

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO ELECTRÓNICA**

**ÁREA: CONTROL**

**CÁTEDRA: Sistemas de Control (403) – Plan 1996  
Sistemas de Control (4C8) – Plan 2003**

**PARCIAL N° 2: 23 / 10 / 2014 (Cursada)**

Nombre:	Matricula:	Plan:
---------	------------	-------

<b>Problema 1</b>	<b>Problema 2</b>	<b>Problema 3</b>	<b>Problema 4</b>
<b>2 puntos</b>	<b>3 puntos</b>	<b>2 puntos</b>	<b>3 puntos</b>

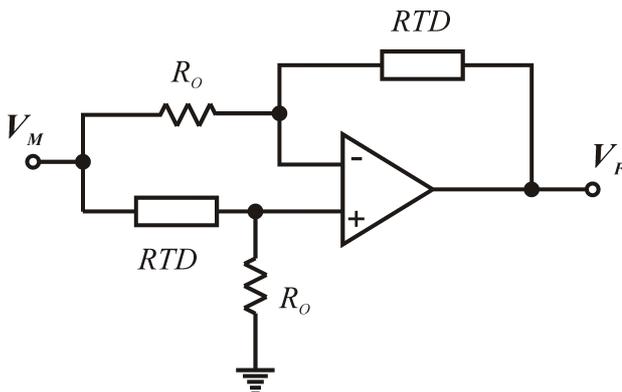
Este parcial es una instancia de evaluación de la cátedra de Sistemas de Control, y como tal es un documento. Por ende resulta necesario establecer que:

- 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**

En la figura se presenta un circuito para medición de temperatura basado en RTDs.

- a) Dimensionar la fuente  $V_M$  para obtener una ganancia de  $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ .
- b) Con el valor de  $V_M$  calculado en a), y suponiendo que los RTD tienen asociada una resistencia serie  $R_w(T)$  debido al cableado, obtener una ecuación para calcular el error de temperatura introducido por esta resistencia, y determinar el valor máximo de dicho error para un rango de trabajo de  $20^\circ\text{C}$  a  $300^\circ\text{C}$  y una longitud de cableado que puede variar entre 15 y 50 metros.



RTD tipo Pt100

$$\alpha_{PT} = 3,92 \times 10^{-3} [1/^\circ\text{C}]:$$

$$R_w(T) = R_{w0} (1 + \alpha_{CU} T)$$

$$\alpha_{CU} = 6,6 \times 10^{-3} [1/^\circ\text{C}]:$$

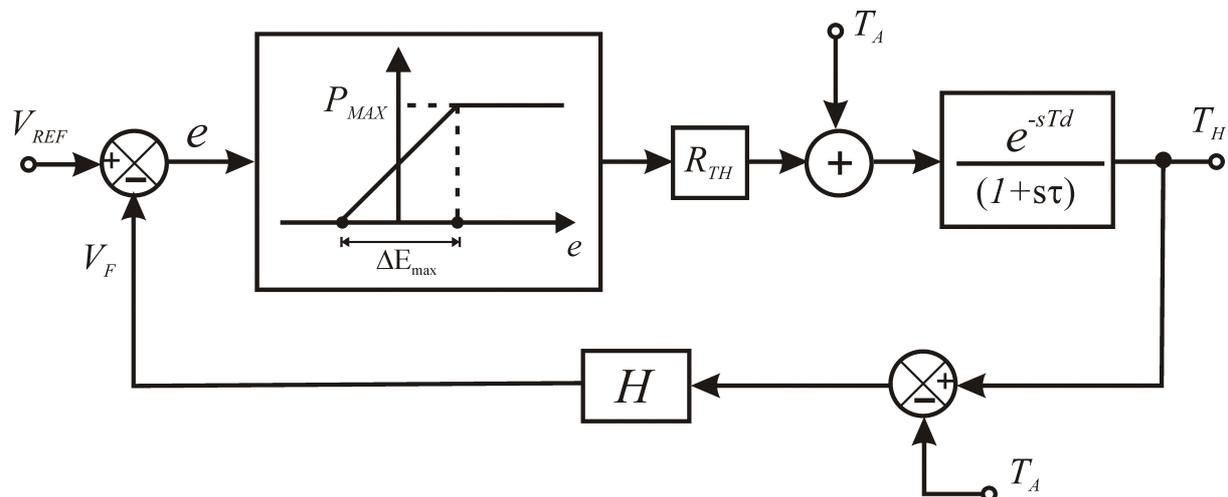
$$R_{w0} = 3,42 \times 10^{-2} \left[ \frac{\Omega}{m} \right] \cdot l [m]$$

## Problema 2

En la figura se representa un sistema de control de temperatura de tipo proporcional, que emplea en la realimentación un sistema de transducción con una termocupla y un amplificador sin compensación de juntura fría.

