

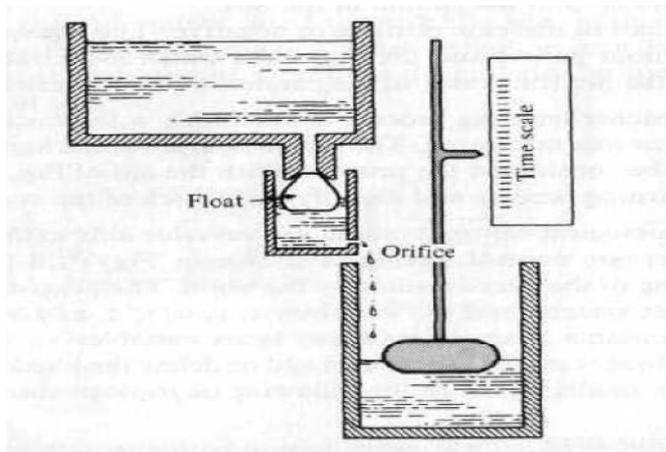
SISTEMAS DE CONTROL 1

Ejercicios Propuestos n° 1

(19/08/19)

I. Ejemplos de sistemas realimentados y de control. OBJETIVOS: entrenarse en el reconocimiento de los bloques principales presentes en sistemas realimentados y de control, a saber: comparador, controlador, actuador, proceso, sistema de medición, y las señales involucradas. Referencia: "Sistemas de Control Moderno", Richard Dorf, capítulo 1.

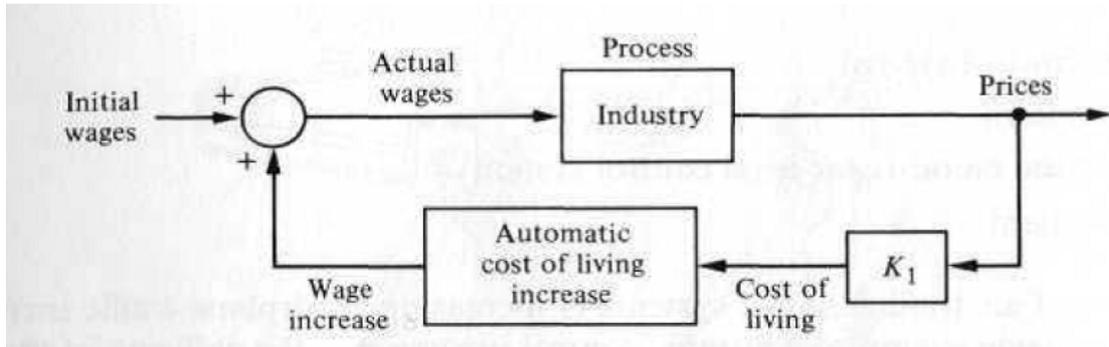
I.a) El control automático del nivel de agua mediante un flotador se usó en oriente medio para relojes de agua. El reloj de agua de la figura se usó desde antes de Cristo hasta el siglo XVII. Analice la operación del reloj de agua y establezca en qué forma el flotador proporciona un control con retroalimentación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



(Además de usarse en tanques de agua, la regulación de nivel por flotador también se usa en carburadores. Esto se hizo extensamente antes de la invención de los motores con inyección de combustible.)
<https://www.youtube.com/watch?v=zOsR9hzzvyl>

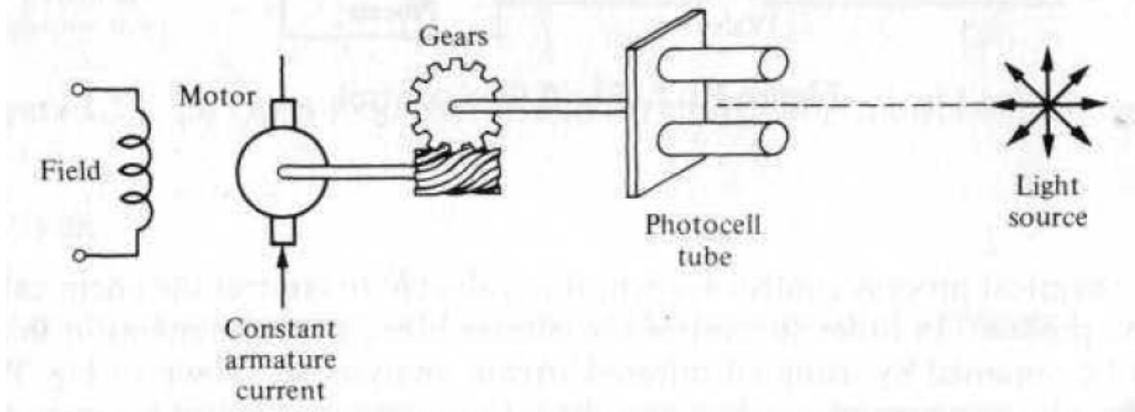
I.b) Adam Smith (1723-1790) analizó el tema de la libre competencia entre los participantes de una economía en su libro "La Riqueza de las Naciones". Puede decirse que Smith empleó mecanismos de retroalimentación social para explicar sus teorías. Él sugirió que 1) los trabajadores disponibles como un 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 motriz 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. Links interesantes:

