

Síntesis de Respuestas Dinámicas de Manipuladores Robóticos Redundantes

PROBLEMA

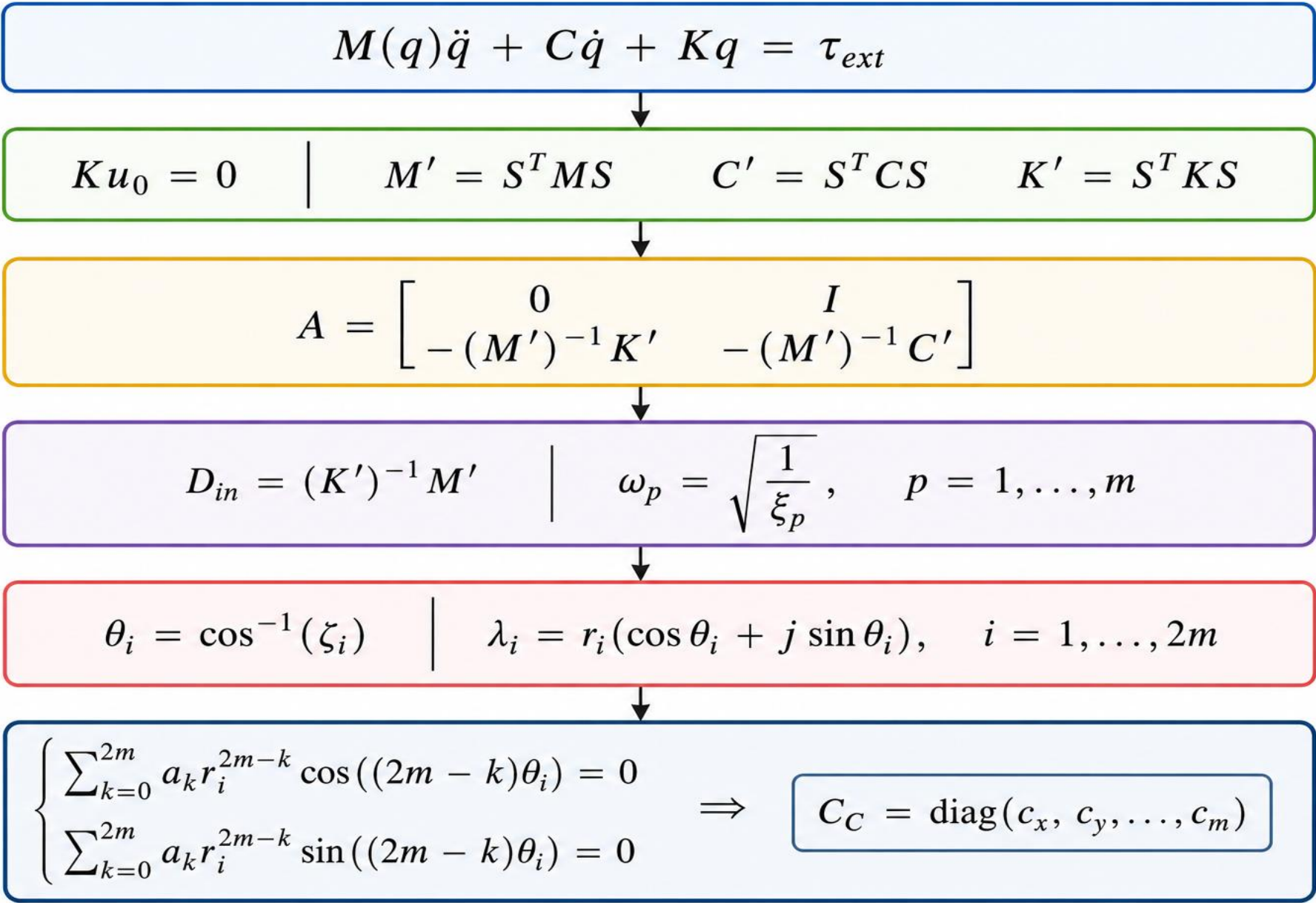
La síntesis de respuestas dinámicas en robots redundantes bajo control de impedancia sigue dependiendo de métodos iterativos, optimización o prueba y error. Esto dificulta imponer razones de amortiguamiento específicas y garantizar estabilidad considerando la dinámica real del robot.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología analítica capaz de calcular directamente los parámetros de amortiguamiento de manipuladores redundantes a partir de razones de amortiguamiento deseadas.

