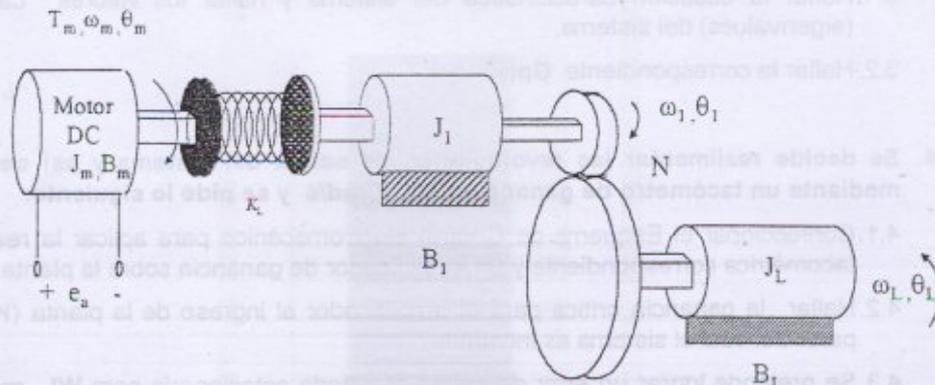


## CONTROL II

### Examen Parcial - URP - 04/1

El presente diagrama representa un sistema de transmisión elástica de revoluciones de un motor eléctrico hacia un bloque mecánico intermedio con un momento de inercia  $J_1$  y un coeficiente de fricción  $B_1$ . Luego, mediante un reductor de revoluciones, se transmite el movimiento hacia un bloque de carga, con un momento de inercia  $J_L$  y un coeficiente de fricción  $B_L$ . Se pretende controlar el sistema, mediante una realimentación cuyo propósito sea controlar las revoluciones de salida  $W_L$  respecto las  $W_R$  ordenadas.  $K_L$  es el coeficiente de la transmisión elástica.



Los parámetros del sistema son los siguientes :

Resistencia de Armadura	$R_a=2 \text{ ohm.}$
Inductancia de Armadura	$L_a=-0 \text{ H}$
Constante de Torque	$K_m=10 \text{ oz-pul./A}$
Constante de realimentación EMF	$K_b=0.1 \text{ V/rad/s}$
Momento de inercia del rotor	$J_m=0.1 \text{ oz.pul/rad/s}^2$
Coefficiente de Fricción del rotor	$B_m=2 \text{ oz.pul/rad/s}$
Momento de inercia de la carga intermedia	$J_1=1 \text{ oz.pul/rad/s}^2$
Coefficiente de Fricción de la carga intermedia	$B_1=20 \text{ oz.pul/rad/s}$
Momento de inercia de la carga	$J_L=40 \text{ oz.pul/rad/s}^2$
Coefficiente de Fricción de la carga	$B_L=100 \text{ oz.pul/rad/s}$
Coefficiente de la transmisión elástica	$K_L=1000 \text{ oz-pul./rad}$
Razón de transmisión $N$	$N=0.1$

Considerando  $e_a(t)$  el ingreso al sistema y  $W_L$  la salida, se pide:

1. Sobre el problema del análisis de las variables de estado.

1.1. Escribir las ecuaciones electrodinámicas del sistema y seleccionar las variables de estado.

1.2. Escribir las ecuaciones de estado y de salida o de sistema según las expresiones:

$$\frac{dx(t)}{dt}=Ax(t)+Bu(t)$$

$$y(t)=Cx(t)+Du(t).$$

**2. Sobre la Controlabilidad y Observabilidad.**

- 2.1. Realizar el grafo correspondiente a las ecuaciones de estado.
- 2.2. Haciendo uso del grafo antes hallado o de los teoremas correspondientes, demostrar que el sistema descrito a lazo abierto es completamente controlable.
- 2.3. Analizar la observabilidad de todas las variables de estado desde todas las posibles salidas. Determinar cuál de ellas permite la completa observabilidad y cuáles no.

**3. Sobre el análisis de la planta.**

- 3.1. Hallar la ecuación característica del sistema y hallar los valores característicos (eigenvalues) del sistema.
- 3.2. Hallar la correspondiente  $G_p(s)$ .

**4. Se decide realimentar las revoluciones de salida del sistema y así cerrar el lazo mediante un tacómetro de ganancia  $K_t=1$  V/rad/s y se pide lo siguiente:**

- 4.1. Confeccionar el Esquema de Control electromecánico para aplicar la realimentación tacométrica correspondiente y un amplificador de ganancia sobre la planta.
- 4.2. Hallar la ganancia crítica para el amplificador al ingreso de la planta ( $K$  crítico) a partir del cual el sistema es inestable.
- 4.3. Se pretende lograr un error de salida al estado estacionario para  $W_L$ , menor al 0.01 %, para órdenes  $W_R$  de revoluciones, tipo escalón unitario. Hallar la ganancia  $K$  necesaria para estar debajo del valor de dicha especificación de error.
- 4.4. Discutir la estabilidad del sistema a lazo cerrado para las dos ganancias halladas. Demostrar la estabilidad o inestabilidad del sistema a lazo cerrado en estas condiciones.

**5. Se desea implementar un sistema de control por realimentación de estado.**

- 5.1. Confeccionar el Esquema de Control en términos  $S$  para aplicar las realimentaciones correspondientes.
- 5.2. Diseñar el Compensador de Realimentación de Estado, para un tiempo de establecimiento  $T_s$  menor a un segundo, haciendo uso de la teoría del "Batido Muerto" (Dead Beat) para este fin.

**Tiempo de Duración del examen: dos horas**

**Se pueden usar Libros y copias.**

**El Profesor,  
Ing. Oscar Penny Cabrera**