

**Control I – DSF - 4to. Parcial 2001****Código: EP04A/E.01\_TeA/B**

A-702 Control I

E-504 Dinámica de los Sistemas Físicos

**Problema 1: Tema A (Tiempo máximo sugerido para la realización de este problema: 60 minutos)**

La Fig. 1 muestra un esquema de un amortiguador hidráulico. Hipótesis:

- h1.* Aceite incompresible.
- h2.* Pistón P con masa  $m_p$  y roce viscoso contra las paredes del cilindro.
- h3.* Áreas del pistón  $A_1 \neq A_2$ .
- h4.* Gas ideal ( $P V = n R T$ ; se ignoran los cambios de temperatura).
- h5.* Tabique separador aceite/gas con masa despreciable y sin roce contra las paredes del cilindro.
- h6.* Masa total del cilindro con aceite,  $M$ .

- a. Obtenga un DM del sistema completo. Para cada componente anote los parámetros o Relacs según exige la causalidad.
- b. En una *Tabla* liste todas las variables de los vectores de entrada y de estado: denominación, notación generalizada bond graph, notación física.
- c. Indique y fundamente cual es el orden del  $\Sigma\Phi I$  y del DM (indique las variables de estado que considera para determinar el orden del  $\Sigma\Phi I$ ). Compare ambos resultados y explique coincidencias o diferencias.
- d. Obtenga la EE asociada al componente que modela al gas.

**OBSERVE** que tanto el pistón como la carcasa del cilindro son libres de moverse!

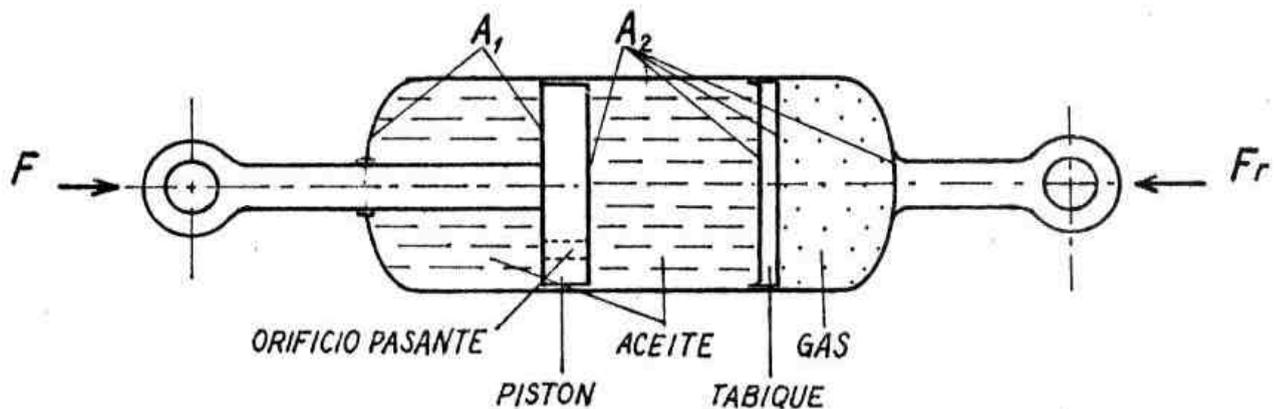


Figura 1. Amortiguador hidráulico

**Problema 2: Tema A (Tiempo máximo sugerido para la realización de este problema: 60 minutos)**

El circuito equivalente de la Fig. 2a representa armadura y campo de un MCC alimentado por una fuente de tensión modelada con resistencia interna  $R_f$ . La excitación es compuesta: una parte del campo está en paralelo y la otra en serie debilitada. La Fig. 2b muestra el tipo de característica magnética no lineal de los arrollamientos de excitación (donde los subíndices  $p$  y  $s$  corresponden a paralelo y serie, respectivamente).

