

Control I / DSF – 4^{to} Parcial 2004 – Tema B**Código: EP04-B_04**

NOMBRE Y APELLIDO:.....

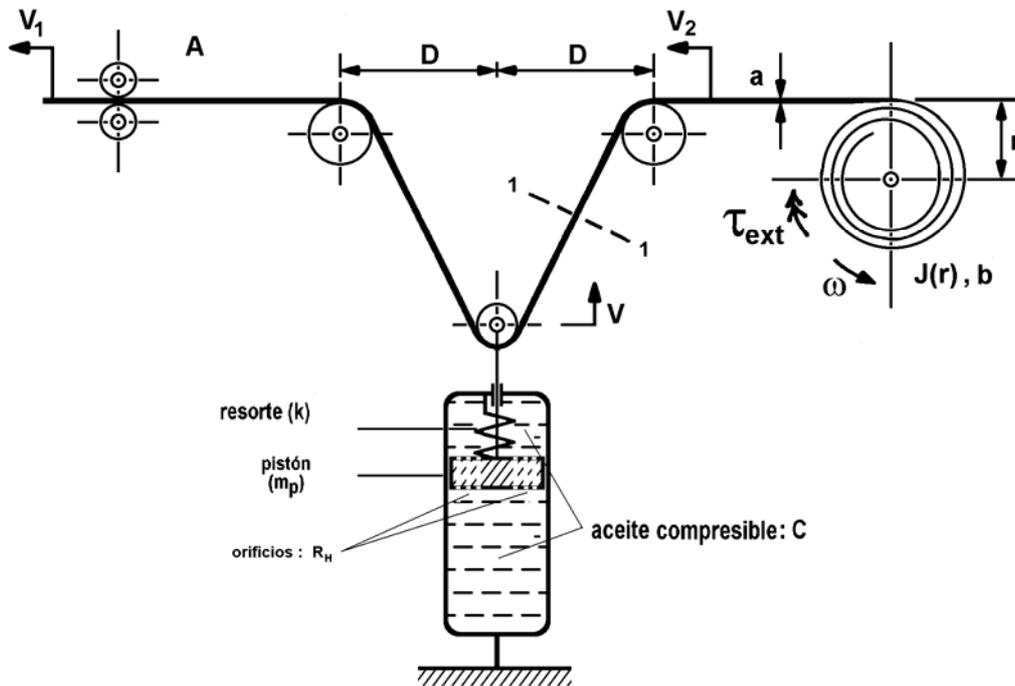
LEGAJO:.....

A-4.26.1 Control I

E-3.20.1 Dinámica de los Sistemas Físicos

PROBLEMA 1. DEBOBINADORA DE PAPEL CON LAZO DE TENSADO Y AMORTIGUACIÓN

Los rodillos de arrastre A imponen la velocidad V_1 . El dispositivo de tensado y amortiguación previene posibles roturas por atascamientos de la bobina, modelables por un torque τ_{ext} .

