Note : Stabilité et marge de phase

Introduction

Le but est d'assurer la stabilité d'un système. Si on considère un système de boucle ouverte $FTBO(p)$, sa fonction de transfert en boucle fermée (cas d'un retour unitaire) est alors :

$$FTBF(p) = \frac{FTBO(p)}{1 + FTBO(p)}$$

Vous avez vu lors de l'APP précédente que pour concevoir un oscillateur, on cherchait à avoir $FTBO(p) = -1$. Dans le cas plus général où on veut un système stable, on cherche à s'éloigner de ce point : plus la $FTBO(p)$ sera proche de -1, et plus le système aura tendance à osciller.

De manière plus quantitative, on définit la marge de phase M_φ et la marge de gain M_G. M_φ est l'écart de la courbe de phase à 180° quand le gain vaut 0 dB. M_G est l'écart de la courbe de gain à 0 dB quand la phase vaut -180°. Ces grandeurs sont représentées sur la Figure 1.

Il faut des marges de gain et de phase suffisantes pour assurer une « bonne » stabilité d'un système.

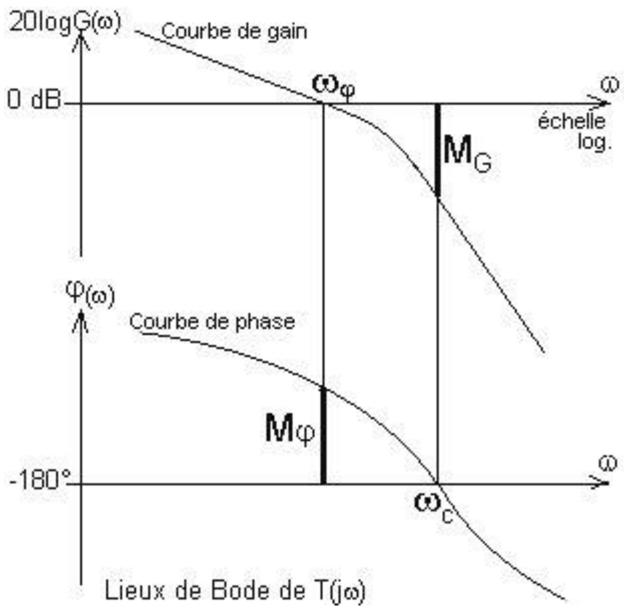

Figure 1- Marge de gain et de phase

Lien entre la marge de phase et le coefficient d'amortissement

La stabilité d'un système est aussi liée à son coefficient d'amortissement. Comme on peut le voir sur la Figure 3, plus ce coefficient d'amortissement est petit et plus la réponse indicielle sera oscillante.

On peut donc relier marge de phase d'un système du second ordre et son coefficient d'amortissement **en boucle fermée**. On montre que :

$$M_\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{2\xi}{\sqrt{-2\xi^2 + \sqrt{1 + 4\xi^2}}}\right)$$

Cette expression peut être approximée par la suivante, plus simple :

$$M_{\varphi} = 100\xi$$

Les 2 expressions sont représentées sur la Figure 2.

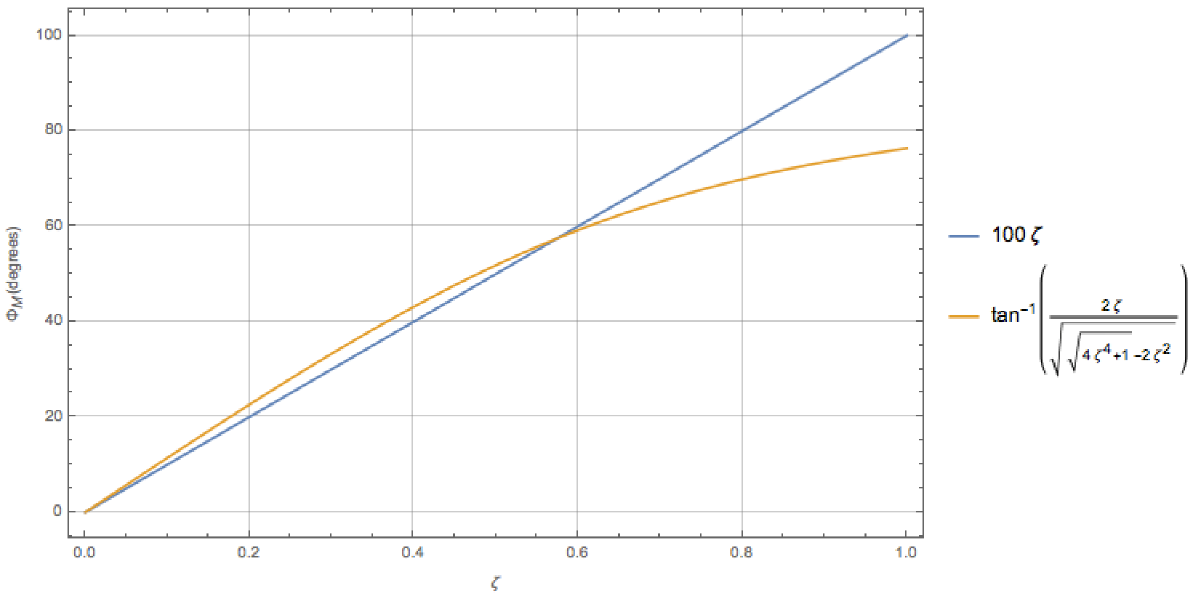

Figure 2 -Lien entre la marge de phase d'un système du second ordre et son coefficient d'amortissement

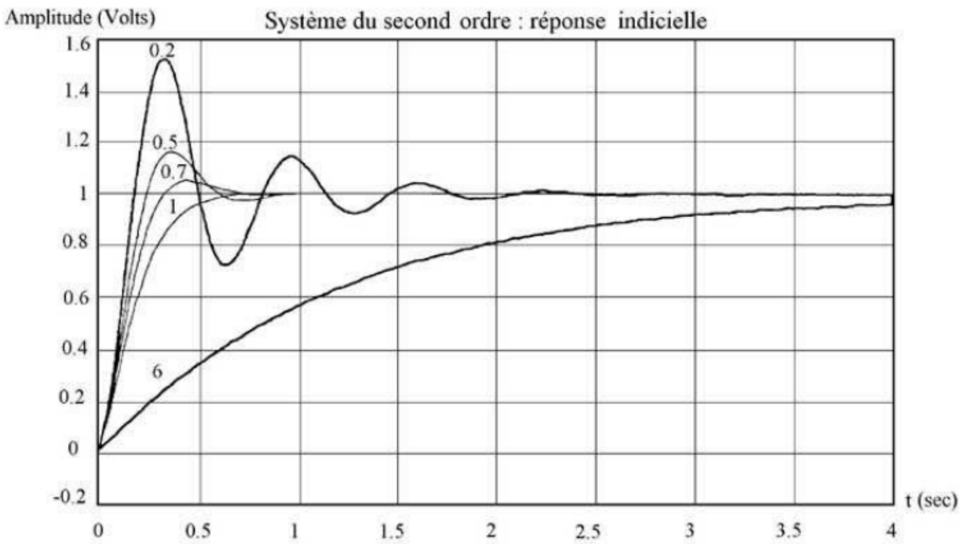

Figure 3 - Réponse indicielle d'un système du second ordre pour différents coefficients d'amortissement