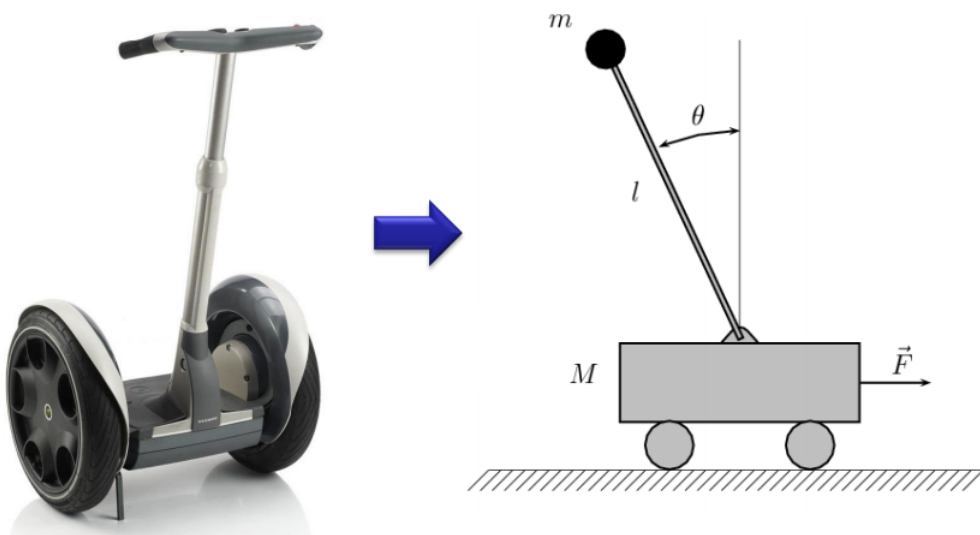
	Manual de prácticas del Laboratorio de Análisis de Sistemas y Señales	Código:	MADO-76
		Versión:	01
		Página:	63/97
		Sección ISO:	8.3
		Fecha de emisión:	28 de febrero 2019
Facultad de ingeniería	Area/Departamento: Laboratorio de control y robótica		
La impresion de este documento es una copia no controlada			

Práctica No4 Fundamentos de modelado de sistemas físicos



Apellidos y nombres	Alfaro Domínguez Rodrigo		
	Barrera Peña Víctor Miguel		
	Villeda Hernández Erick Ricardo		
Grpo:	4	Profesor: M.I Lauro Fernando Vazquez Alberto	Calificación
Brigada:	1		
Semestre:	2021-1	Fecha de ejecución: 24/11/2020	

1. Previo

1.1. Identificar 2 sistemas físicos que se tengan en casa, con almacenadores de flujo y esfuerzo

“ **Almacenadores de energía:** Existen dos tipos: (a) almacenadores de esfuerzo (almacenadores de potencial) y (b) almacenadores de flujo (almacenadores cinéticos) ”[3].

”**Los almacenadores cinéticos** se caracterizan por leyes constitutivas (o estado) que relacionan el flujo y el momento (cantidad de movimientos), esto es $f(p)$ o $p(f)$ ”[3].

”**Los almacenadores de potencial** se caracterizan por leyes constitutivas que relacionan el esfuerzo y el desplazamiento, esto es $e(q)$ o $q(e)$ ”[3].

Recuerdo que en un libro de Katsuhiko Ogata decía que nosotros como ingenieros modelamos sistemas a partir de modelos que ya tenemos intentando realizar un fenómeno al contrario de los investigadores en ciencias que modelan intentado aproximar un fenómeno natural. En resumidas cuentas nosotros pasamos de la teoría a la práctica y los investigadores de ciencia al revés.

El anterior párrafo toma mucho sentido al intentar pasar de las siguientes leyes a sistemas físicos.

Figura 1: Leyes constitutivas de almacenadores cinéticos obtenidas de [3]

Masa traslacional	$\dot{x} = p/m$	m (kg) masa
Masa rotacional	$\omega = H/I$	I (Nms ²) Inercia
Inductor eléctrico	$i = \lambda/L$	L (Vs/A) inductancia
Inductor de fluido	$Q = p_f/I_f$	I_f (Ns ² /m ⁵) inertancia (ó Inductancia hidráulica)

La inertancia es el equivalente a la inductancia en sistemas eléctricos o a la masa en sistemas mecánicos. Es la masa de agua sujeta a dos fuerzas de presión.