PROPUESTA

A partir de la configuración del robot, el Jacobiano, la matriz de masa y la rigidez cartesiana deseada, la metodología transforma el sistema al espacio articular y elimina los modos redundantes (ZP). Mediante análisis de autovalores, se establecen ecuaciones que relacionan las razones de amortiguamiento deseadas con los coeficientes de amortiguamiento. De esta forma, se resuelven de forma directa para obtener la matriz de amortiguamiento que sintetiza la respuesta dinámica requerida.



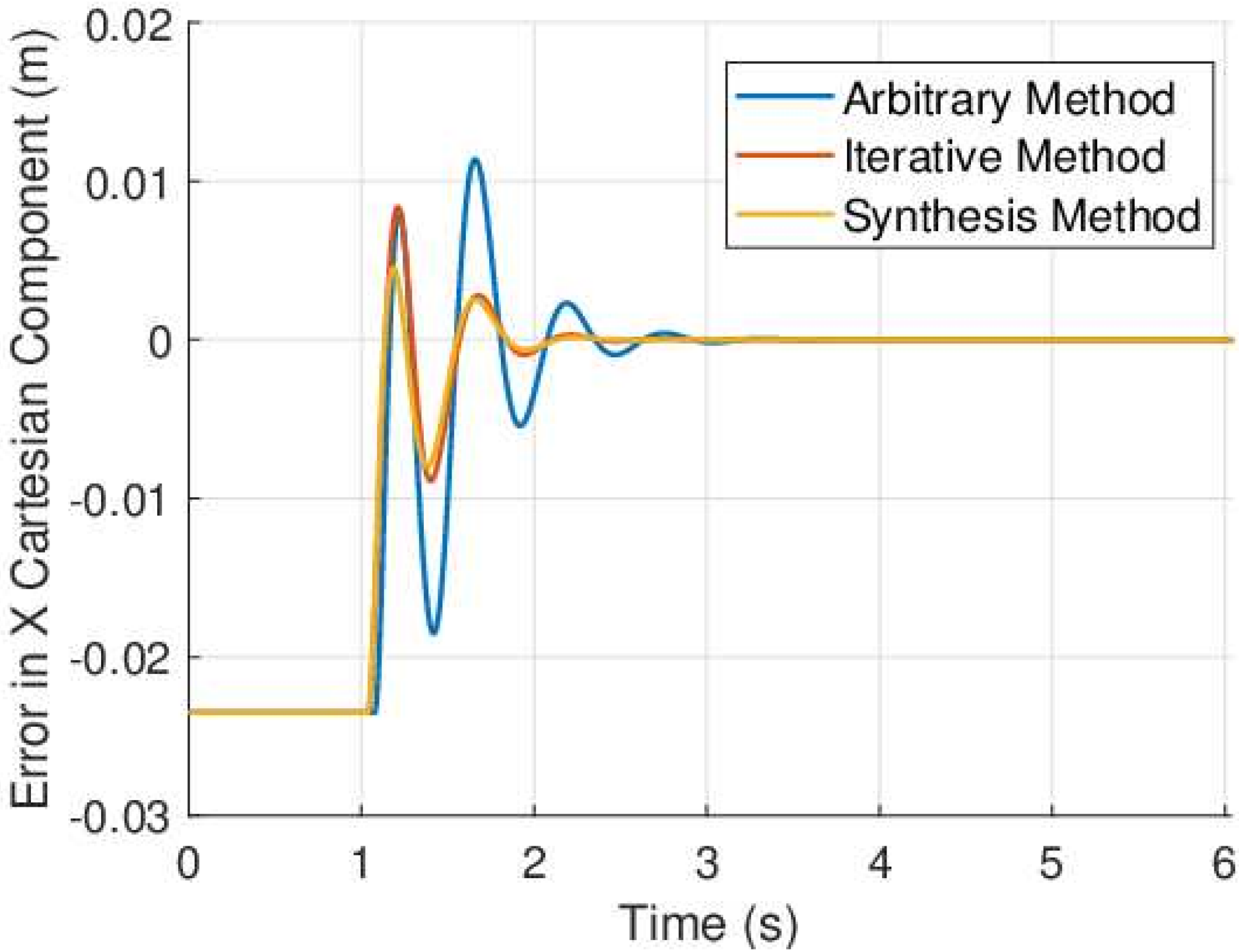
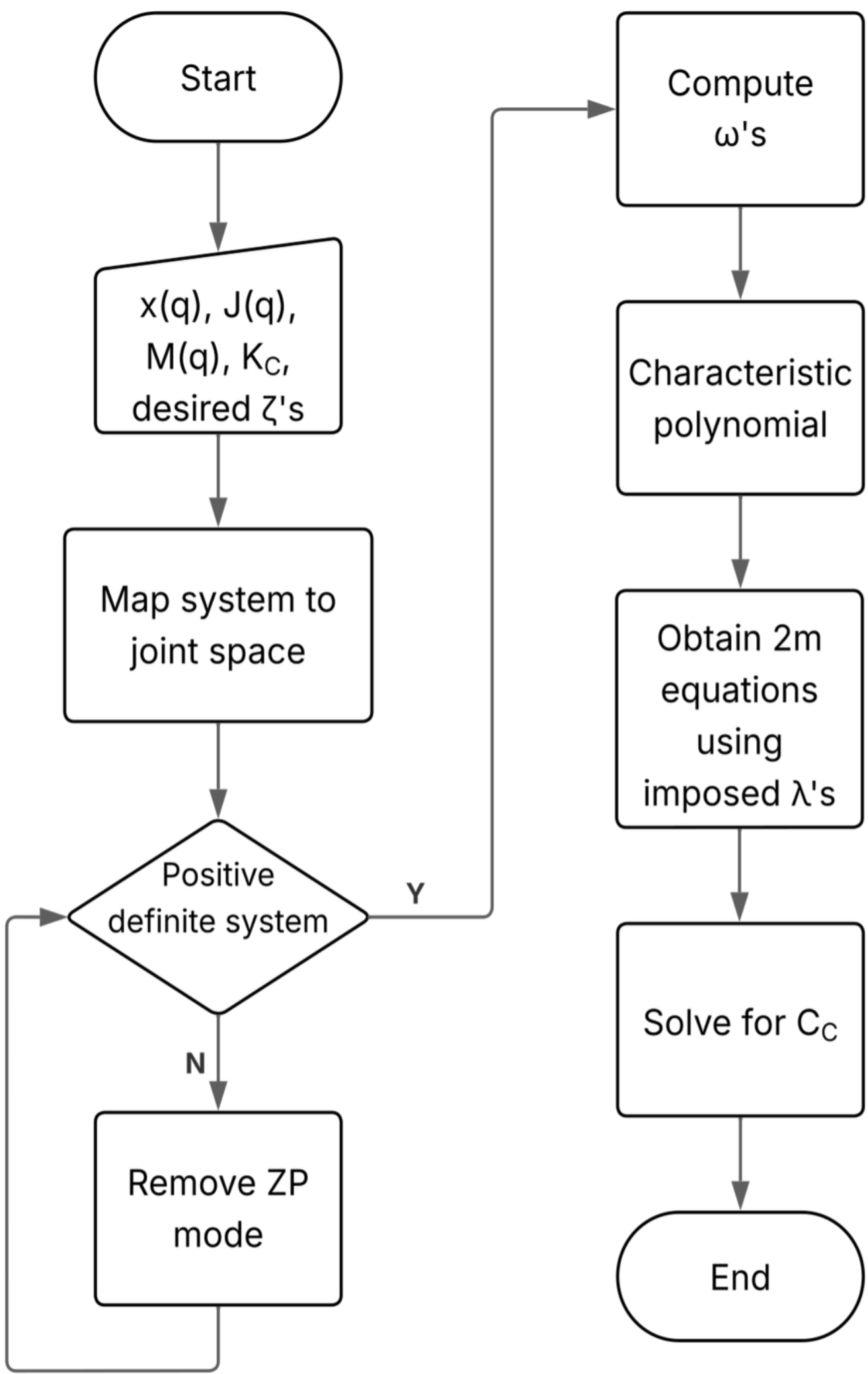
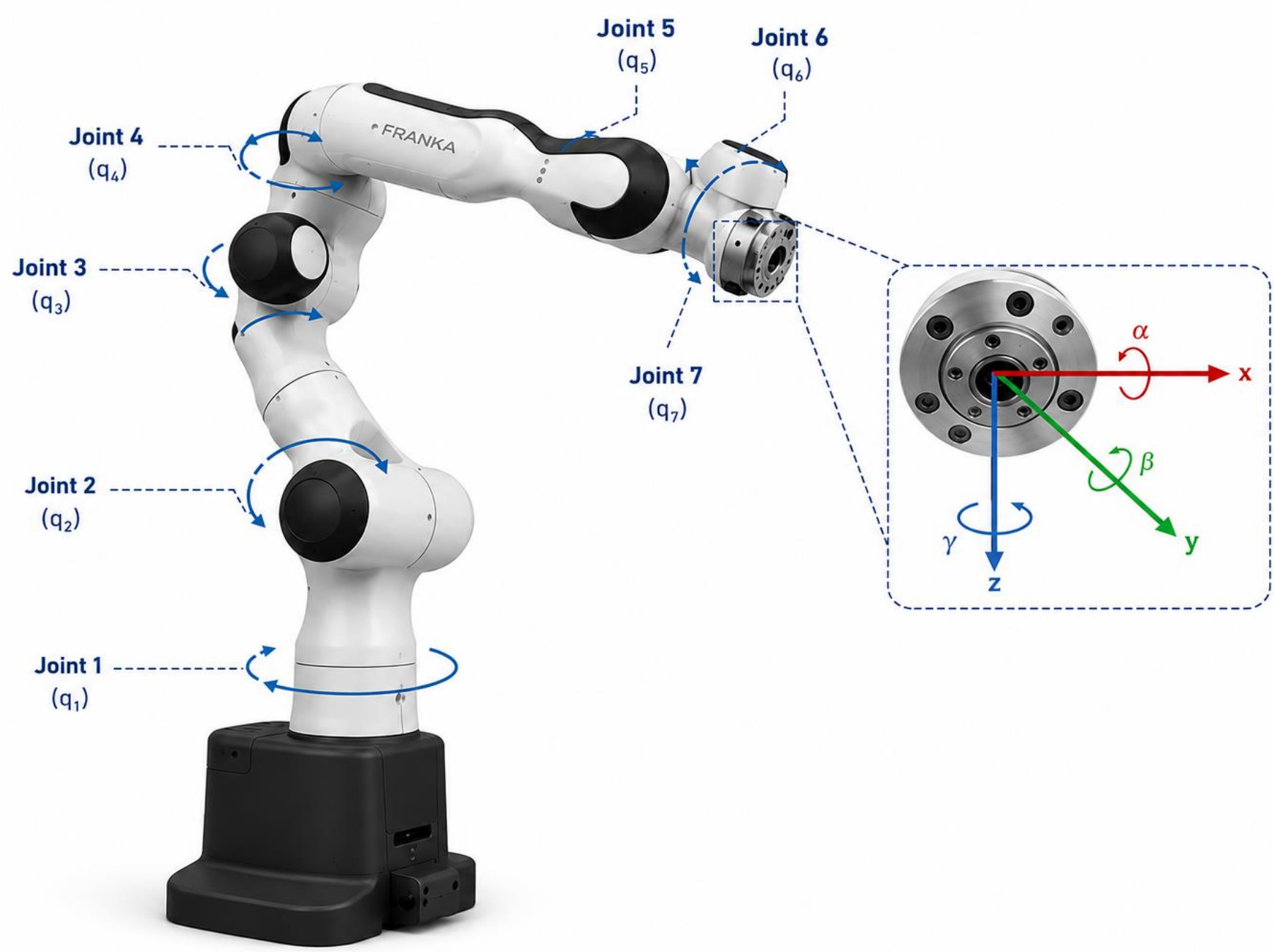
RESULTADOS