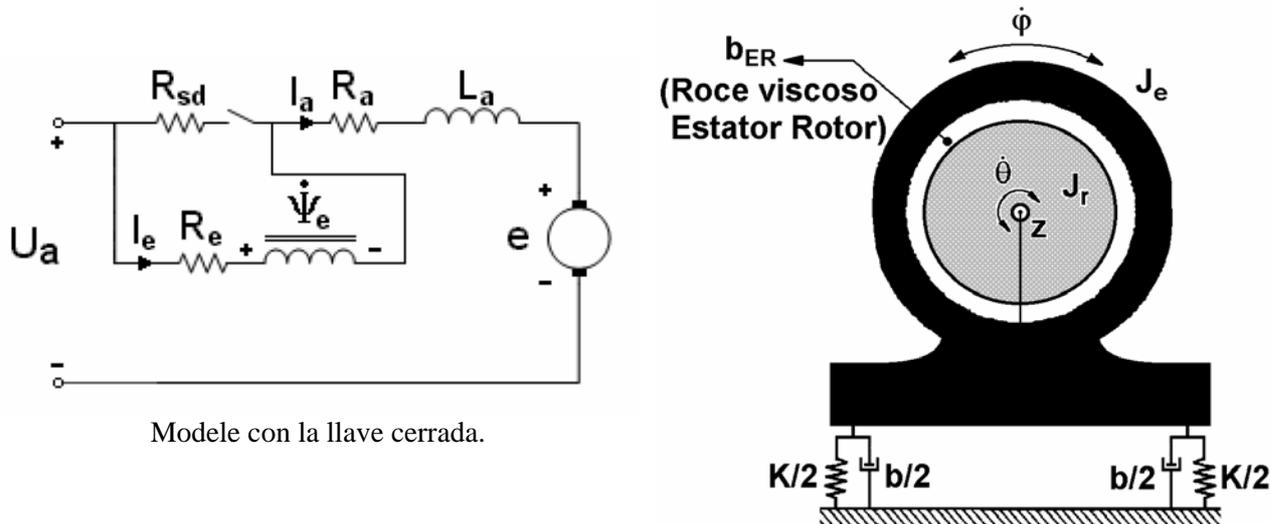


El radio de la bobina sigue la ley $r(t) = r_B - \varepsilon \varphi(t) / 2\pi$, donde r_B es el radio de una bobina nueva, ε el espesor del papel, y $\varphi(t)$ es el ángulo desenrollado. El momento de inercia de la bobina depende del radio según: $J(r) = K_J r^4$. El coeficiente b modela cierta fricción lineal en el eje de la bobina. Considere que las áreas efectivas de ambas caras del pistón son iguales.

1. $\Sigma\Phi I \rightarrow DM$.
2. Indique como salidas del DM: y_1 = la tensión (fuerza) que soporta el papel (corte 1-1); y_2 = fuerza transmitida por la varilla del pistón.
3. $DM \rightarrow DECO$. Dé una lista de todas las variables de estado de su DM con notación BG. Luego haga una tabla de equivalencias con tres entradas: notación BG, notación física, magnitud física representada por la variable.
4. Haga un estudio causal (KI, KaD, DA, explique).
5. Escriba las ecuaciones de salida; suponga $m_p = 0$ (¿por qué?).
6. Indique el orden n_{DM} del DM, y liste un conjunto minimal de variables de estado (v.e.). Si hizo un DM con exceso de v.e. (respecto al conjunto minimal), indique las restricciones y las v.e. redundantes.
7. El cilindro hidráulico debe cumplir un rol semejante al de un par resorte-amortiguador en paralelo (dibújelo!). A los fines de estudiar ciertos detalles del comportamiento del sistema, el $\Sigma\Phi I$ de la figura incluye ciertos fenómenos secundarios al propósito principal del cilindro. Indique cuales son estos fenómenos, redibuje submodelo-DM del cilindro, identifique sobre el mismo los fenómenos secundarios como componentes BG, y muestre que eliminándolos obtiene un modelo simplificado equivalente al del par resorte-amortiguador (dibuje ambos DMs, el del resorte-amortiguador y el del cilindro simplificado).
8. BONUS: deduzca las leyes que siguen el radio y el momento de inercia de la bobina.

PROBLEMA 2. MCC CON MONTAJE ELÁSTICO.

