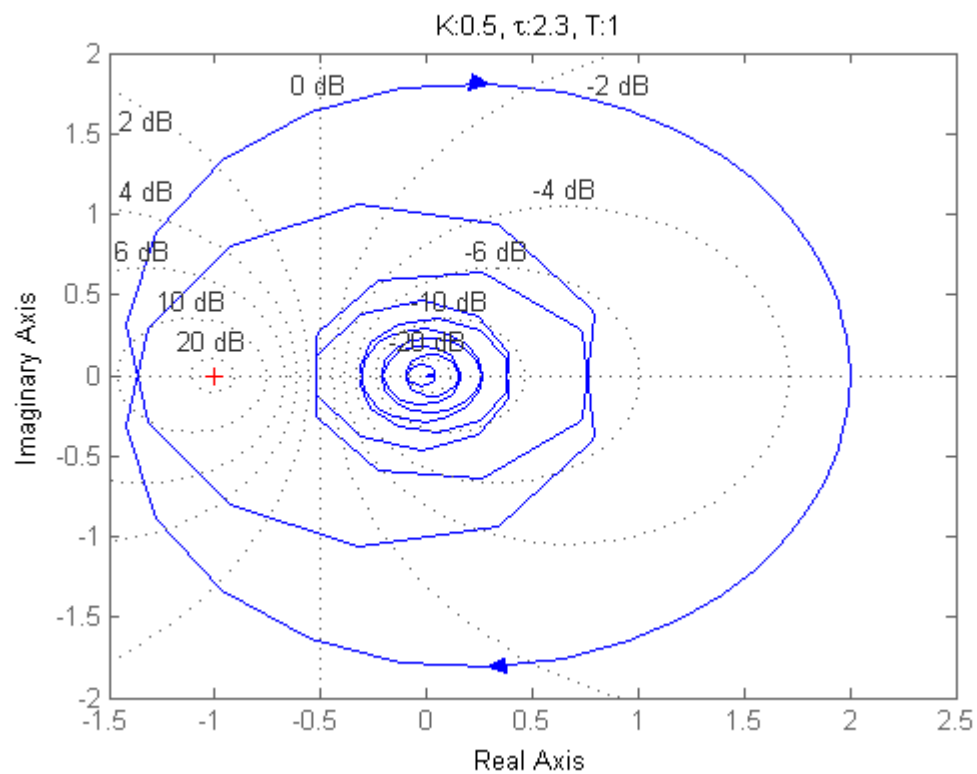


Zajmiemy się badaniem stabilności układu zamkniętego za pomocą kryterium Nyquista. Analizę przeprowadzimy manipulując jednym z parametrów: wzmacnieniem K , czasem martwym τ oraz stałą czasową T .

1) Czas martwy τ

Dla transmitancji postaci $G_0(s) = 4e^{-\tau s}/(s+1)$ oraz regulatorze proporcjonalnym $K=0.5$ zmieniamy czas martwy, by zaobserwować wpływ na działanie systemu. Poniższe wykresy prezentują wyniki:

