

**ÁREA: CONTROL**

**CÁTEDRA: Sistemas de Control (4C8) – Plan 2003**

**PARCIAL Nº 1: 04 / 10 / 2018 (Cursada)**

|         |            |
|---------|------------|
| Nombre: | Matricula: |
|---------|------------|

|                   |                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Problema 1</b> | <b>Problema 2</b> | <b>Problema 3</b> | <b>Problema 4</b> |
| <b>3 puntos</b>   | <b>1.5 puntos</b> | <b>2.5 puntos</b> | <b>3 puntos</b>   |
|                   |                   |                   |                   |

Este parcial es una instancia de evaluación de la cátedra de Sistemas de Control, y como tal es un documento. Por ende resulta necesario establecer que:

- Todos los pasos de resolución, y las respuestas a las preguntas, deben estar debidamente justificados en forma escrita, de la forma que sea pertinente (matemática, gráfica, etc.)
- La resolución escrita de este parcial es lo único que se tendrá en cuenta al momento de calificarlo. Las aclaraciones realizadas en forma posterior al momento de la evaluación no podrán modificar la calificación.
- Las gráficas y los cálculos matemáticos deberán estar acompañados de sus respectivas unidades y denominaciones. La representación de múltiples curvas sobre un mismo par de ejes deberá incluir la correspondiente identificación de todas ellas.

**Problema 1**

El circuito de la figura es un amplificador de Transimpedancia para un sensor de luz del tipo PM (fotomultiplicador). El PM se comporta como un generador de corriente y se conecta al A.O. mediante un cable coaxial que presenta una capacidad parásita de  $C_X = 100pF$  (1m de cable). La máxima corriente del PM es de  $i_{PMMX} = 10\mu A$  y la salida del A.O. se digitaliza mediante un ADC con +10V de rango analógico de entrada.

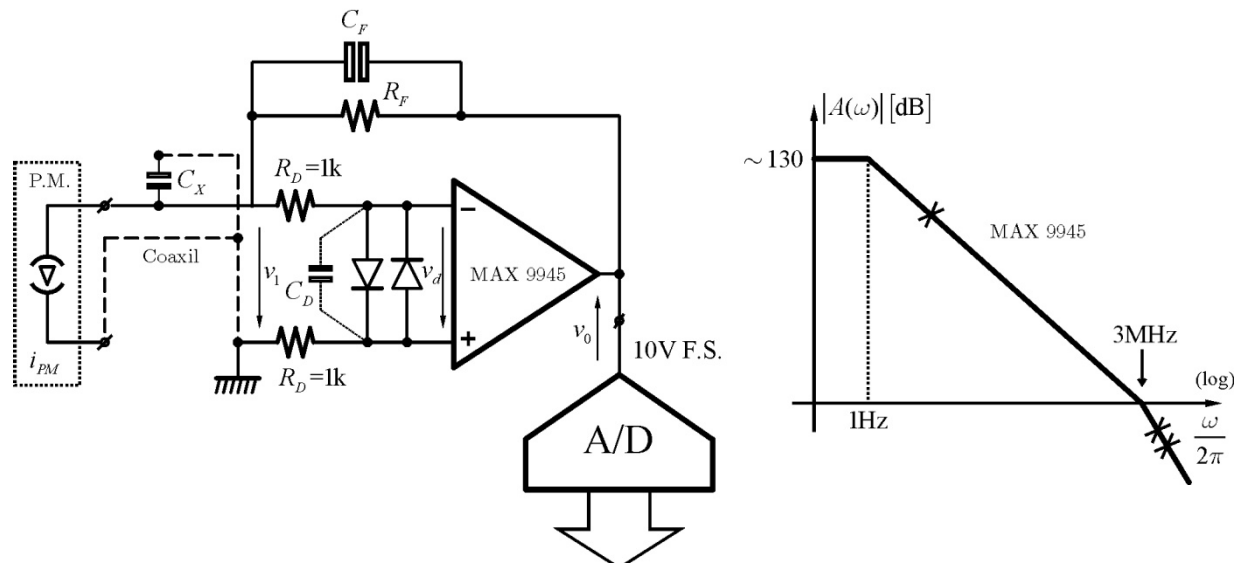


Figura 1: Amplificador de Transimpedancia para un sensor de luz tipo PM

Los diodos  $D_1$  y  $D_2$  que intervienen en la protección de la entrada diferencial tienen una capacidad parásita total de  $C_D = 4pF$  en conjunto. Asumir: que  $A(\omega)$ , ganancia del A.O. es la mostrada en el gráfico,  $Z_{IN}$  impedancia de entrada del A.O.  $\rightarrow \infty$ ,  $r_o$  resistencia equivalente de salida del A.O.  $=0$ .

- Dibujar un diagrama de bloques que represente el comportamiento lineal aproximado para el amplificador de Transimpedancia  $A_Z = v_o/i_{PM}$  identificando entre otros,  $G^{(-)}$  y  $H$ .
- Dimensionar  $R_F$  para  $v_{oMX} = 10V$  y definir  $C_F$  para proveer estabilidad y obtener el máximo ancho de banda de lazo cerrado que sea posible para esta topología.
- Construir un diagrama de Bode evidenciando la compensación propuesta, conteniendo  $A(\omega)$ ,  $1/H(\omega)$ ,  $G^{(-)}$  y  $|T_{LC}(\omega)|$  la transferencia de lazo cerrado obtenida en  $[dB\Omega]$ .

**Nota:** Se recomienda evaluar el problema antes de intentar ajustarle un modelo. Al analizar la transferencia de una red, considerar los valores de los componentes y tomar las aproximaciones que convengan al caso, en lugar de plantear expresiones genéricas para la topología en cuestión.

