

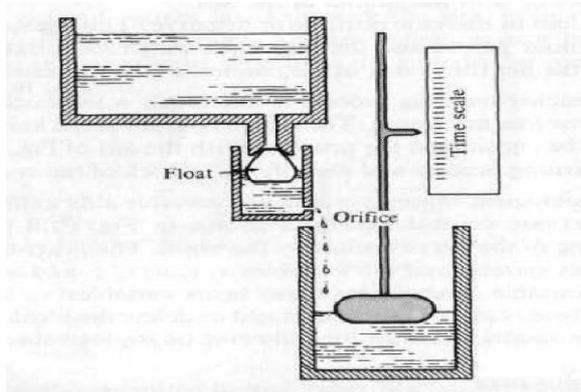
SISTEMAS DE CONTROL 1

Ejercicios Propuestos n° 1

(2021)

I. Ejemplos de sistemas realimentados y de control. OBJETIVOS: entrenarse en el reconocimiento de los elementos principales presentes en sistemas realimentados y de control, así como las señales involucradas: camino directo, camino de retorno, comparador; controlador, actuador, proceso, sistema de medición, y las señales involucradas. Referencia: "Sistemas de Control Moderno", Richard Dorf, capítulo 1.

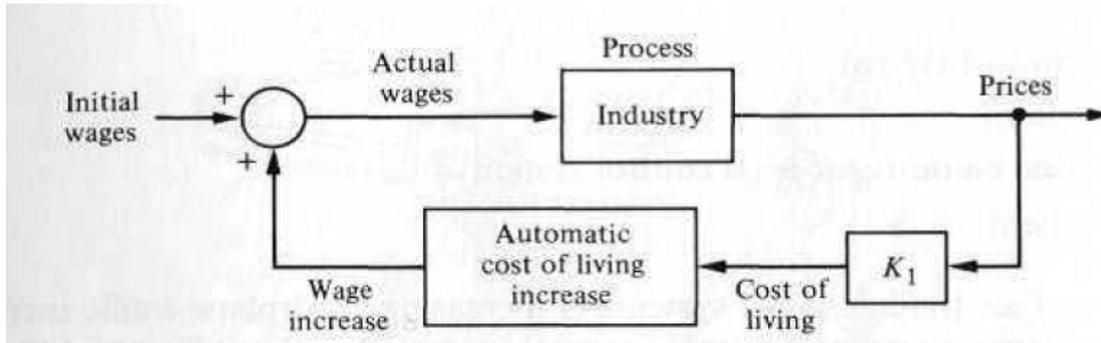
I.a) El control automático del nivel de agua mediante un flotador se usó en oriente medio para relojes de agua. El reloj de agua de la figura se usó desde antes de Cristo hasta el siglo XVII. Analice la operación del reloj de agua y establezca en qué forma el flotador proporciona un control con retroalimentación que conserva la exactitud del reloj. Dibuje un diagrama de bloques aplicable a este sistema, identificando los componentes principales.



(La regulación de nivel por flotador se usó en prácticamente todos los motores a nafta, antes de la popularización de la inyección de combustible)

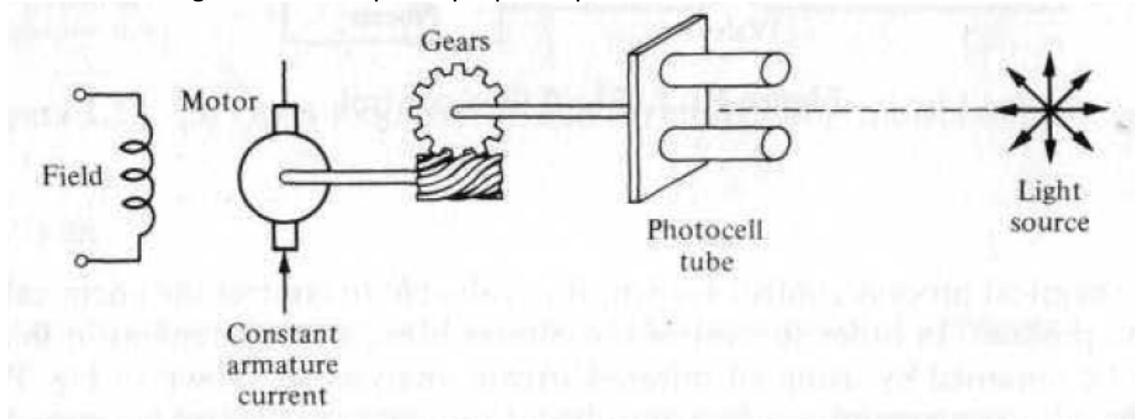
I.b) Adam Smith (1723-1790) analizó el tema de la libre competencia entre los participantes de una economía en su libro "La Riqueza de las Naciones". Puede decirse que Smith empleó mecanismos de retroalimentación social para explicar sus teorías. Él sugirió que 1) los trabajadores disponibles como un todo, comparan los diferentes empleos posibles y toman aquellos que ofrecen la mayor remuneración, y 2) en cualquier empleo el pago disminuye según aumenta el número de trabajadores solicitante. Supongamos que r =total promediado de pagos en todas las actividades; c =total de pagos en una actividad particular; q =afluencia de los trabajadores dentro de una actividad específica. Dibujar un ciclo de realimentación que represente este tipo de sistema.

