

CONTROL DINÁMICO DE ESTRUCTURAS.

MECÁNICA DE ESTRUCTURAS – MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

CURSO 2021/2022

ÍNDICE

1. Motivación y objetivos.
2. Modelo del sistema.
3. Enfoques implementados.
4. Control óptimo.
 - 4.1. Ley de control.
 - 4.2. ¿Por qué la ley ON-OFF es la mejor?
5. Conclusiones y trabajos futuros.

3 MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS.

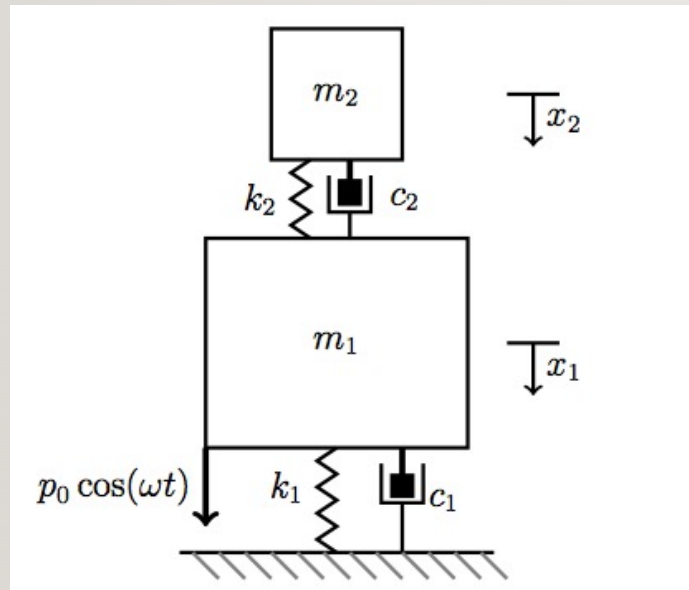
Motivación: ¿por qué realizar control dinámico de estructuras?

- Atenuación de vibraciones.
 - Adaptación al desgaste.
- } Aumento de la seguridad y prolongación de vida útil

Objetivos.

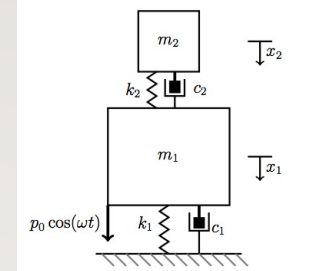
- Implementar una ley de control continua en base a alguno de los estados del sistema.
- Compararla con la ley ON-OFF desarrollada por el prof. Soria en su tesis doctoral.
- Determinar las ventajas y desventajas del enfoque de control adoptado.

4 MODELO DEL SISTEMA.



- I.
 - M_1 es la estructura a controlar.
 - Se encuentra acoplada al suelo mediante el muelle k_1 y el amortiguador c_1 , que modelan el comportamiento elástico y la fricción viscosa interna respectivamente.
 - El TMD (*tuned mass damper*) es la estructura formada por M_2 , k_2 y c_2 .
 - La variable de control sobre la que podemos actuar es c_2 que, por su naturaleza, impide el control activo – inyección de energía.

