

ÁREA: CONTROL

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

PARCIAL Nº 3: 30 / 11 / 2017 (Cursada)

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

Problema 1	Problema 2	Problema 3
3 puntos	3 puntos	4 puntos

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

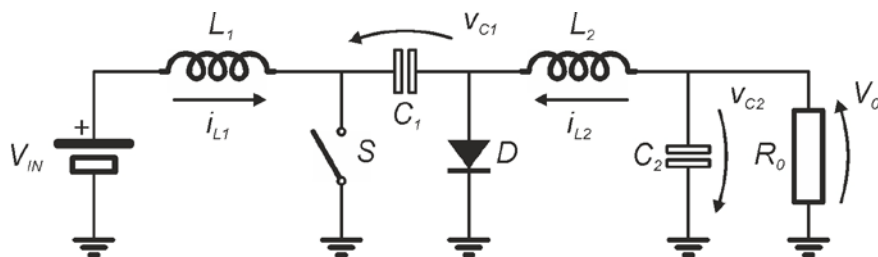


Figura 1: Convertidor CUK

- a) Para el convertidor CUK, cuyo circuito se muestra en la figura 1, indicar las estructuras resultantes en los estados ON y OFF.
- b) Dibujar las formas de onda de tensión y corriente de los inductores en estado estacionario (SS) para la condición de CCM. Indicar valores relevantes. Asumir que las variaciones de las tensiones en los capacitores son despreciables frente a sus valores medios ($\Delta v_{C1} \ll \langle v_{C1} \rangle$ y $\Delta v_{C2} \ll \langle v_{C2} \rangle$).
- c) Calcular las relaciones entre los valores medios de las tensiones del circuito (V_{IN} , $\langle v_{C1} \rangle$ y $\langle v_{C2} \rangle$) y la relación de conversión de gran señal (V_O/V_{IN}) cuando el convertidor opera con ciclo de trabajo D .
- d) Determinar $\langle i_{L1} \rangle$, $\langle i_{L2} \rangle$, Δi_{L1} y Δi_{L2} , y calcular los valores de inductancia crítica L_{1C} y L_{2C} . Considerar eficiencia del convertidor unitaria y una variación de D restringida entre D_{MIN} y D_{MAX} .

Problema 2

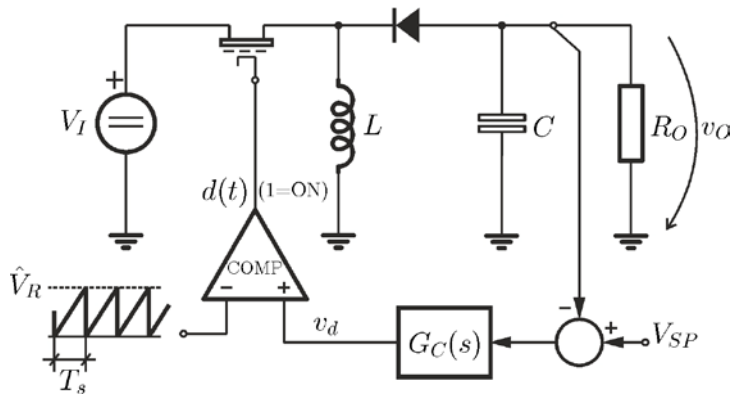


Tabla 1: Parámetros del sistema
$R_o = 1\Omega \dots 5\Omega$
$V_{SP} = -5V$
$\hat{V}_R = 5V$
$T_s = 10\mu s$
$V_I = 5V \dots 10V$

Figura 2: Lazo de control de tensión de un convertidor Flyback.

$$G_d = \frac{\tilde{v}_o}{\tilde{d}}(s) = \frac{V_I}{(1-D)^2} \frac{\left[1 - \frac{sLD}{R_o(1-D)^2} \right]}{\left[1 + \frac{sL}{R_o(1-D)^2} + \frac{s^2LC}{(1-D)^2} \right]}$$

- Para el convertidor Flyback de la figura 2 hallar la inductancia crítica L_c que garantice operación en CCM, $\forall R_o$. Asumir $|G_C| \gg 1$.
- Trazar un diagrama de Bode para la planta considerando la ganancia de modulación, \tilde{v}_o/\tilde{v}_d , evaluando los casos extremos con $R_{Omin}=1\Omega$, $R_{Omax}=5\Omega$, $V_{Imin}=5V$ y $V_{Imax}=10V$. Asumir que $L=50\mu H$ y $C=400\mu F$.
- En base al diagrama obtenido justifique cuál es el peor caso para definir la compensación. Asumiendo $G_C(s)=k_c/s$, calcule k_c para garantizar estabilidad con el margen de fase que considere razonable y el mayor ancho de banda dentro de las posibilidades del sistema.
Nota: considere el agregado de una red de amortiguamiento en caso de ser necesario.