Figura 2: Leyes constitutivas de almacenadores potenciales obtenidas de [3]

Resorte traslacional	$F = kx$	k (N/m) resorte constante
Resorte rotacional	$\tau = k_\theta \theta$	k_θ (Nm/rad) resorte constante
Capacitor eléctrico	$e = q/C$	C (As/V) capacitancia
Capacitor de fluido	$P = V/C_f$	C_f (m ⁵ /N) capacitancia hidráulica

1.1.1. Almacenadores de esfuerzo

1. A partir de **masa traslacional** deducimos un sistema que mantenga la inercia; algo de lo más apreciable es pensar en una fila de dominos parada, la señal es el simple toque del dedo, ocasionando que vayan cayendo una a una las fichas.
2. A partir de **inductor eléctrico** de la figura 1; deduciendo que un circuito que utilice un inductor por ejemplo en el circuito que lleva en estos momentos la fuente de alimentación de mi computadora, las señales tanto son la corriente que se utiliza para funcionar, como aquella que manda el sistema para solicitar más energía.

1.1.2. Almacenadores de potencia

1. Usando la idea de **resorte traslacional** Pienso en la idea de los resortes de colchón, ya que dentro de la estructura existen muchos de ellos y si me acuesto, la fuerza aplicada gracias a la gravedad estando en

reposito, complementarían la idea de un sistema.

2. Usando la idea de capacitor eléctrico recorro a la idea mi computadora (de escritorio) tiene varios capacitores donde la entrada es el voltaje ofrecido por la fuente de poder expulsado hacia los componentes de la computadora. En idea se usan capacitores, se necesitan calcular los voltajes de los componentes y ver el circuito para ver porque fuerón colocados ahí.

1.2. ¿Qué sistemas con elementos disipadores conoce?

Primero hay que mencionar que son los disipadores para poder asociar la idea y decir que esos son los disipadores. En este caso muestro una tabla con los disipadores ideales.

Figura 3: Disipadores ideales [3]

Elemento	Ley constitutiva	Variable-Unidad
Amortiguador traslacional	$F = b\dot{x}$	b (Ns/m) Coef. de amortiguamiento
Amortiguador rotacional	$\tau = b_\theta\omega$	b_θ (Nms) Coef. de amortiguamiento
Resistor eléctrico	$e = Ri$	R (Ω) Resistencia
Resistor de fluido	$P = R_f Q$	R_f (Ns/m ⁵) Resistencia de fluido

”La disipación de potencia de un disipador ideal por virtud de flujo f se representa por una función de disipación, o contenido $\mathcal{D}(f)$ definida por

$$\mathcal{D}(f) := \int e(f)df$$

”[3].

El disipador se utiliza en sistemas **eléctricos, mecánicos traslacionales y mecánicos rotacionales**. Todos los disipadores se pueden clasificar en dos categorías: activos y pasivos.

Existen varias maneras de dividir los disipadores, pero una forma de categorizar al sistema que disipa la energía es diciendo como funciona dicho sistema, si este disipa por un medio de control. Si este control es nulo y no necesitas programarlo para que realice una acción este será pasivo.

Si el sistema de disipación necesita que se active cierto control entonces este será activo, aunque tambien existen otras combinaciones como hibrido, semiactivo. Estas dos ultimos tipos dependen del elemento, en el caso de amortiguadores si existe, de caso de fluido lo desconozco, y en el caso de energía calorífica existe; hablando de este último tipo de sistemas mostraré unos ejemplos viniendo de sistemas que como ingenieros en computación veremos a diario:

Disipadores activos Estos suelen tener un ventilador de alguna clase, siendo los de rodamientos y motor los más comunes. Su rendimiento es excelente, pero son más bien caros al tener partes móviles.

Disipadores pasivos Estos no tienen componentes mecánicos, y emplean solo la convección para disipar la energía térmica. Al no tener partes móviles, son más fiables, pero es necesario que el aire circule por las aletas.

Algunos sistemas con elementos disipadores son:

- Se emplea sobre transistores en circuitos electrónicos de potencia para evitar que las altas temperaturas puedan llegar a quemarlos.

- En las computadoras su uso es intensivo y prolongado, ya que sirve para que algunas tarjetas gráficas o el microprocesador puedan disminuir sus altas temperaturas.
- Otro sistema en donde se utilizan los disipadores son en las consolas de videojuegos.

Recordar Hay dos puntos que siempre tenerlos en la mente mencionados en [3] y que los tomo literalmente del texto:

- Los puertos son los puntos de interconexión entre elementos y subsistemas.
- Las fuentes de energía, los almacenadores y los disipadores son elementos de un puerto, transformadores de potencia y transductores son elementos con dos puertos.
- Disipadores de energía: Sólo existe un tipo: disipador de energía generalizado.

Usted dirá con respecto al punto 3 ¿Pero si por qué dice que no existe tipos, si me mostró anteriormente que hay pasivos, activos, etc? Yo dije categorización o conjunto, pero no sobre los disipadores, sino sobre el mecanismo que lograba llevar a cabo el disipador, es decir, ya a su aplicación. En disipadores no existen tipos, pero en el mecanismo de disipación, existe.

1.3. ¿Cuáles son las fuentes de esfuerzos y flujos en sistemas eléctricos y mecánicos?