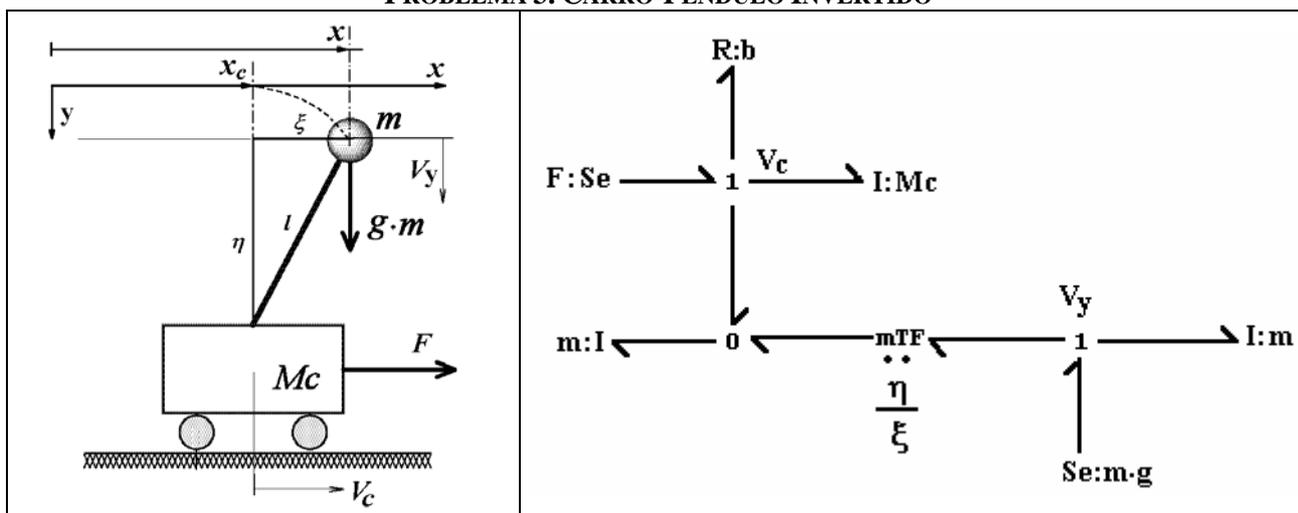
Para minimizar la transmisión de vibraciones a su fundación, un MCC se monta elásticamente como se indica en la figura de la derecha, con lo que su estator (J_E, M_E) puede moverse (rotación en pequeños ángulos y traslación vertical). En todo momento hay coincidencia de los centros de masa de estator y rotor (J_R, M_R) (están sobre el eje z). A la izquierda se muestra el circuito equivalente del MCC. Algunas RelCs: $T_{em} = K\Psi_e I_a$, $e = K\Psi_e \omega_{RelEst,Rotor}$, $\Psi_e = g(I_e)$, la fricción indicada con b_{ER} se produce en el montaje del rotor sobre la carcasa, solidaria al estator. Considere una cupla de carga externa en el eje del rotor.



Modele con la llave cerrada.

1. $\Sigma\Phi I \rightarrow DM$.
2. Indique como salida del DM: y_l = la fuerza total transmitida a la fundación.
3. $DM \rightarrow DECO$. Dé una lista de todas las variables de estado de su DM con notación BG. Luego haga una tabla de equivalencias con tres entradas: notación BG, notación física, magnitud física representada por la variable.
4. Haga un estudio causal (KI, KaD, DA).
5. Escriba la ecuación de salida.

PROBLEMA 3. CARRO-PÉNDULO INVERTIDO

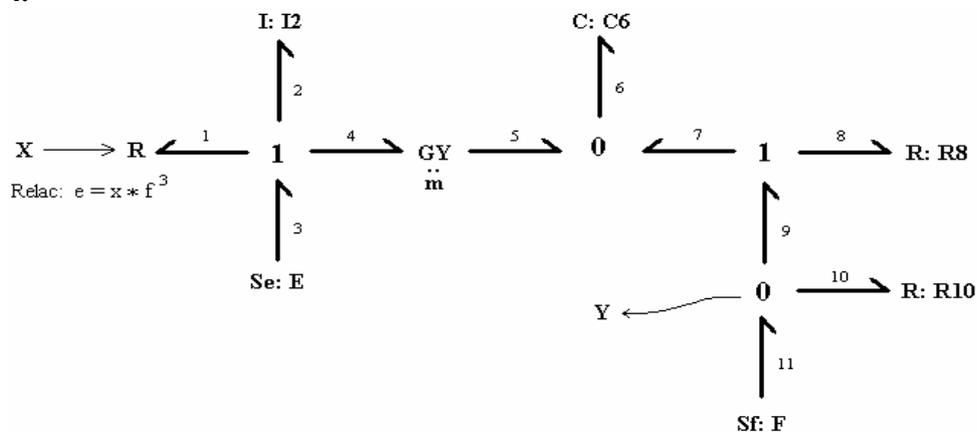


$$l = \eta + y, \quad V_y = -V_\eta; \quad x = x_c + \xi, \quad V_x = V_c + V_\xi; \quad \eta^2 + \xi^2 = l^2, \quad \eta V_y = \xi V_\xi$$