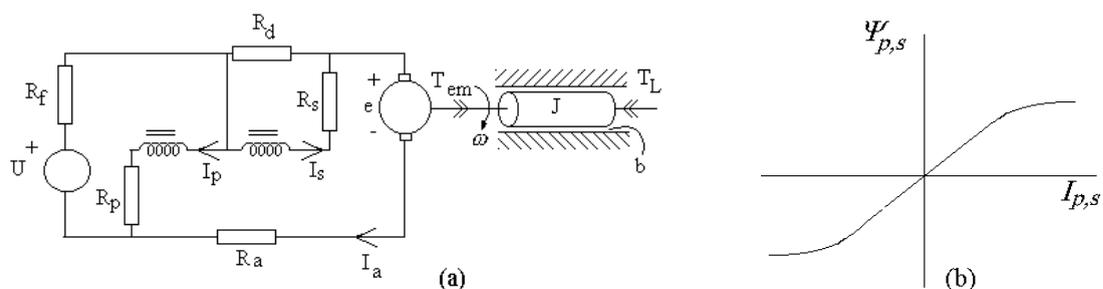


Figura 2 (a) MCC excitación compuesta. Campo serie debilitado. (b) Curvas de magnetización de los campos.

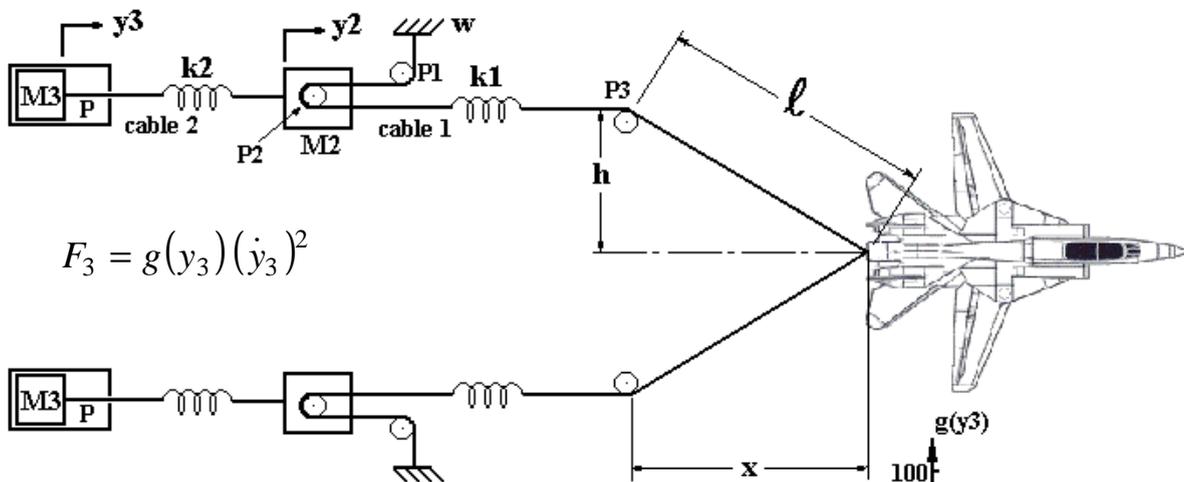
Siendo la conexión paralelo sustractiva, la conversión electromagnético-mecánica responde a las ecuaciones:

$$T_{em} = K (\psi_s - \psi_p) I_a \quad \text{y} \quad e = K (\dot{\psi}_s - \dot{\psi}_p) \omega$$

Observe que se ha supuesto  $L_a = 0$ .

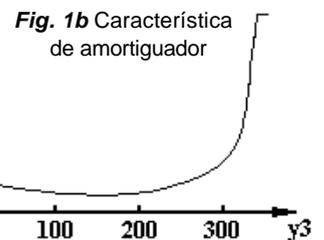
- Obtenga un diagrama mixto (DM).
- Causalice y discuta exhaustivamente las propiedades estructurales asociadas con el algoritmo de asignación de causalidad (orden de los modelos *DM*, causalidad derivativa KaD, disipadores acoplados DA, lo que corresponda). En caso de que haya KaD, marque claramente sobre el DM los caminos causales que vinculan a los almacenadores dependientes. En caso de que haya DA, marque claramente los caminos causales que vinculan a los DA.
- Escriba la EE correspondiente a la bobina de excitación serie. Al solo efecto de escribir esta EE suponga que, con el campo serie debilitado, el arrollamiento trabaja completamente en la zona lineal de su característica magnética de excitación.

**Problema 1: Tema B (Tiempo máximo sugerido para la realización de este problema: 60 minutos)**



$$F_3 = g(y_3) (\dot{y}_3)^2$$

**Fig. 1a** Sistema de enganche y parada de avión naval.



**Fig. 1b** Característica de amortiguador

El régimen de trabajo de este sistema mecánico es puramente intermitente, sin estado permanente (excepto el de reposo). Las cargas que debe soportar son por excelencia dinámicas. La simulación es ineludible a los efectos de determinar los valores pico que ellas asumen, y así poder dimensionar correctamente sus componentes claves.