I.c) Un sistema con retroalimentación no siempre es de retroalimentación negativa. La inflación económica, que se caracteriza por una elevación continua de los precios, es un sistema con retroalimentación positiva. Un sistema como este, termina efectivamente sumando la señal de retroalimentación. (Circuitos adicionales de retroalimentación, como el control legislativo y los impuestos suelen existir para la estabilización del sistema). Se supone que un aumento en el salario de los trabajadores da como resultado un aumento de precios. ¿Bajo qué condiciones podrán estabilizarse los precios mediante la falsificación o retraso de los datos sobre el valor del costo de vida?



I.d) En la siguiente figura se muestra un sistema de control que se emplea para rastrear el sol. El eje motorizado accionado por el motor mediante un tornillo sin fin reductor, tiene una ménsula sobre la cual se montan dos fotocélulas.

Completar el sistema de circuito cerrado a fin de que el sistema siga la fuente luminosa. Realice un diagrama de bloques apropiado para este sistema.



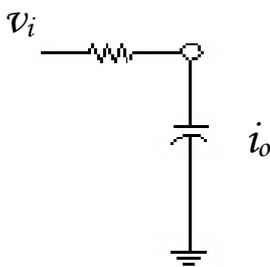
I.e) Un sistema de control con el que tenemos contacto habitualmente es el de dirección asistida eléctrica, en los automotores. Como el objetivo del sistema es reducir el esfuerzo realizado por el conductor al mover el volante, se usa (como mínimo) un sensor de torque. Los sistemas más desarrollados también usan sensores para el ángulo del volante y, emplean la velocidad del vehículo como dato para reducir la asistencia al conductor a mayores velocidades.

Realice un diagrama de bloques que indique los principales componentes y señales involucrados en un sistema de dirección asistida simple. Link interesante:

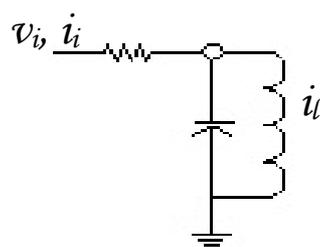
https://www.youtube.com/watch?v=tRp3qw_T9RE

II) Impedancias complejas, ecuaciones diferenciales y funciones de transferencia. OBJETIVOS: Repasar los métodos para obtener funciones de transferencias a partir de EDs en circuitos eléctricos LTI.

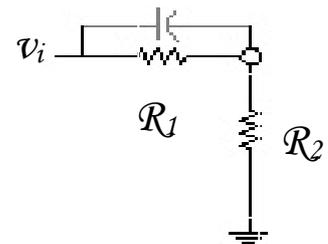
En los siguientes circuitos eléctricos encuentre las funciones de transferencias indicadas, primero a partir de las impedancias complejas involucradas; luego confirme las funciones de transferencias encontrándolas a partir de las ecuaciones diferenciales correspondientes y la aplicación de la transformada de Laplace.