Veamos las fuentes de energía tomando como cita textual lo dicho del medio [3]

Fuentes de energía: Dos tipos de fuentes de energía generalizadas existen:

- (a) fuentes de esfuerzo
- (b) fuentes de flujo.

Figura 4: Fuentes de energía [3]

Elemento	Variable	Tipo
Batería	Voltaje eléctrico	Esfuerzo
Motor	Velocidad angular	Flujo
Reservorio	Presión	Esfuerzo
Bomba hidráulica	Caudal	Flujo

Esa la tabla mostrada es una pero no muestra las fórmulas para determinarlas, por ello recurrimos a una siguiente cita textual y a una tabla que lo contiene, además que esta cita si te dice para cuál es la conexión con las fuentes de energía.

”Los sistemas físicos se caracterizan por el intercambio de energía entre subsistemas. El lenguaje gráfico Bond Graph es una herramienta para obtener modelos matemáticos a partir de dicho intercambio, representando de manera unificada el flujo de potencia instantánea, los fenómenos de transformación, almacenamiento y disipación de energía y las relaciones estructurales.” [1].

Una de las variables que describen los sistemas Bond Graph es el flujo de potencia entre sistemas y subsistemas. Dicha variable está a su vez compuesta por el esfuerzo (e) y el flujo (f), siendo la potencia el producto de ambas variables. Ambas variables son denominadas variables generalizadas de potencia y dependiendo del dominio físico de estudio es que van a representar. En la siguiente tabla podemos ver que representan el esfuerzo y el flujo dependiendo de los sistemas físicos analizados.

Figura 5: Fuentes de energía con sus formulas

Variable Generalizada	Mecánica de Traslación	Mecánica de rotación	Electricidad
Esfuerzo $e(t)$	$e(t) = F(t)$ Fuerza	$e(t) = \tau(t)$ Torque	$e(t) = V(t)$ Voltaje
Flujo $f(t)$	$f(t) = v(t)$ Velocidad lineal	$f(t) = \omega(t)$ Velocidad angular	$f(t) = i(t)$ Corriente

1.4. Traer un elemento físico (mecánico o eléctrico) para su análisis.



Figura 6: Pila

Referencias

- [1] Ernesto Kofman FCEIA - Universidad Nacional de Rosario. Sistemas Continuos. https://www.fceia.unr.edu.ar/~kofman/files/eci_MyS_4.pdf, 2009. Online; recuperado 22 Noviembre 2020.
- [2] Carlos Vera Álvarez INSIA (Instituto Universitario de Investigación del Automóvil). Introduccion a la técnica de bond graph en la dinamica ferroviaria . <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/10640/CC%2041%20art%2028.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 2008. Online; recuperado 22 Noviembre 2020.
- [3] Dra. Flor Lizeth Torres Ortiz. Dinámica de Sistemas Físicos T1. <https://www.lizeth-torres.info/curso-din%C3%A1mica-de-sistemas-f%C3%ADsicos/>, 2020. Online; recuperado 22 Noviembre 2020.

1.5. Sitios de interés

Te preguntaras que son estos sitios asociados, la respuesta es curiosa, durante la investigación se encontro material que no se incluyó en este documento, ya que carercia de relevancia para las preguntas, pero de hecho ayudaba si gustabas profundizar, los videos son para dar ilustraciones de sistemas de amortiguamiento, el (7) es acerca de un temario de sistemas dinámicos (en caso de quieras guiarte a estudiarlos).

El (9) es una tesis donde vienen incluida definicones de sistemas dinámicos y su empleo, (10) apuntes sobre sistemas dinámicos, (11) son apuntes de sistemas dinámicos hechos por una investigadora, en lo personal profundiza para nivel de una maestría, irrelevante para nuestro caso, pero puede llegar a ser útil.

- 1. <https://www.fceia.unr.edu.ar/control/ssc/>
- 2. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/download/1742/11580>
- 3. <https://www.youtube.com/watch?v=M04pXone5Eg&v1=es>
- 4. <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/41/html/acumul.html>
- 5. <https://sites.google.com/site/mecanismosmarcos/10-elementos-auxiliares-de-maquinas/3-disipadores-de-e>
- 6. <https://www.youtube.com/watch?v=W0nJZRmjGVA>
- 7. <https://www.youtube.com/watch?v=mWCmVoB5EtE>
- 8. <http://cms.dm.uba.ar/depto/public/fasc5.pdf> https://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/tecnologia/descargas/DINAMICA_DE_SISTEMAS_FISICOS.pdf
- 9. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8780/tesis.pdf?sequence=1>
- 10. <https://www.uv.es/vbolos/docencia/mplmd/apuntes.pdf>
- 11. <https://www.lizeth-torres.info/curso-din%C3%A1mica-de-sistemas-f%C3%ADsicos/>