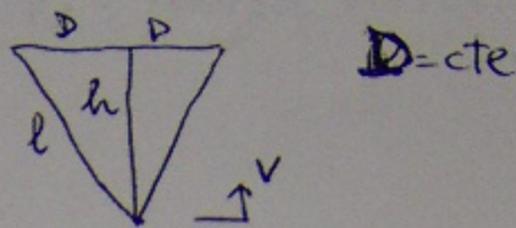
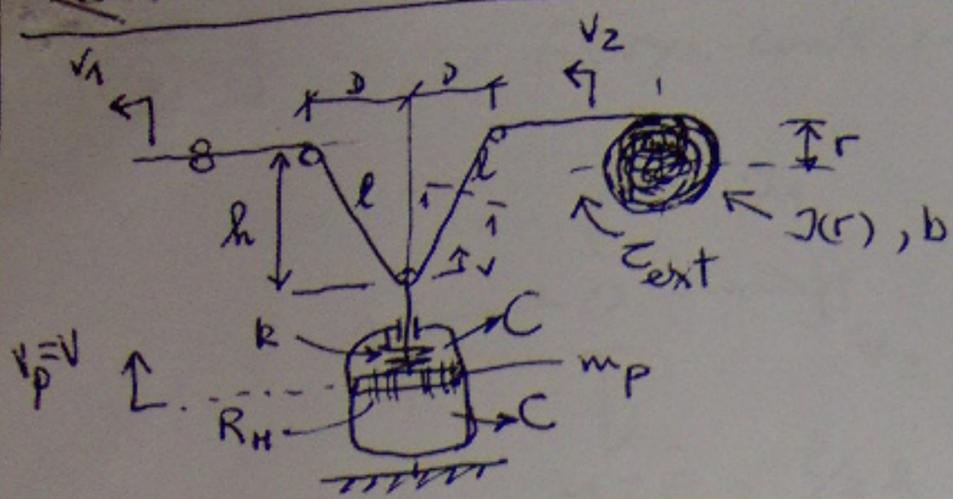
1. Causalice el BG asegurando que el módulo del mTF sea el indicado en la figura.
2. $BG \rightarrow DM$: complete el BG agregando la parte de señal que considere necesaria.

3. DM \rightarrow DB, salida a voluntad. Si tiene exceso de v.e., complete el DB con las restricciones correspondientes.
4. Considere que el péndulo es libre de moverse en toda la circunferencia. Observe que ξ puede valer cero. ¿Es esto una inconsistencia del modelo, o es sólo aparente? Discútalos desde los puntos de vista computacional simbólico (de manera exhaustiva) y numérico. ¿Es evitable el problema invirtiendo el módulo (cómo lo haría)? Explique.
5. Indique las siguientes salidas sobre el DM (es probable que necesite redibujarlo):
 - y_1 = la velocidad V_x .
 - y_2 = la velocidad V_ξ .
 - y_3 = la velocidad V_η .
 - y_4 = el ángulo ϕ de apartamiento del péndulo respecto a la vertical.
 - y_5 = la fuerza que soporta la barra del péndulo. Diga si es de tracción o compresión según la convención de su DM.
6. Indique (y explique) el orden $n_{\Sigma\Phi 1}$ y el orden n_{DM} , y haga un análisis comparativo.

PROBLEMA 4.



1. Causalice el DE
2. Liste las variables de entrada y de estado.
3. DE \rightarrow EE.
4. DE \rightarrow ES. Salida "Y".