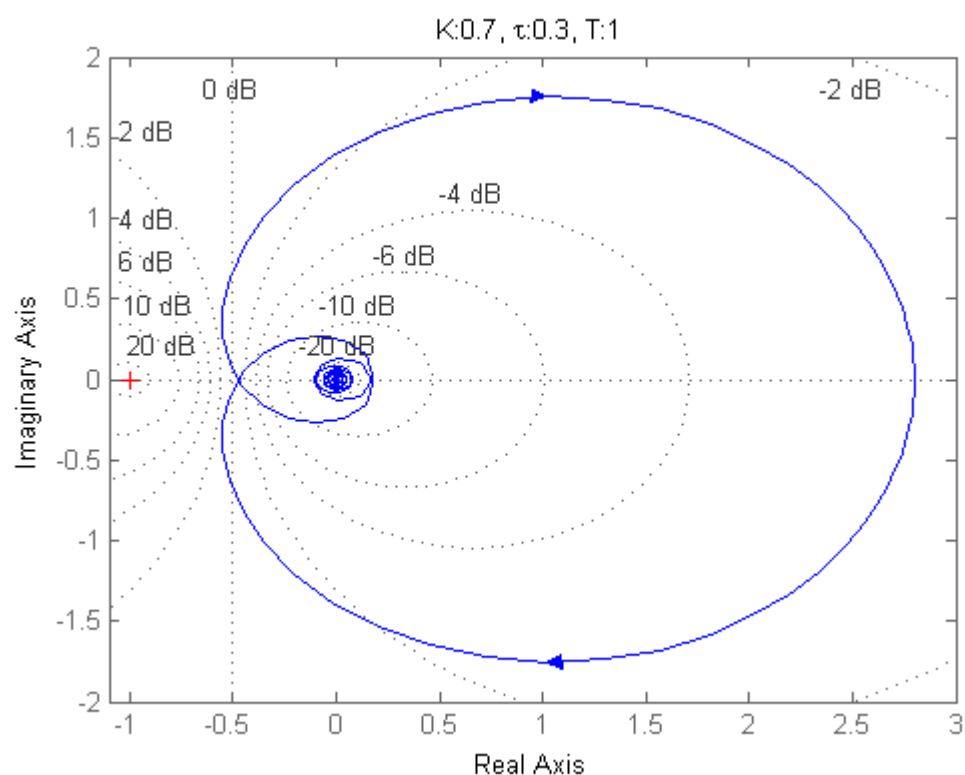


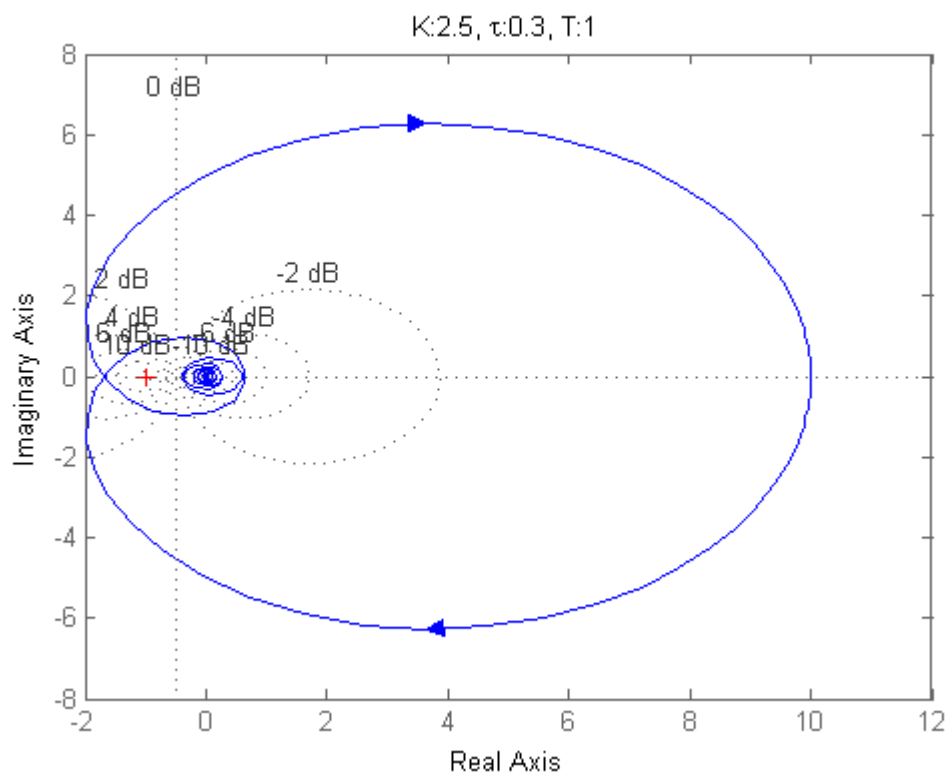
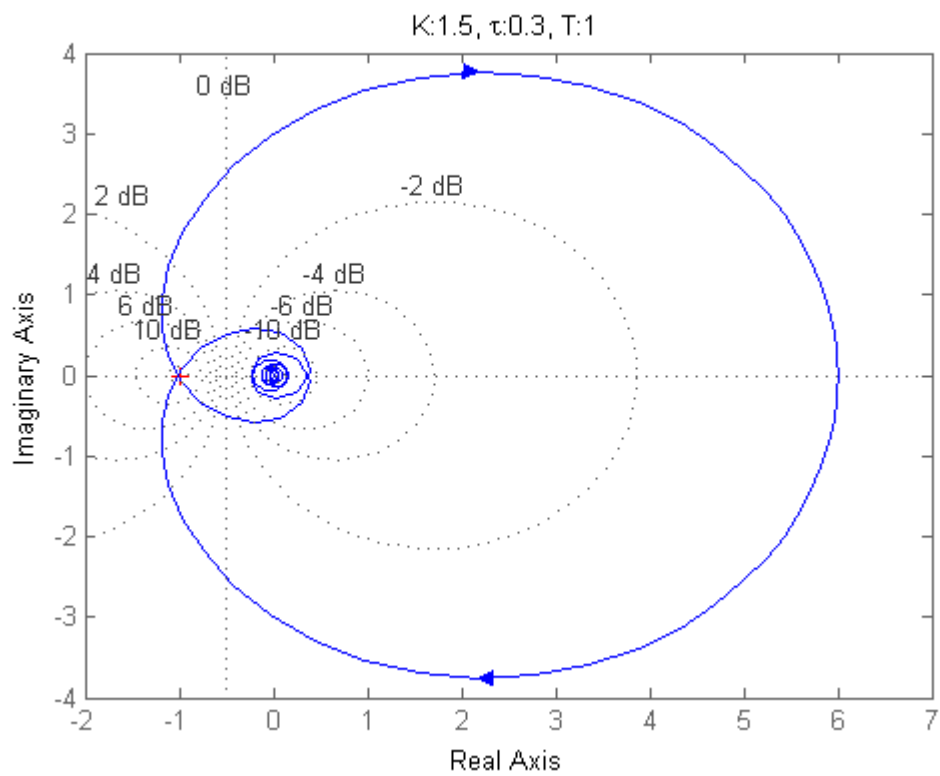


