

Márgenes de estabilidad (control monovariable): ganancia, fase y retardo

Antonio Sala Piqueras

Dept. Ing. Sistemas y Automática (DISA)
Universitat Politècnica de València (UPV)

Video-presentación disponible en:

<http://personales.upv.es/asala/YT/V/margfg.html>



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Presentación

Motivación:

El diagrama de Nyquist permite evaluar si un bucle cerrado es estable o no, dada la resp. frec. de bucle abierto $L(j\omega)$. La distancia al -1 determina el tamaño de los cambios de $L(j\omega)$ que pueden inestabilizar.

Objetivos:

Comprender el significado de los muy usados márgenes de ganancia, fase y retardo en particular (en el caso de bucle monovariable).

Contenidos:

Criterio de Nyquist. Margen de ganancia, fase, retardo. Conclusiones.



Márgenes de ganancia, fase, retardo

Ganancia:

- Si en $L = GK$, la ganancia se multiplica por γ , entonces el diagrama de Nyquist se convierte en $\gamma L(j\omega)$ (“zoom”).

Fase:

- Si en $L = GK$, dinámica no modelada (polos, ceros, retrasos) podría modificar la fase (argumento) de $L(j\omega)$ (“giro”).

Retardo:

- El retardo no modelado es un caso particular de lo anterior: si en $L(s) = G(s)K(s)$, se añade un retardo de δ segundos ($e^{-\delta s}$), entonces el diagrama de Nyquist se convierte en $L(j\omega)e^{-j\delta\omega}$.
 $e^{-j\delta\omega}$ tiene módulo 1, argumento $\delta\omega$: sólo cambia la fase del diag. Nyquist.

Conclusiones

- La “**distancia al -1** ” en el diagrama polar (diagrama de Nyquist) indica lo “cerca” que se está de la inestabilidad.
- Los **márgenes de estabilidad** (genéricos) de $L(s, \delta)$ indican qué valores de un parámetro δ hacen que $L(s, \delta)$ “**toque el -1** ”.
- Los más populares son el margen de:
 - **ganancia:** $L(s, \delta_{dB}) := 10^{\frac{1}{20} \delta_{dB}} \cdot G(s)K(s)$,
 - **fase:** $L(s, \delta) := e^{-j\delta} G(s)K(s)$,
 - **retardo:** $L(s, \delta) := e^{-\delta \cdot s} G(s)K(s)$,
 todos con $\delta_{nominal} = 0$.
- Técnicas de análisis y diseño de reguladores (monovariables) incorporando consideraciones de “robustez” basadas en estos márgenes de ganancia, fase y retardo fueron desarrolladas en los años 1940-50.