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

<http://planetadelmotor.com/reviews/como-funciona-una-direccion-asistida-electricamente-epas/>

II. Funciones de transferencia, Plano S, Respuestas en el tiempo y en la frecuencia. **OBJETIVOS:** Aprender el método gráfico (sobre el plano S) para la determinación de las respuestas en el tiempo y frecuencia de un sistema LTI.

Para cada una de las funciones de transferencia siguientes...

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

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

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

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

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

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

$$7. \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{(s/9+1)100}{(s^2+14s+100)} \quad 8. \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{10(s^2+10s+50)}{10(0.1s+1)(s+1)(s+50)} \quad 9. \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{50(s-10)}{(s+5)(s+100)}$$

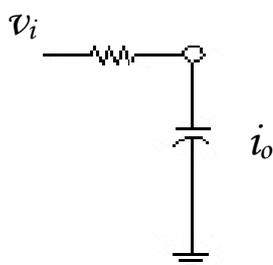
II.a) Encuentre al menos 4 puntos de la respuesta en frecuencia mediante el método gráfico (un par en bajas frecuencias, un par en frecuencias elevadas). Deje indicado en el plano S los módulos y ángulos correspondientes para uno de esos puntos de la respuesta en frecuencia. Verifique con Matlab, usando la función "bode".

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

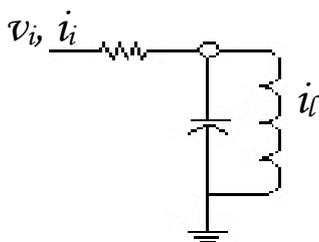
- * Dibujar los diagramas polos y ceros que representan a las Y(s).
- * Reescriba las Y(s) encontrando las correspondientes expansiones en fracciones parciales. Para esto encuentre los residuos (y otros coeficientes) mediante el **método gráfico**.
- * Para cada caso, según la ubicación de los polos indique si alguno de los mismos puede considerarse como "dominante".
- * Usando las expansiones en fracciones parciales encontradas previamente, grafique las respuestas en el tiempo, 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. Verifique con el Matlab usando la función "step".

III) 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; Reconocer la realimentación presente en circuitos eléctricos.

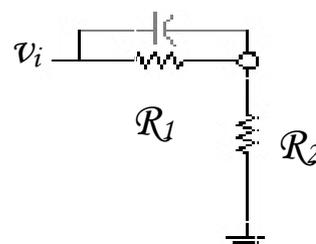
En los siguientes circuitos eléctricos encuentre las funciones de transferencias indicadas, primero a partir de las impedancias complejas involucradas; luego confirme las funciones de transferencias encontrándolas a partir de las ecuaciones diferenciales correspondientes y la aplicación de la transformada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



$$I_o/V_i$$



$$I_c/V_i, I_c/I_i$$

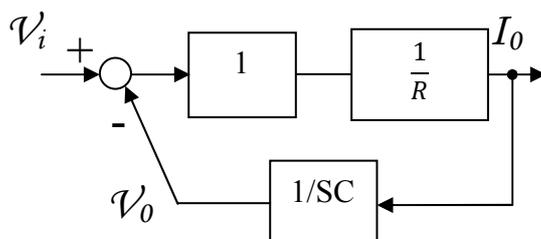


$$I_{r1}/V_i, I_{r2}/V_i$$

IV. Diagramas de Bloques

Para los circuitos y funciones de transferencia del problema III, llene 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.



V. Para estudiantes "sobresalientes"

- a)** En los problemas del ejercicio "I", trate de determinar en lo posible las funciones de transferencia dentro de cada bloque.
- b)** Un ejemplo común de un sistema de control con dos entradas es una ducha que tiene llaves distintas para el agua caliente y la fría. El objetivo es obtener: 1) una temperatura adecuada del agua de la ducha y 2) un flujo deseado de agua. Dibujar un diagrama de bloques del sistema de control de circuito cerrado. ¿Estaría Ud. dispuesto a tomar una ducha bajo un control a lazo abierto ejercido por otra persona?
- c)** 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.
- d)** Construya los diagramas de bloques del ejercicio IV usando el software "Simulink" (contenido en Matlab), y verifique el comportamiento de los mismos.