Restricción geométrica:

$$D^2 + h^2 = l^2$$

→ cinemática: $h \dot{h} = l \dot{l}$

con $\dot{h} = -v$

$$-h v = l \dot{l}$$

$$v = -\frac{l}{h} \dot{l}$$

$$v = \frac{l}{2h} (v_1 - v_2)$$

Balance de material en el lazo

λ : cent. cinta en lazo

$$(\lambda = 2l)$$

$$\dot{\lambda} = v_2 - v_1 = 2 \dot{l}$$

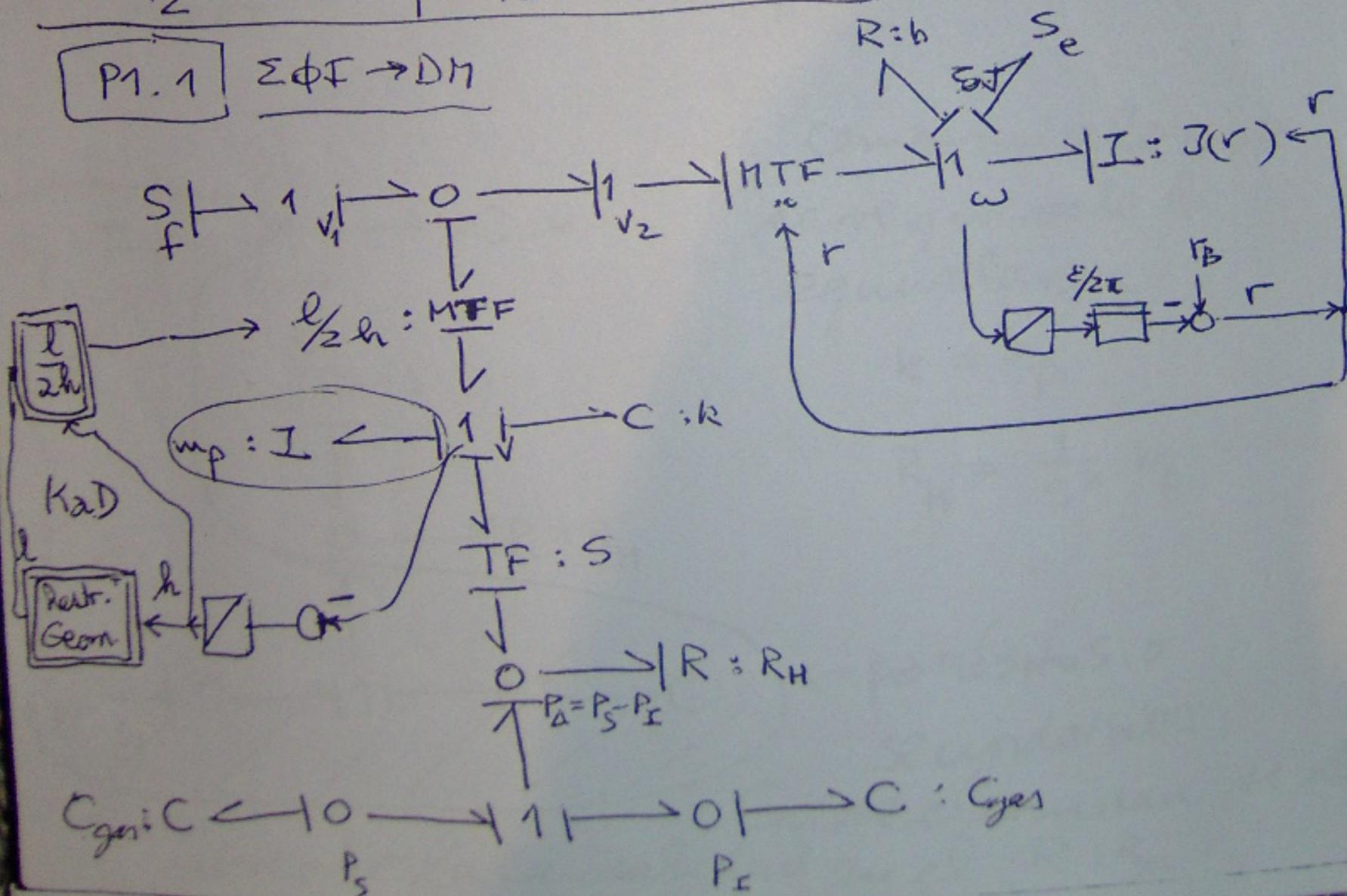
