

**ÁREA: CONTROL**

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

**PARCIAL Nº 3: 2 / 12 / 2016 (Cursada)**

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

<b>Problema 1</b>	<b>Problema 2</b>	<b>Problema 3</b>
<b>3.5 puntos</b>	<b>3 puntos</b>	<b>3.5 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 1 se muestra un convertidor del tipo Boost con su circuito a lazo cerrado de control de tensión. Además, se indica la función transferencia de pequeña señal respecto de la variable de control  $\tilde{d}$ , con sus correspondientes parámetros.

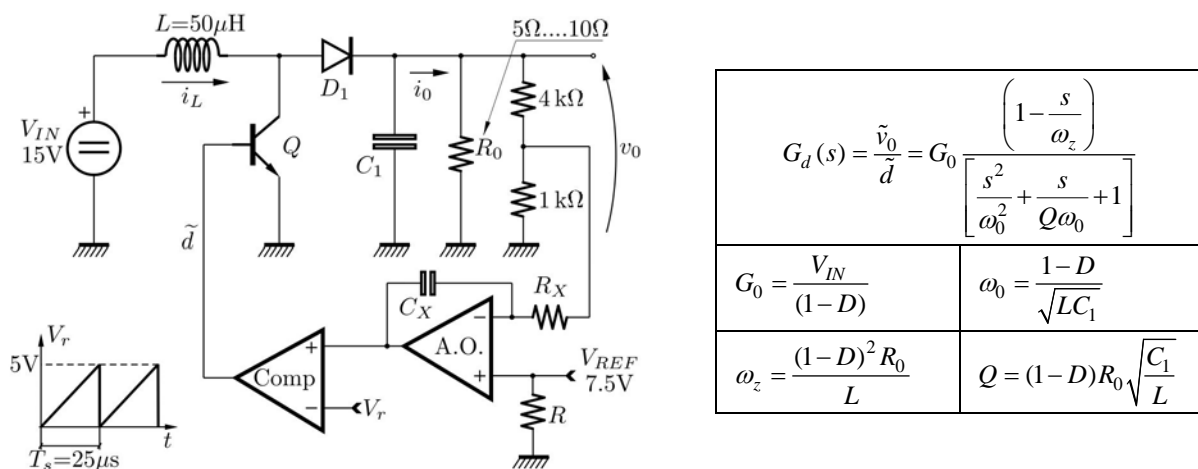


Fig. 1: Diagrama del sistema de control de tensión de un convertidor Boost.

a) A partir de los datos de la figura, determine la tensión de salida en estado estacionario y su correspondiente ciclo de trabajo. Asuma modo de conducción continua (CCM).

- b) Teniendo en cuenta la variabilidad de la resistencia de carga, verifique que, en estado estacionario, el sistema va a operar en CCM. Dibuje  $i_L$  para los valores extremos de  $R_0$  indicando en cada caso los valores máximo, mínimo y medio de la corriente. (Seis valores de corriente en total).
- c) Calcule el valor de  $C_1$  de modo de obtener, para el peor caso, un ripple pico a pico en la tensión de salida,  $\Delta V_0$  (debida a la componente de conmutación) de 900mV.
- d) Dibuje un diagrama en bloques del sistema de control indicando claramente las funciones transferencias de cada etapa.
- e) Considerando el valor de  $C_1$  calculado en c) y sin modificar el circuito, defina  $C_X$  y  $R_X$  de modo de obtener un sistema a lazo cerrado con un margen de fase mayor a  $45^\circ$  y con el máximo ancho de banda posible. Dibuje los diagramas de Bode de GH(s) correspondientes a los distintos casos de operación, indicando de forma clara los parámetros que considere pertinentes. Determine el ancho de banda y el margen de fase obtenidos en los diferentes casos.

## Problema 2

En la figura 2(a) se muestra el diagrama simplificado de un control de corriente para un imán superconductor de un sistema de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), en el cual se emplea un rectificador controlado por fase. Para la medición de la corriente se utiliza un sensor de ganancia  $K_S=0.1\Omega$ , el cual presenta la característica de no agregar resistencia en serie con la carga. La corriente en el imán superconductor debe ser capaz de seguir el perfil indicado en la figura 2(b), a los efectos de obtener el campo magnético deseado sobre la carga.

