Método en el dominio de la frecuencia aplicado al estudio de centros isócronos

Cinthya Anabel Bares
Instituto de Inv. en Ing. Eléctrica IIIE (UNS-CONICET) - Depto. de Matemática, UNS, Argentina
cinthyabareshuici@gmail.com

Por medio de un método en frecuencia se tiene una herramienta valiosa para caracterizar la dinámica de los ciclos límites en un sistema dinámico de segundo orden. La metodología en el dominio frecuencia consiste en representar un sistema no lineal dado, en forma de lazo cerrado, que consta de una parte lineal con función de transferencia $G(s)$, con una realimentación no lineal. El objetivo es capturar la presencia de una oscilación suave, de una frecuencia dada, causada por una bifurcación de Hopf. Este fenómeno incluye la aparición de ciclos límites desde el punto de equilibrio, al variar algún parámetro del sistema. Es importante tener en cuenta que el abordaje del teorema de Bifurcación de Hopf en frecuencia requiere, muchas veces, un menor esfuerzo computacional que su versión en el dominio tiempo.

La estabilidad de la oscilación puede obtenerse mediante el signo de una expresión complicada, denominada coeficiente de curvatura o índice de Bautin. Este coeficiente involucra la contribución multilineal de las diferentes componentes vinculadas con los autovectores de los modos que ocasionan el cambio de estabilidad, esto es, cuando el punto de equilibrio pasa de foco estable a inestable o viceversa. Con estas mismas herramientas se puede calcular la aproximación (local) de la solución periódica. Además, de esta expansión también se analizará la variación de la frecuencia que tiene incidencia en el denominado fenómeno de isocronismo. En particular, puede ocurrir que la función período sea constante y todas las soluciones son órbitas cerradas con el mismo período, independientemente de su amplitud o energía. Para ilustrar este concepto, estudiaremos un péndulo simple, en el cual las oscilaciones de gran amplitud afectan el período de la oscilación. Sin embargo, existe otro tipo de péndulo que describe un arco de cicloide en el que se logra la sincronicidad, es decir, todas las oscilaciones tienen el mismo período.

Trabajo en conjunto con Jorge L. Moiola (Instituto de Inv. en Ing. Eléctrica IIIE (UNS-CONICET)- Depto. de Ing. Eléctrica y de Computadoras, UNS) y Guillermo L. Calandrini (Instituto de Inv. en Ing. Eléctrica IIIE (UNS-CONICET)- Depto. de Ing. Eléctrica y de Computadoras, UNS- Depto. de Matemática, UNS).

Referencias

[1] A. I. Mees and L. O. Chua, “The Hopf bifurcation theorem and its applications to nonlinear oscillations in circuits and systems”, IEEE Trans. on Circuits and Systems 4, pp. 235-254 (1979).

[2] J. L. Moiola and G. R. Chen, Hopf Bifurcation Analysis: A Frequency-Domain Approach, World Scientific, Singapore (1996).

[3] J. L. Moiola, F. S. Gentile y G. R. Itovich, “Coeficientes de curvatura y coeficientes periódicos en la bifurcación de Hopf”, Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control (RPIC, 2021), San Juan, pp. 295-300 (2021).