$$-\dot{l} = \frac{1}{2} (v_1 - v_2)$$

$$v_2 = r \omega$$

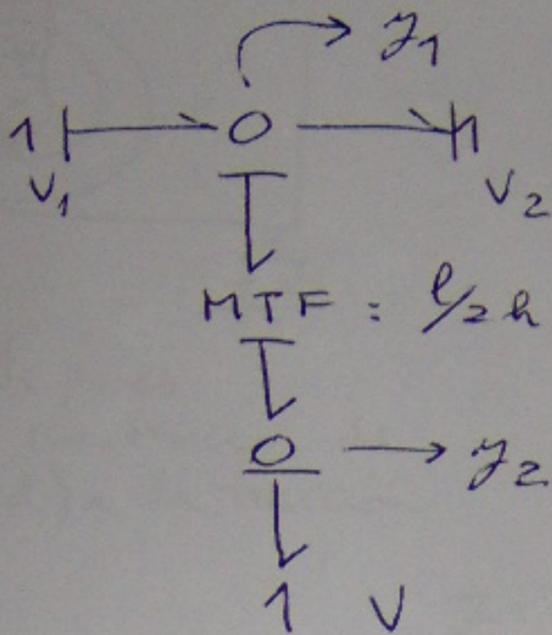
P_S : Presión en cámara Superior
 P_I : Presión en cámara Inferior

S : área efectiva caras pistón

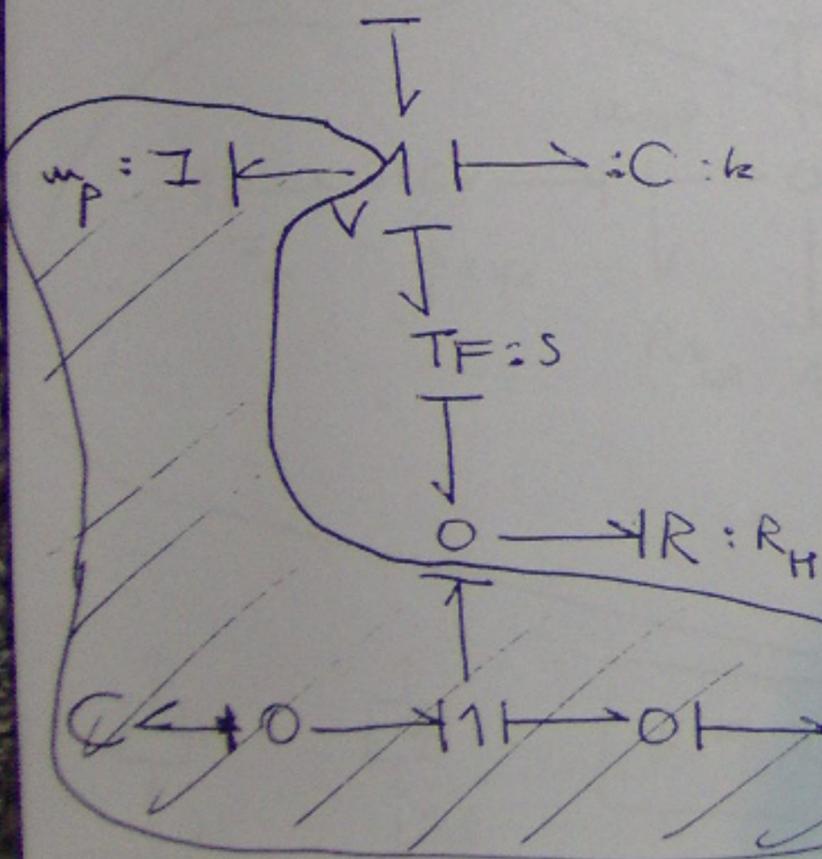
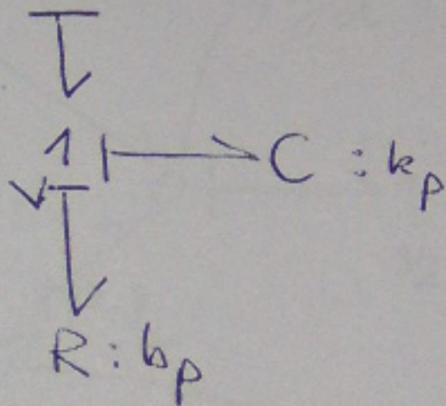
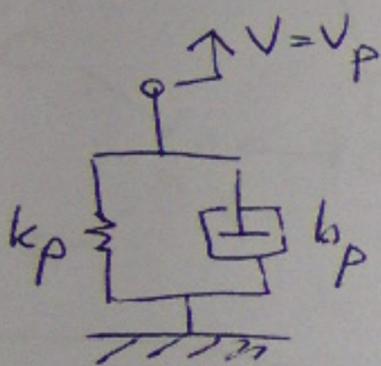
$$P1.1 \quad \Sigma \phi F \rightarrow DM$$