Considere que las dos ramas del sistema de enganche y parada son geoméricamente simétricas. Habiendo dispersión en los parámetros de sus componentes homólogos, distíngalos con un asterisco en la notación de uno de los componentes de cada par, p. ej.,  $M3$  y  $M3^*$ . En lo que sigue y cuando corresponda, represente ambas ramas de sujeción.

- Obtenga un DM del sistema completo. Para cada componente anote los parámetros o RelacS según exige la causalidad.
- En una *Tabla* liste todas las variables de los vectores de entrada y de estado: *denominación*, *notación generalizada bond graph*, *notación física*.
- Indique y fundamente cual es el orden del  $\Sigma\Phi I$  y del DM (indique las variables de estado que considera para determinar el orden del  $\Sigma\Phi I$ ). Compare ambos resultados y explique coincidencias o diferencias.
- Obtenga la EE asociada a la inercia de masa  $M3$ .

**Problema 2: Tema B (Tiempo máximo sugerido para la realización de este problema: 60 minutos)**

El circuito equivalente de la Fig. 2a representa armadura y campo de un MCC alimentado por una fuente de tensión modelada con resistencia interna  $R_f$ . El campo paralelo se alimenta a través de un divisor de tensión para debilitar la excitación. La Fig. 2b muestra la característica magnética no lineal del arrollamiento de excitación.

La conversión electromagnético-mecánico responde a las ecuaciones:  $T_{em} = K \psi_e I_a$  y  $e = K \psi_e \omega$

a. Obtenga sendos diagramas mixtos (DM) para los casos

a.1.  $R_f = 0 \rightarrow DM.a.1$

a.2.  $R_f \neq 0 \rightarrow DM.a.2$

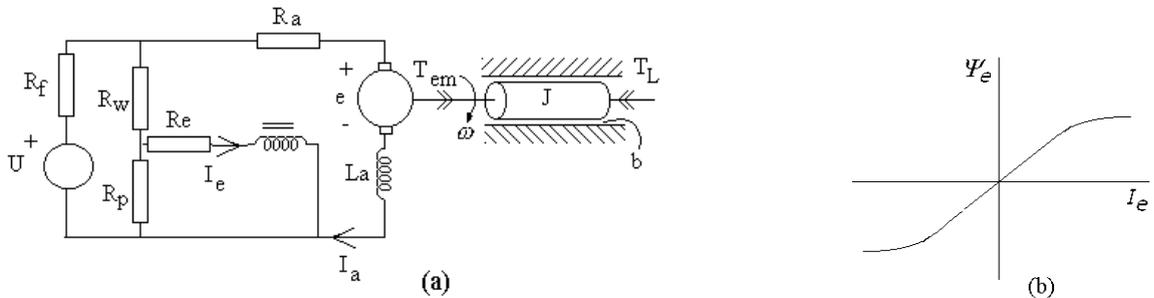


Figura 2. (a) Circuito equivalente de MCC Serie con debilitamiento de campo. (b) Curva de magnetización del campo.

- b. Causalice los y discuta exhaustivamente las propiedades estructurales asociadas con el algoritmo de asignación de causalidad (orden de los modelos DM, causalidad derivativa KaD, disipadores acoplados DA, lo que corresponda). En caso de que haya KaD, marque claramente sobre el DM los caminos causales que vinculan a los almacenadores dependientes. En caso de que haya DA, marque claramente los caminos causales que vinculan a los DA. Destaque y explique las diferencias entre ambos casos.
- c. Escriba la EE correspondiente a la bobina de excitación para el caso DM.a.2. Al solo efecto de escribir esta EE suponga que, con el campo debilitado, el arrollamiento de excitación trabaja completamente en la zona lineal de su característica magnética.

**Problema 3: (Tiempo máximo sugerido para la realización de este problema: 60 minutos)**

Un MCC de excitación constante acciona una máquina rotativa (Figs. 3.1 y 3.2). Para evitar la propagación de vibraciones hacia el medio circundante, tanto el motor como la máquina se han montado sobre una base elásticamente acoplada a dicho medio.