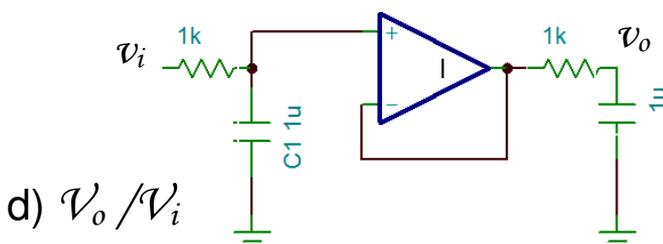
a) I_o/V_i



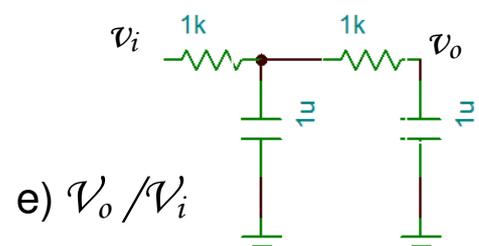
b) $I_c/V_i, I_c/I_i$



c) $I_{R_1}/V_i, I_{R_2}/V_i$



d) V_o/V_i



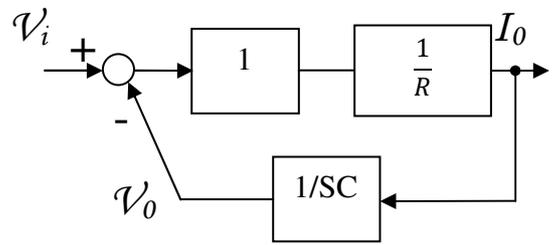
e) V_o/V_i

III. Diagramas de Bloques

OBJETIVOS: lograr fluidez en expresar las ecuaciones matemáticas integrodiferenciales en forma gráfica empleando diagramas de bloques.

Para los circuitos y funciones de transferencia del problema II, intente llenar los diagramas de bloques correspondientes a un sistema realimentado. Tome como guía el siguiente esquema, correspondiente al primer circuito (RC).

Aclaración: note que si bien estamos considerando a los circuitos como sistemas realimentados, NO significa que sean sistemas de control.



IV. Funciones de transferencia, Plano S, Respuestas en el tiempo y en la frecuencia. OBJETIVOS: Repasar los métodos analíticos para calcular respuestas en el tiempo y en la frecuencia de sistemas LTI. APRENDER el método gráfico (sobre el plano S).

Para cada uno de los circuitos del problema II y de las funciones de transferencia siguientes desarrolle los ítems a, b y c.

$$1. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{100}{(s+25)}$$

$$2. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{36}{(s+3)^2 + 3^2}$$

$$3. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{36}{s^2 + 11s + 18}$$

$$4. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{450}{(s+25)[(s+3)^2 + 3^2]}$$

$$5. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{0,450}{(s+0,25)[(s+3)^2 + 3^2]}$$

$$6. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{(s/2 + 1)(s/3 + 1)}{(s+2)[(s+1)^2 + 1^2]}$$

$$7. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{(s/9 + 1) \cdot 100}{(s^2 + 14s + 100)}$$

$$8. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{10(s^2 + 10s + 50)}{10(0,1s + 1)(s+1)(s+50)}$$

$$9. \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{50(s-10)}{(s+5)(s+100)}$$

IV.a) Reescriba las funciones de transferencia encontrando las correspondientes expansiones en fracciones parciales.

Usando las expansiones en fracciones parciales calcule y grafique las respuestas en el tiempo considerando que la señal de entrada es un escalón unitario; es decir: encuentre las anti-transformadas de Laplace $y(t)$. Compruebe los valores iniciales y finales mediante la aplicación de los teoremas del valor inicial y del valor final. Puede verificar con el Matlab usando la función "step".

IV.b) Suponiendo que $U(s)$ es la función escalón de valor 2:

* Dibujar los diagramas polos y ceros que representan a las transformadas de Laplace de las señales de salida, $Y(s)$.

* Encuentre la expresión analítica de la respuesta en el tiempo. Para esto encuentre los residuos (y otros coeficientes) mediante el **método gráfico**. Deje indicado en el diagrama de polos y ceros los ángulos y magnitudes empleadas en los cálculos.

* Para cada caso, según sea la ubicación de los polos indique si alguno de los mismos puede considerarse como "dominante".

IV.c) Valiéndose del reemplazo $S=j\omega$, encuentre al menos 4 puntos de la respuesta en frecuencia (un par en bajas frecuencias, un par en frecuencias elevadas). Verifique con Matlab, usando la función "bode".

IV.d) Verifique el cálculo de los puntos de la respuesta en frecuencias encontrados en el ítem anterior mediante el **método gráfico**

Deje indicado en el plano S los módulos y ángulos correspondientes para uno de esos puntos de la respuesta en frecuencia.

V. Repita el ejercicio "III" tomando en cuenta las condiciones iniciales de tensión y corriente en condensadores e inductores. Referencia: "Engineering circuit analysis" Hayt-Kemmerly-Durbin cap. 15.