Jak można zaobserwować, im większy czas martwy, tym gorsza stabilność. Gdy współczynnik τ rośnie, wzmacnienie krytyczne maleje. Maleją również zapasy stabilności.

2) Wzmocnienie K

Dla transmitancji postaci $G_0(s) = 4e^{-0.3s}/(s+1)$ manipulujemy wzmacnieniem, by sprawdzić działanie układu (przedstawionego wcześniej na rys. 1). Kolejne wykresy prezentują wyniki:

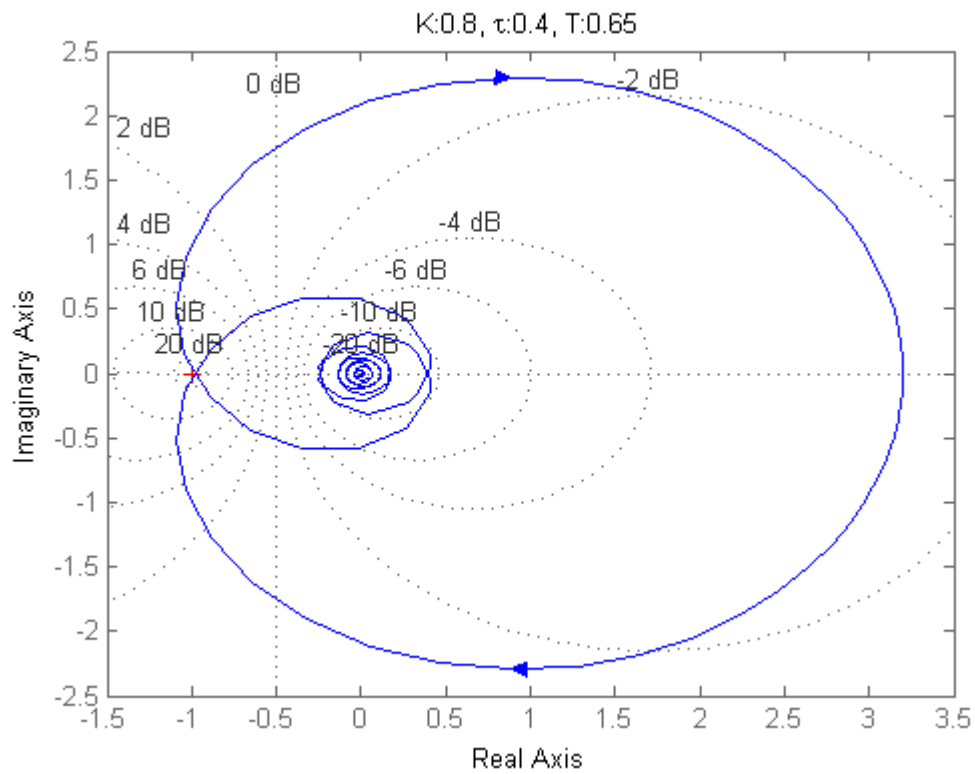
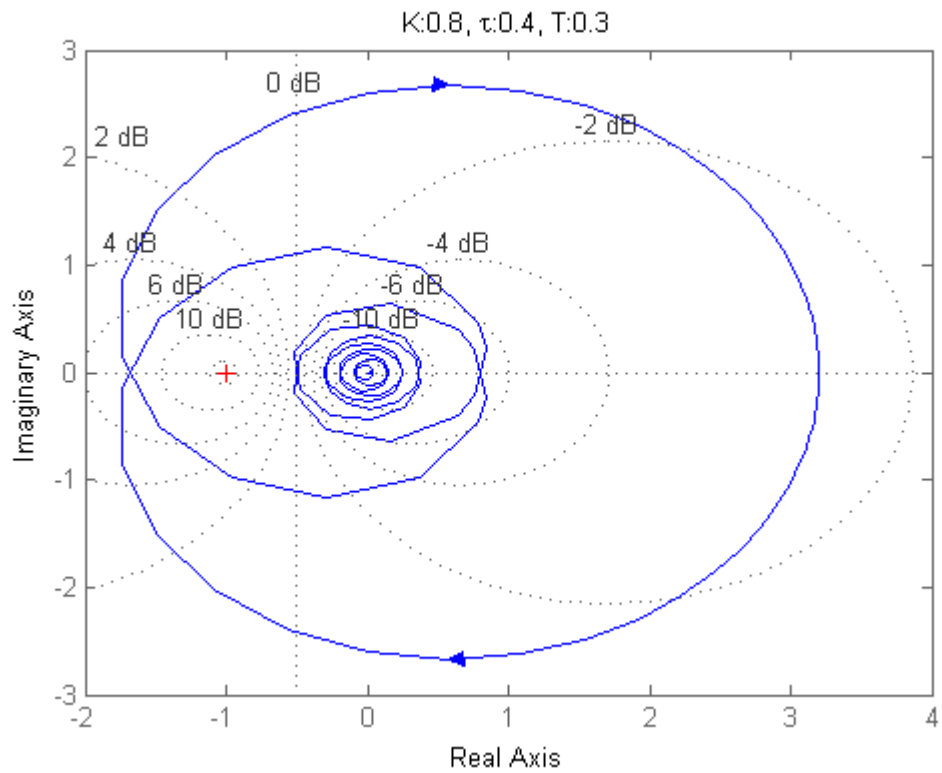