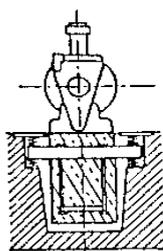


Figura 3.1

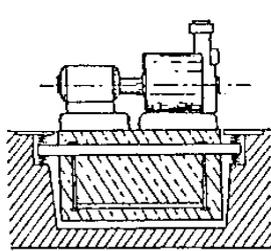


Figura 3.2

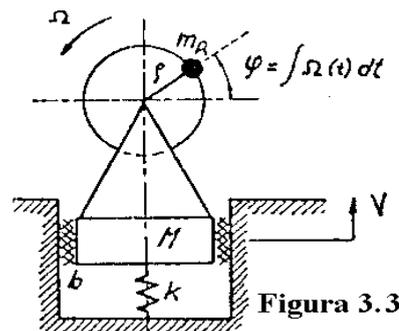


Figura 3.3

Una parte del sistema puede idealizarse (hay otras alternativas) como lo muestra la Fig. 3.3. La carga excéntrica se ha modelado como una masa " $m_R$ " que gira en una circunferencia de radio " $r$ ". Las masas de la base, de la carga y del motor se suponen concentradas en el cuerpo de masa " $M$ "; el acople con el medio es representado por medio de un resorte y, finalmente, se considera fricción viscosa. Aunque no están representados en la Fig. 3.3, se considera que existen fricción rotacional " $b_m$ " y un momento de inercia " $J$ " asociados a las partes rotantes del motor y la carga no excéntrica, que se mueven a velocidad " $\omega$ ".

En la Fig. 3.4 se presenta un modelo DE del  $\Sigma\Phi I$  de la Fig. 3.3. El DE no está completo: no se han indicado los parámetros de los componentes ni las variables de las entradas, ni se han incluido las partes en señal

para construir los módulos variables. Se usaron las siguientes relaciones cinemáticas para deducir la estructura del DE:

$$V_y = V + \rho \cos(\varphi) \Omega$$

$$V_x = -\rho \sin(\varphi) \Omega$$

- Observe que hay inercias  $I$  directamente asociadas a cada uno de los vínculos representantes de las cuatro velocidades  $V$ ,  $\mathbf{W}$ ,  $V_x$  y  $V_y$ . Discuta las ventajas y desventajas causales/computacionales resultantes de asignar causalidad integral al primer o al segundo par de velocidades anteriores.
- Causalice el DM de tal manera que no haya singularidades en los módulos de los **MTF**.

<p><b>Figura 3.4</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>En caso de encontrar causalidades derivativas y/o lazos algebraicos marque claramente sobre el DM los caminos causales correspondientes a los acoplamientos, y explique brevemente el motivo físico de la aparición de dichas singularidades.</li> <li>Escriba los parámetros de todos los componentes según indica la situación causal de cada uno de ellos.</li> <li>Incorpore la parte de señal (DB) faltante.</li> <li>Incorpore (señal) las siguientes salidas de interés:             <ol style="list-style-type: none"> <li><math>y_1</math>: la fuerza transmitida al fundamento por el sistema rotacional que soporta.</li> <li><math>y_2</math>: la fuerza transmitida al medio por el fundamento.</li> <li><math>y_3</math>: el desplazamiento <math>d(t)</math> del fundamento.</li> </ol> <i>Ayuda:</i> Puede ayudarse creando vínculos auxiliares pasantes en lugares adecuados, de donde tomar la información que necesite para construir la salida. De ser así redibuje sólo la parte donde necesita trabajar.           </li> <li>En una tabla liste todas las variables de los vectores de entrada y de estado. Indique: <i>denominación, notación generalizada bond graph</i> (<math>e, f, p, q</math>), <i>notación física</i> (<math>Mg, U_a, \mathbf{f}_a</math>, etc.).</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Indique y fundamente cual es el orden del <math>\Sigma\Phi I</math> y del DM (indique que variables de estado considera para determinar el orden del <math>\Sigma\Phi I</math>). Compare ambos resultados y explique coincidencias o diferencias.</li> <li>Escriba la EE asociada a la masa <math>M</math> del fundamento.</li> <li>Escriba las tres ES.</li> <li>Por inspección del DM determine el <i>grado relativo</i> <math>r</math> entre la entrada <i>tensión de alimentación</i> del motor y la salida <i>desplazamiento</i> <math>d(t)</math> del fundamento.</li> </ol>	

**Problema 4: (Tiempo máximo sugerido para la realización de este problema: 15 minutos)**

Obtener un diagrama de bloques ordenado entrada-salida. Salida:  $y_6 =$  esfuerzo en el vínculo  $O$ .

