

# SISTEMAS LINEALES 2

Examen, diciembre de 2017

- Escriba **nombre y apellido** en todas las hojas.
- Utilice las hojas de un solo lado. Resuelva problemas diferentes en hojas diferentes.
- Sea prolijo. Exprese sus resultados exactamente en el formato pedido. Explique y detalle todos sus pasos. Si algo no es claro para el evaluador, Ud. podría perder los puntos de la pregunta.
- Al entregar cuente las hojas y firme la planilla.
- No escriba ni raye el sobre.

## Problema 1

Cuando se solicita que un resultado se exprese sólo en función de algunos parámetros, sólo pueden aparecer dichos parámetros, el número de Euler ( $e$ ) y  $\pi$  en el resultado. No se admiten expresiones con puntos decimales.

1. En el circuito de la figura 1, el condensador  $C$  se encuentra inicialmente cargado a un voltaje  $v_c(0) = v_0 > 0$  en el sentido de la figura y la llave  $S$  está abierta. Además  $R = \frac{1}{C\omega_n}$  y  $L = \frac{1}{C\omega_n^2}$ . En  $t = 0$  se cierra la llave  $S$ .

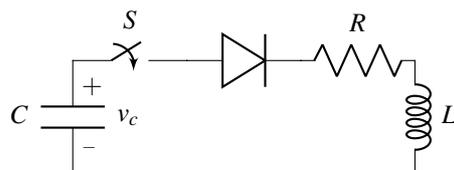


Figura 1: Circuito RLC con diodo

- a) A partir de un tiempo  $t_1$  y para todo tiempo  $t > t_1$  se cumple  $v_c(t) = v_f$  constante. Calcule  $t_1$  y  $v_f$ . Exprese  $v_f$  **únicamente en función de  $v_0$**  y  $t_1$  **únicamente en función de  $\omega_n$** .
  - b) Calcule el trabajo realizado sobre la resistencia en el intervalo  $[0, +\infty]$ . Exprese el resultado únicamente en función de  $v_0$  y  $C$ .
2. En el circuito de la figura 2 el condensador  $C_2$  y el transformador están inicialmente descargados y el condensador  $C$  tiene un voltaje inicial  $v_c(0) = v_0 > 0$ . El operacional es ideal y se asume que no satura. Al igual que en la parte anterior en  $t = 0$  se cierra la llave  $S$ .

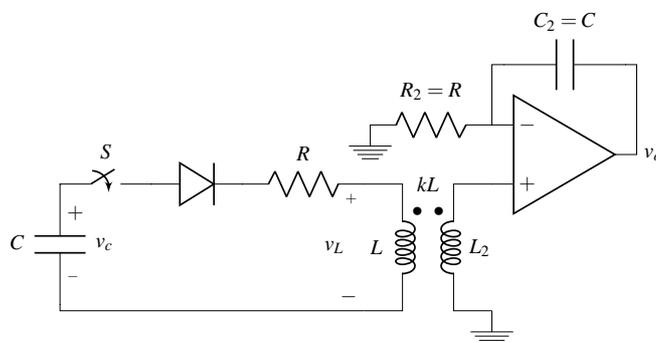


Figura 2:

- a) Calcule la potencia instantánea  $p(t)$  entregada a la resistencia  $R_2$  para todo instante positivo.
- b) Calcule  $v_o(t) \forall t > t_1$ . **Notar que no se pide el valor para  $t \leq t_1$ .**

c) Sabiendo que:

$$\int_0^{t_1} v_L^2(t) dt = \frac{v_0^2}{2\omega_n} \left(1 - e^{-\frac{2\pi}{\sqrt{3}}}\right),$$

calcular el trabajo entregado por el operacional en el intervalo  $t \in [0, +\infty)$ .

**Sugerencia:** Puede ser de utilidad el siguiente resultado:  $\arctan(\sqrt{3}) = \frac{\pi}{3}$ .

### Problema 2

- En el circuito de la figura 3 los operacionales son ideales, alimentados con fuentes  $+/- V_{cc}$ . Las tensiones  $V_A$  y  $V_B$  son fijas y cumplen  $V_A > V_B$ . La resistencia  $r$  es **muy** pequeña.