- Determinar el error ( $e = V_{REF} - V_F$ ) en régimen permanente ( $e_{ss}$ ) en función de  $V_{REF}$  y de los parámetros de la planta.
- Suponiendo que se modifica el amplificador de la realimentación y se compensa el efecto de la juntura fría, la magnitud de  $e_{ss}$  ¿sufre algún cambio? Justificar.
- Calcular  $e_{ss}$  suponiendo que  $V_{REF}=4,5V$  y  $V_{REF}=7V$ . ¿Cuál es la temperatura efectiva en el horno en ambos casos (con y sin compensación de juntura fría)?

Nota: Suponer una temperatura ambiente entre  $10^{\circ}C$  y  $25^{\circ}C$ .



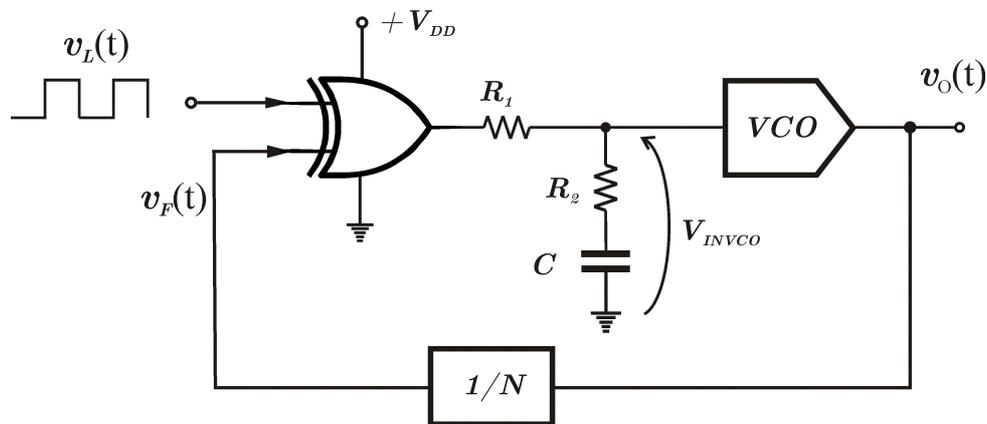
$R_{TH}=3^{\circ}C/W$	$H=10mV/^{\circ}C$	$\tau = 600s$
$P_{MAX}=300W$	$\Delta E_{max} = 2\Delta T_{HPP}$	$8s < T_d < 15s$

## Problema 3

Determinar la expresión del período del ripple para un sistema de control de temperatura de tipo ON-OFF, asumiendo que las constantes de enfriamiento y calentamiento son aproximadamente iguales.

### Problema 4

En la siguiente figura se muestra un esquema de un sistema de enganche de fase (PLL) que emplea como comparador de fase una compuerta lógica XOR.



- Desarrolle un modelo que describa la salida del comparador de fase en función del error de fase de entrada ( $\Delta \phi = \phi_L - \phi_F$ ). Graficar las señales de entrada y salida del comparador en función del tiempo, teniendo en cuenta que las mismas se encuentran entre 0V y  $+V_{DD}$ .
- Dibujar un diagrama en bloques del sistema que modele el comportamiento en pequeña señal sin considerar el proceso de enganche en frecuencia. Considere que el VCO tiene una ganancia  $k_{VCO} = \frac{\omega}{V_{INVCO}}$  y que la entrada  $\phi_{vL}(t)$  es una rampa de fase con pendiente  $\omega_L$ . Expresar la ganancia G·H del sistema.
- Considerando las constantes de tiempo del sistema  $\tau_1 = CR_2 = k_1 \omega_L^{-1}$  y  $\tau_2 = C(R_1 + R_2) = k_2 \omega_L^{-1}$ , determine los valores de  $k_1$  y  $k_2$  de modo de obtener un margen de fase de  $45^\circ$  (aprox.) y el máximo ancho de banda posible. Tenga en cuenta que la frecuencia de la señal de entrada es  $\omega_L$  y que el VCO tiene una ganancia tal que  $k_{VCO} \leq \frac{2N\omega_L}{V_{DD}}$ . Dibuje un diagrama de Bode del G·H indicando claramente los parámetros más relevantes de la compensación.
- Considerando que la entrada es una rampa de fase  $\phi_L(t) = \omega \cdot t$ , indique si el sistema en estado estacionario va a operar con error de fase constante. En caso afirmativo exprese dicho error en términos de los parámetros del sistema. Justifique adecuadamente todas las respuestas.