Problema 3

En la figura 3 se muestra el esquema de un sistema de control de velocidad de un motor de corriente continua (CC) excitado en derivación. El motor actúa sobre una carga mecánica de parámetros B y J . Sobre el volante de inercia se aplica un torque de perturbación T_R , el cual no guarda relación proporcional con la velocidad del motor. Los datos del motor se muestran en la Tabla 2

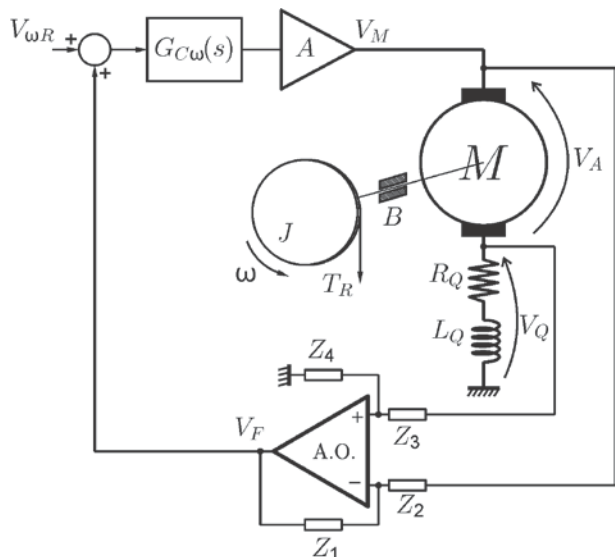


Tabla 2: Parámetros del sistema	
Resistencia de armadura, R_A	2Ω
Inductancia, L_A	$0,01H$
Constante de velocidad, k_ω	$4.1V/s/r$
Constante de cupla, k_T	$4.1Nm/A$
Coefficiente de rozamiento, B	$0,2Nms/r$
Momento de inercia, J	$1Nms^2$
Ganancia del amplificador, A	41

Figura 3: Esquema de control de velocidad de un motor DC excitado en derivación

La medición de la velocidad se realiza sin usar sensores externos, para lo cual se emplea el circuito indicado en la figura. En serie con el circuito de armadura, se incorpora una impedancia dada por los elementos L_Q y R_Q . A los efectos de evitar introducir pérdidas de potencia adicionales en el circuito de medición, se adopta $R_Q = R_A/10$. El amplificador operacional empleado puede considerarse ideal.

- Dimensione las impedancias (Z_1 , Z_2 , Z_3 y Z_4) y L_Q para obtener una tensión V_F proporcional a la tensión contra-electromotriz del motor, ε_{CM} , y un $H_\omega = V_F/\omega$ constante y de magnitud $0.1V/s/r$. Considerar $|Z_3| \gg |R_Q + j\omega L_Q|$, $\forall \omega$.
- Dibuje un diagrama en bloques del sistema de control en el cual se representen las funciones de transferencia del sistema, la entrada de referencia de velocidad $V_{\omega R}$, la entrada de perturbación T_R y la velocidad de motor ω , considerada como salida del sistema.
- Defina el controlador $G_{C\omega}(s)$ de modo de satisfacer las siguientes especificaciones:
 - Error nulo a una entrada $V_{\omega R}$ constante.
 - Rechazo a una perturbación $T_R = 5\text{sen}(2\pi \cdot 0.16 t)$ [Nm], de -40dB sobre ω .
 - Margen de fase cercano a 90° .

Trace el diagrama de Bode indicando claramente la ganancia de avance, la ganancia de realimentación, la transferencia del controlador y la transferencia a lazo cerrado resultante.

Nota: puede simplificar las funciones de transferencia empleadas en el cálculo a partir del diagrama asintótico de Bode.

- Calcule la potencia entregada por el amplificador A en régimen permanente cuando sobre la carga mecánica se aplica un torque T_R constante de $5,2\text{Nm}$ y una referencia $V_{\omega R} = 6V$.