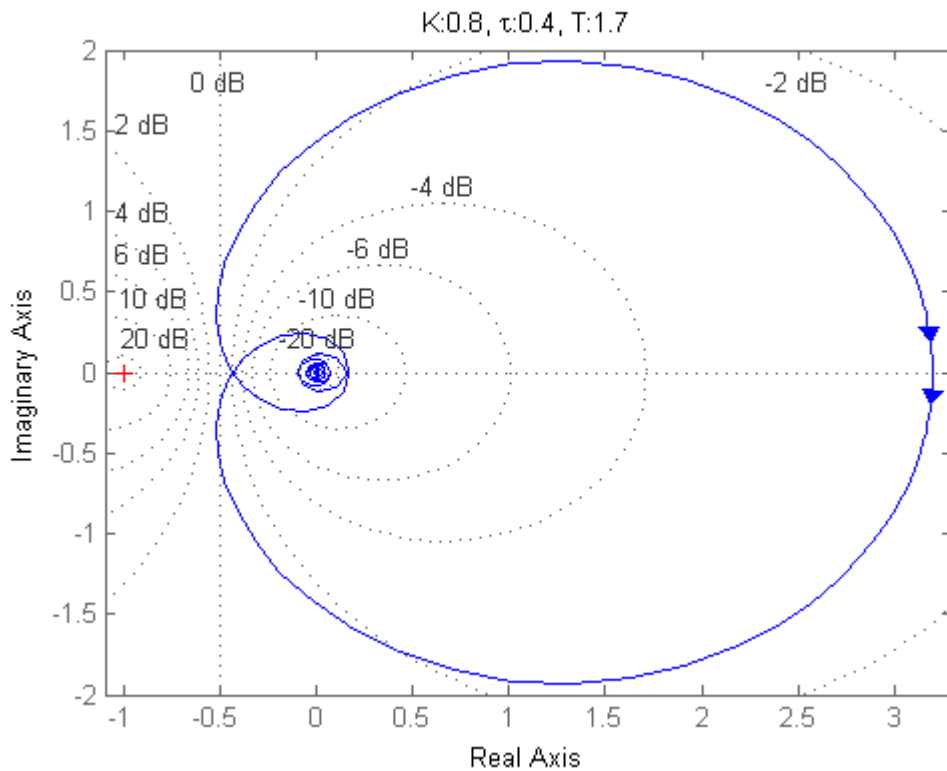


Podobnie jak w przypadku stałej czasowej, zwiększanie parametru K również pogarsza stabilność. Im większe wzmocnienie, tym obiekt jest trudniej sterować, zapasy stabilności maleją.

3) Stała czasowa T

Dla transmitancji postaci $G_0(s) = 4e^{-0.4s}/(Ts+1)$ oraz wzmacnieniu $K = 0.8$ zmieniamy stałą czasową T. Poniższe wykresy prezentują obserwacje:





W przypadku manipulacji stałą czasową T uzyskaliśmy odmienne niż dla poprzednich parametrów wyniki: wzrost parametru T wpłynął pozytywnie na stabilność: im większa wartość stałej czasowej T tym układ jest bardziej stabilny.

Wnioski

Celem ćwiczenia była analiza stabilności systemów liniowych stacjonarnych za pomocą metod częstotliwościowych. Dzięki cechom transmitancji widmowej – graficznej interpretacji stabilności na charakterystykach Nyquista oraz Bodego, można stwierdzić stabilność układu na podstawie wyglądu wykresu, bez znajomości (niekiedy skomplikowanego) aparatu matematycznego.