Se evaluó la metodología en un robot Panda de 7 DoF considerando dos escenarios: una tarea cartesiana de 3 coordenadas (4 DoF redundantes) y una tarea de 5 coordenadas (2 DoF redundantes). Se obtuvo una reproducción precisa de las razones de amortiguamiento deseadas y un desempeño superior al método convencional

DoF	ζ Required	ζ Obtained	Mean Error
4 DoF	$\begin{bmatrix} 0.98 \\ 0.69 \\ 0.59 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.000 \\ 0.698 \\ 0.588 \end{bmatrix}$	0.0115
2 DoF	$\begin{bmatrix} 0.99 \\ 0.89 \\ 0.78 \\ 0.66 \\ 0.57 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1.000 \\ 0.873 \\ 0.810 \\ 0.659 \\ 0.566 \end{bmatrix}$	0.0099

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una metodología analítica que sintetiza directamente la respuesta dinámica de manipuladores redundantes a partir de razones de amortiguamiento deseadas, sin optimización iterativa.
- La eliminación sistemática de los modos de energía potencial cero permitió obtener una formulación positiva definida y soluciones estables para sistemas redundantes..



- Los resultados en un robot Panda de 7 DoF demostraron alta precisión en la imposición de razones de amortiguamiento para distintas tareas cartesianas.
- Al considerar la masa, rigidez y configuración del robot, la metodología proporciona una solución general y físicamente consistente para el control de impedancia.