5 MODELO DEL SISTEMA.



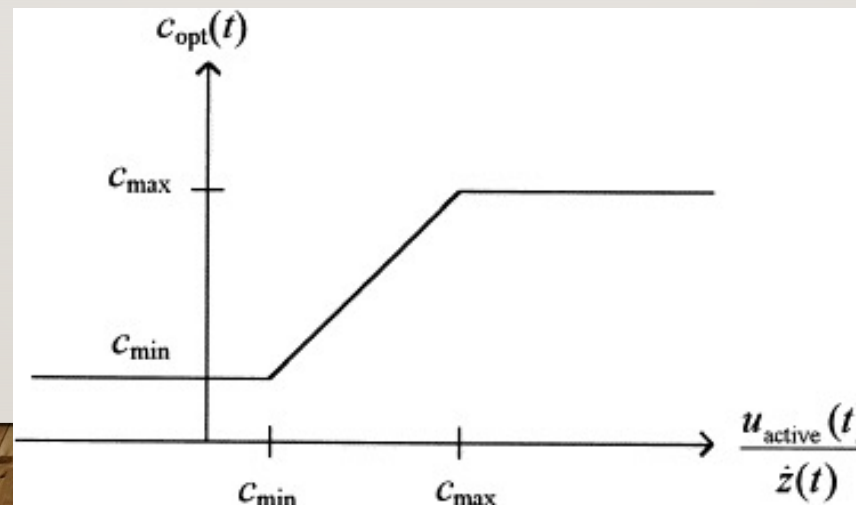
- Las ecuaciones que gobiernan el comportamiento del sistema son las siguientes:
 - $m_1 \ddot{x}_1 + k_1 x_1 + k_2(x_1 - x_2) + c_1 \dot{x}_1 + c_2(t)(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) = p_0 \cos \omega t$
 - $m_2 \ddot{x}_2 + k_2(x_2 - x_1) + c_2(t)(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) = 0$
- $p_0 \cos \omega t$ representa la excitación de nuestra estructura.
 - En nuestro caso, la frecuencia de la señal variará con el tiempo de forma lineal, con el fin de obtener datos en un rango completo de funcionamiento.
 - Es necesario tener esta condición de entrada a la hora de interpretar los resultados.

ENFOQUES IMPLEMENTADOS.

- Control PID.
 - El sistema es no lineal –hay una multiplicación directa entre una variable de estado y la variable de entrada–, por lo que no puede establecerse una función de transferencia del sistema completo.
- Control por realimentación de estados.
 - Imposible incorporar la excitación de la estructura de forma sencilla dentro de la estructura matricial.
- Control MPC.
 - MATLAB no dispone de una herramienta de control MPC que dé la libertad suficiente para poder hacer una implementación sólida sin tener que reinventar el problema desde cero.
- Control robusto.
 - No es la herramienta adecuada, ya que no estamos lidiando con incertidumbres en los parámetros medidos.
- Control óptimo.

7 CONTROL ÓPTIMO.

- Ley de control:
 - La derivación de la ley de control se realiza iniciando el problema con un esquema de control activo, y definiendo un índice de desempeño que permita dividir la señal de entrada en los cuadrantes activo y pasivo.²
 - Se llega a la siguiente señal de control: $c_{opt}(t) = SAT(\frac{u_{active}(t)}{\dot{x}_2(t)})$



8 CONTROL ÓPTIMO.

- ¿Por qué la ley ON-OFF es la mejor?
 - Dado un STMD ideal, la elección de los coeficientes c_{min} y c_{max} es arbitraria, y puede ajustarse como sea necesario durante las simulaciones.
 - El hecho de que la solución óptima incluya esos coeficientes indica que, en el régimen transitorio, el cambio de la amortiguación del *dashpot* se haga de forma instantánea entre los dos valores.
 - El hecho de emplear una señal *chirp* como excitación implica que el sistema nunca llega a estar en régimen permanente, lo que hace que la señal de control evolucione a una onda cuadrada de ciclo de trabajo variable en función de la frecuencia de excitación.

9 CONCLUSIONES. COMPARACIÓN.

LEY ON-OFF

- Ventajas:
 - Mayor reducción de las vibraciones.
 - Mejor comportamiento ante cambio de parámetros – mayor robustez.
- Desventajas:
 - Ajuste arbitrario de los parámetros.
 - Falta de fundamento teórico.
 - Coeficientes extremos.

LEY ÓPTIMA.

- Ventajas:
 - Fundamento teórico robusto.
 - Extensión sencilla a estructuras más complejas.
- Desventajas:
 - Mucho más compleja de derivar.
 - Peores reducción de vibraciones.
 - Peor comportamiento ante cambio de parámetros

10 TRABAJOS FUTUROS.

- Estudio pormenorizado del control óptimo:
 - Determinación de la señal de control activa para hacer un control adaptativo en vez de estático.
 - Cambio de la función lagrangiana que evalúa el desempeño por otros criterios que favorezcan comportamientos más diversos.
- Comparación con el control activo.
- Estudio completo con modelado mediante funciones de transferencia y asociación en paralelo/cascada.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