P1.2 $y_1 :=$ fuerza conte 1-1 ; $y_2 :=$ fuerza varilla



P1.7 Par resorte-2 amortiguador en paralelo



Comparando los DE
 se ve que vale la
 equivalencia

$$k = k_p$$

$$R_H = \frac{1}{s^2} b_p$$

← parásitos o secundarios

Si se eliminan se debe inventar la causalidad en el $R : R_H$

PROBLEMA 2

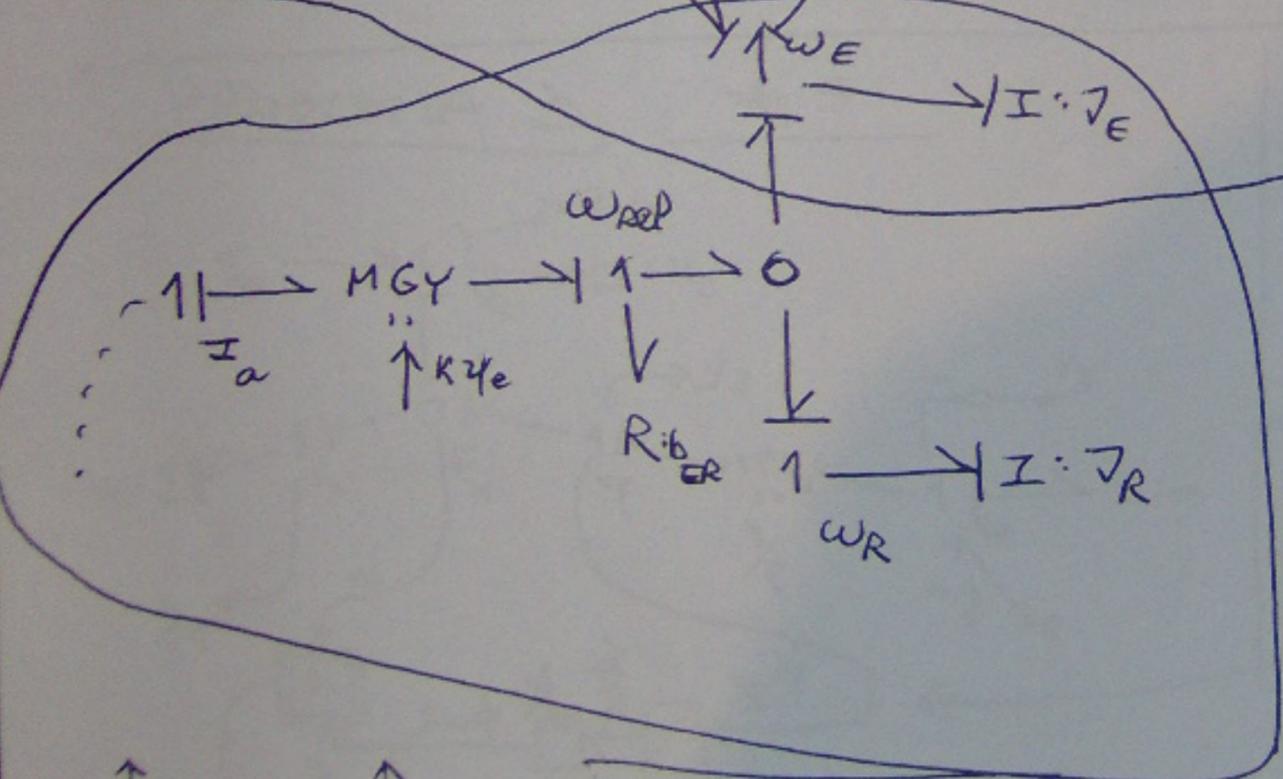