## Problema 2

En la figura 2 se muestra el diagrama de bloques de dos etapas no lineales en cascada. Considerando los parámetros  $S_0 = 2 [V]$  y  $a = 1 [V]$ , determinar la característica que relaciona la entrada  $e$  con la salida  $z$  correspondiente a una no-linealidad equivalente. Especificar de manera clara los parámetros más relevantes de dicha característica. Bosqueje en forma asintótica la función  $|1/N|$  resultante.

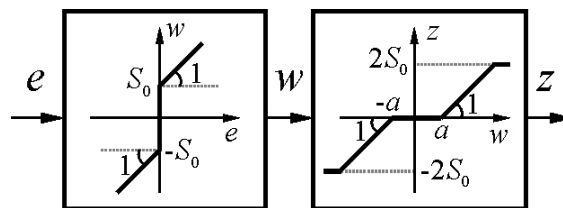


Figura 2: No linealidades en cascada

## Problema 3

En la figura 3 se muestra el diagrama de bloques correspondiente a un sistema no-lineal. Considerando como variables de estado a  $x_1$  y  $x_2$ , analizar mediante plano de fase el comportamiento del sistema.

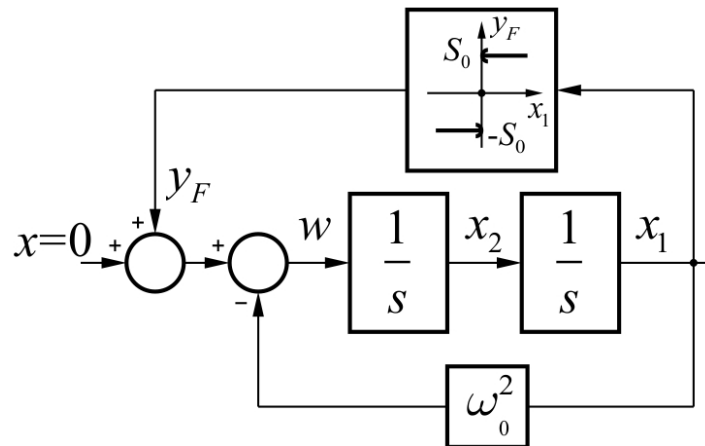


Figura 3: Diagrama de bloques del sistema.

- Encuentre la expresión genérica del modelo de estado del sistema.
- Determine los puntos singulares del sistema, y en cada uno de ellos definir la naturaleza de comportamiento.
- Trace la trayectoria del sistema en el plano de fase (de coordenadas  $u = \omega_0 x_1$ ,  $v = x_2$ ) para la condición inicial  $u_0 = 0$  y  $v_0 = S_0/\omega_0^2$ . Indique de manera clara los parámetros más relevantes en la gráfica (puntos singulares, sentido de la trayectoria, etc).
- A partir de la condición inicial del inciso c), determine el valor máximo que adquiere  $x_1$ .

## Problema 4

Se requiere diseñar un sistema de control de temperatura de tipo ON-OFF con zona proporcional para una batea con agua, destinada a la realización de tratamientos térmicos de laboratorio. En la figura se muestra un esquema de la planta a controlar. Se utiliza un controlador de potencia basado en ciclos enteros conectado a una resistencia calefactora los cuales en conjunto pueden ser modelados por una ganancia  $K_{CE} = P_{CE}/V_{CE}$  y permite entregar una potencia máxima  $P_{CEMAX}$ . Mediante ensayos sobre la batea se relevaron los parámetros de la planta  $C_{TH}$ ,  $\theta_{TH}$  y  $T_d$ . La ganancia del sistema en baja frecuencia a lazo cerrado debe ser  $K = T_h/V_{ref}$ , siendo  $V_{ref}$  la referencia de tensión del sistema (setpoint de temperatura). Se cuenta con un sensor de temperatura con ganancia  $K_S = V_S/T_S$ , siendo  $V_S$  la tensión de salida del sensor y  $T_S$  la temperatura medida.

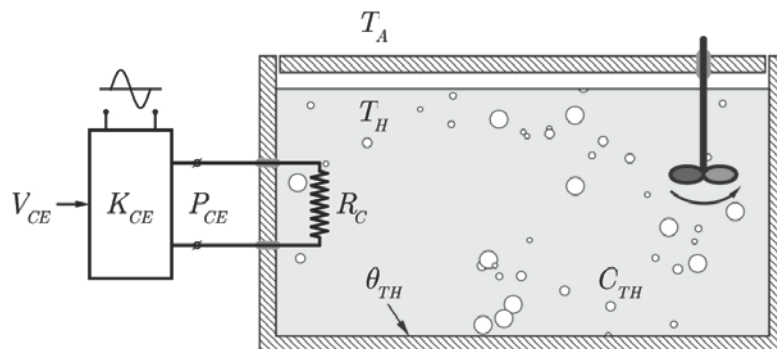


Figura 4: Sistema térmico.

- Dibuje un diagrama en bloques del sistema incluyendo a la planta y al control propuesto.
- Ajuste los parámetros del bloque de control de forma de que una vez que la temperatura alcance la zona proporcional no vuelva a salir de la misma.
- Con el objetivo de mejorar la eficiencia eléctrica del sistema se agrega una capa de aislación térmica a la batea lo que resulta en un aumento del 50% en la resistencia térmica al ambiente. Describa conceptualmente como se modifica el sistema. ¿Es posible seguir operando con el ajuste original del algoritmo de control? En caso de ajustar el control para la nueva condición, ¿cómo se modifica la respuesta dinámica del sistema respecto al caso original?