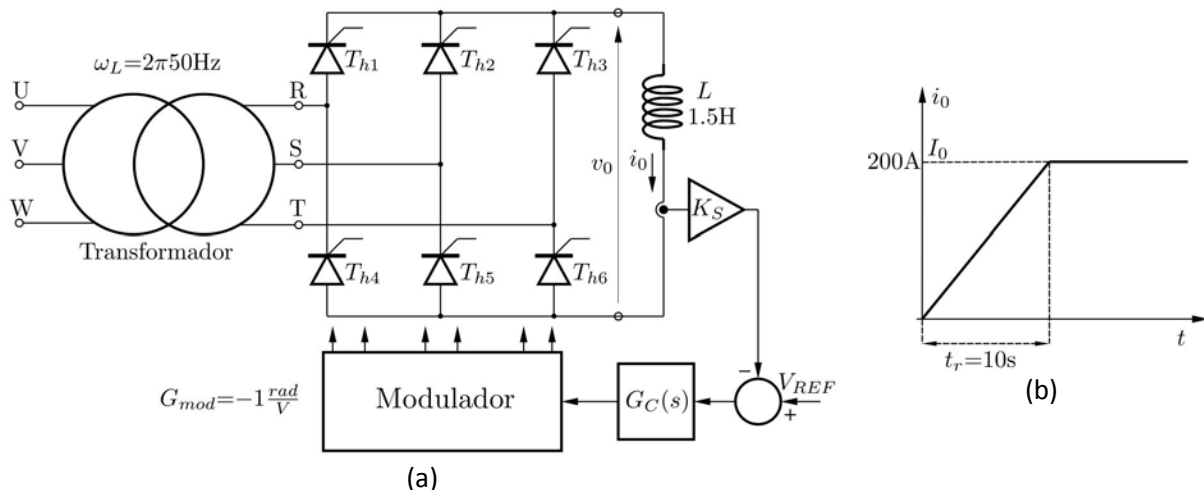


Fig. 2: Sistema de control de corriente de un imán superconductor.

- a) Asumiendo modo de conducción continua, defina la tensión pico mínima de línea en el secundario del transformador que permita satisfacer con la pendiente de corriente requerida en la carga. Adopte un valor para  $\alpha_{MIN}$  e indique los motivos que hacen necesaria la existencia de este límite. Considere una variación de  $\pm 5\%$  en la tensión de línea.
- b) Dibuje la tensión  $v_0$  en régimen permanente; es decir, considere que la corriente  $i_0$  es constante.
- c) Defina el compensador más simple que permita obtener:
- error nulo en régimen permanente en la corriente  $i_0$ ,
  - margen de fase mayor o igual a  $45^\circ$ ,
  - máximo ancho de banda posible.

Nota: Dibuje un diagrama de bloques del sistema de control.

- d) A partir del compensador propuesto en c), determine el error en el valor medio en la corriente  $i_0$  respecto de la referencia, para el peor caso, durante la etapa de rampa de subida.

## Problema 3

En la figura 3 se muestra un motor DC excitado en derivación a bordo de un buque de pesca operando con una red. El motor DC se emplea para recoger la captura o bien para liberar la red a medida que el buque avanza.