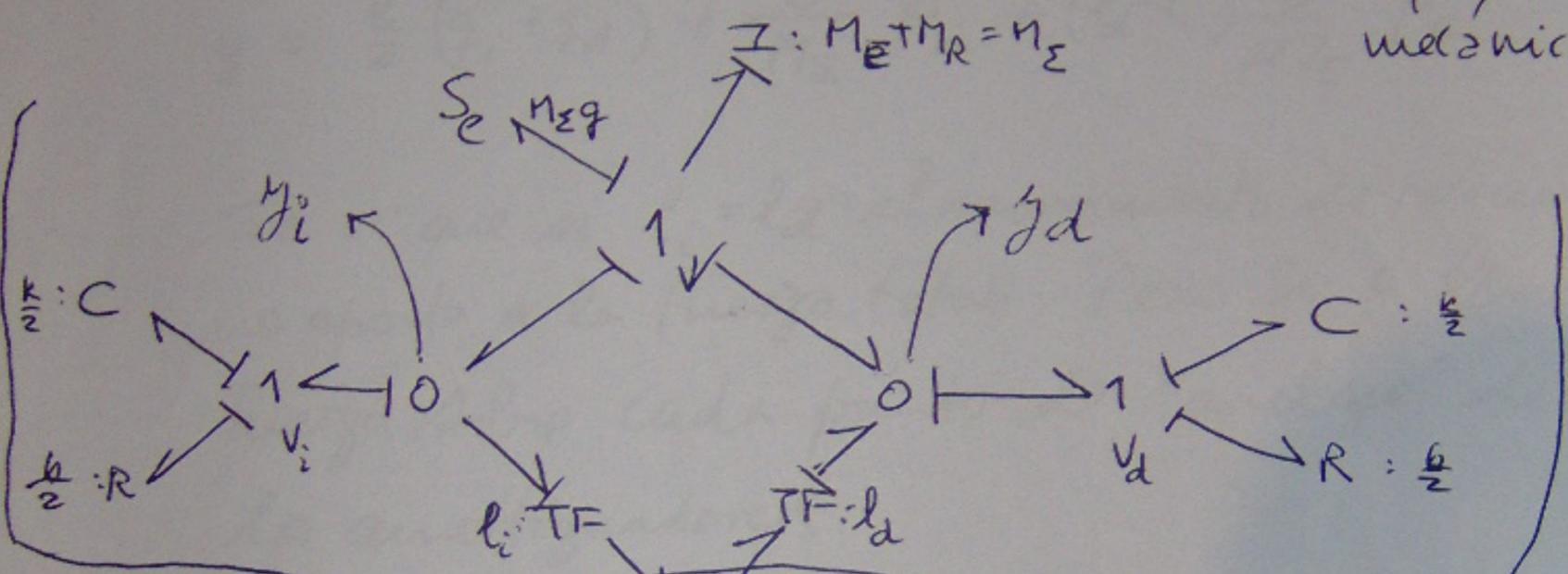


$$\begin{cases} v_i = v_{CM} - l_i \omega_E \\ v_d = v_{CM} + l_d \omega_E \end{cases} \Rightarrow$$

$$\omega_{Rel,ES} = \omega_E + \omega_R$$

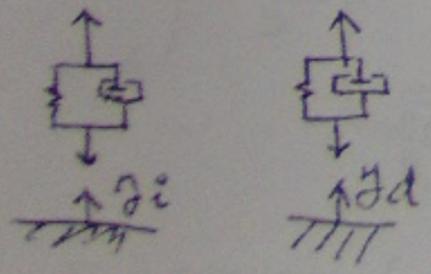
ambos pares
sujetos (convención de
positividad) a la tracción

ESTRUCTURA
DM parte
mecánica



SE Mecánica

SE Electromecánica



$$y = y_i + y_d$$