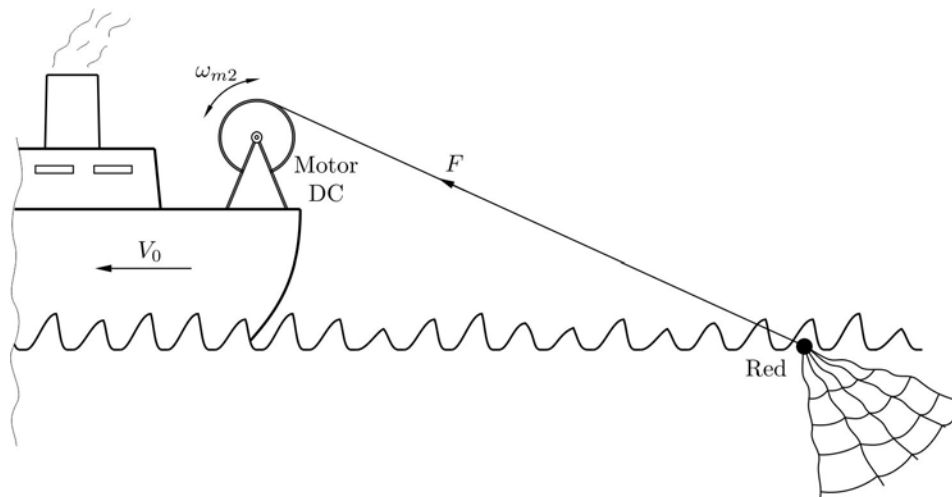
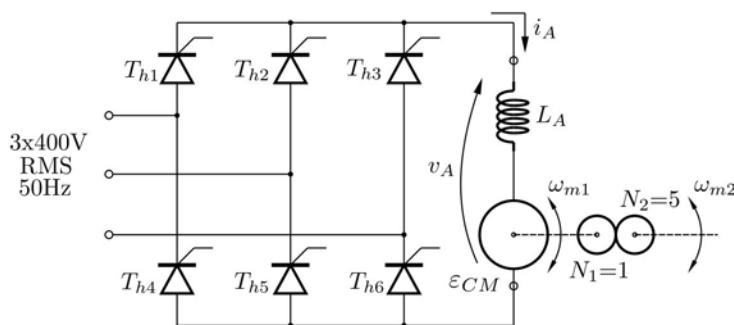


Fig. 3: Motor DC empleado para operar una red de pesca.

La máquina se comanda con un rectificador controlado como se muestra en la figura 4 desde una terna de  $400V_{RMS}$  a 50Hz (Tensión compuesta). Se asume que  $R_A \approx 0$  es despreciable. En cuanto a los datos del motor se resumen en la Tabla 1.

Nota1: notar el reductor de velocidad 5:1.

Nota2: asumir que en todo momento se cumple que:  $|V_0| > \omega_{m2}r$ , siendo  $r$  el radio del tambor donde se enrolla el cabo y  $V_0$  la velocidad del buque.



$L_A$	100mH
$V_{AN}$	500V
$P_N$	30HP
$B_{NOM}$	$10^{-2} [Js^2/rad^2]$
$\Omega_{NOM}$	300RPM
$k_W$	15.9 [Vs/rad]

Tabla 1: Datos del motor

Fig. 4: Esquema de control del motor DC.

- Definir  $\alpha_{MIN}$ ,  $\alpha_{MAX}$  de modo de que  $V_A \leq V_{AN}$ .
- Estimar el torque nominal  $T_N$  en régimen estacionario.
- Si el radio del enrollador es de  $0.3m=r$  y la máxima fuerza  $F$  de tracción sobre la red es de  $F_{MX}=8kN$ , calcular el máximo torque de modo de NO exceder el límite seguro para la red.
- Dibujar la forma de onda de tensión rectificadora aplicada al motor en S.S. cuando el motor gira a 63RPM recogiendo la red y cuando gira a -63RPM liberando la red. Graficar la corriente de una de las llaves en ambos casos asumiendo que  $F=6kN$  cuando el motor gira en ambos sentidos. Explicar que ocurre con la potencia de la red eléctrica en uno y otro caso.
- Dibujar un diagrama en bloques para un control de velocidad entre  $\pm 0.8 \Omega_{NOM}$ , considerando un compensador genérico  $G_c(s)$ . Asumir que se dispone de un taquigenerador ideal, con ganancia  $H_W=0.3 [Vs/rad]$  para la realimentación de velocidad. Nota: se realimenta sobre el eje motor, antes del reductor de velocidad.
- Plantee una modificación al sistema de control de velocidad anterior, de forma limitar el torque para evitar la rotura de la red de pesca.