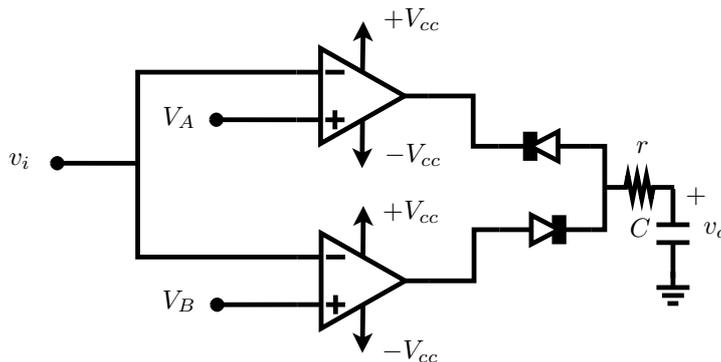


Figura 3:

- Muestre que el circuito se comporta como un Schmitt Trigger y calcule el ancho de la ventana de histéresis. Justificar.
- En el circuito de la figura 4 el operacional es ideal y las llaves  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$  se manejan como se describe en la figura 5 con  $T = 10RC$ .

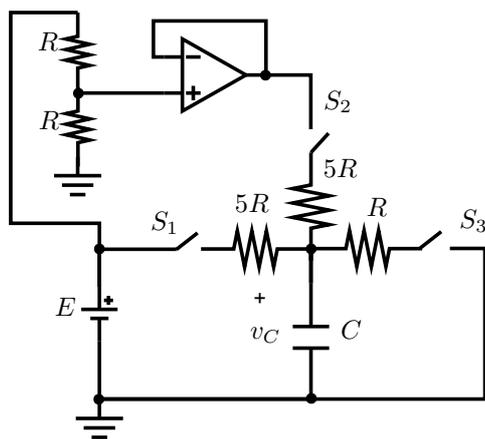


Figura 4:

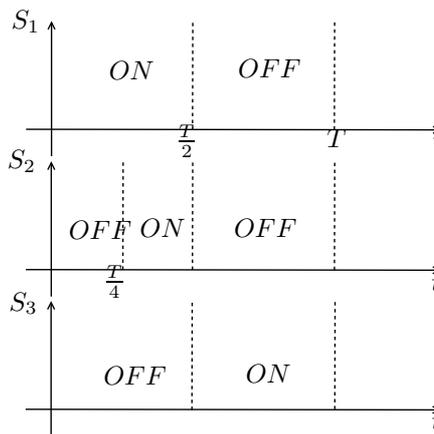


Figura 5:

- Determinar una condición para que la tensión del condensador se encuentre en régimen periódico. Justificar.
- Bosquejar la tensión de condensador en régimen periódico.

### Problema 3

Las figuras 6 y 7 representan dos clases de cuadripolos que denominaremos *A* y *D* (*amplificador* y *divisor* respectivamente). El triángulo indica el puerto 1 del cuadripolo.

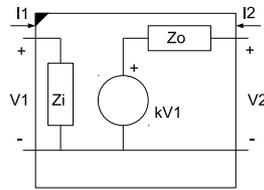


Figura 6: Cuadripolo tipo A

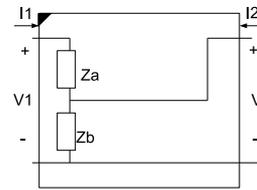


Figura 7: Cuadripolo tipo D

- Obtenga el modelo de impedancias de vacío para cada tipo de cuadripolo. Son recíprocos?.
- Muestre que las conexiones cascada *AD*, *DA* y *AA* de cuadripolos  $A_i$  y  $D_i$  es un cuadripolo *A*. Se sugiere usar equivalentes Thevenin para obtener los respectivos modelos en impedancias de vacío en función de los parámetros de los cuadripolos originales. Puede usar la notación  $\parallel$  para denotar el paralelo de dos impedancias.

Note que una consecuencia de la parte **b** es que una conexión cascada de varios cuadripolos (al menos uno tipo *A* y todos tipo *A* o *D*) es equivalente a un cuadripolo tipo *A*. Considere el **circuito** realimentado de la figura 8 donde  $A_1$  y  $A_2$  son cuadripolos de tipo *A*. Suponga que el sistema está bien planteado y que  $Z_i^1 = \infty$ .

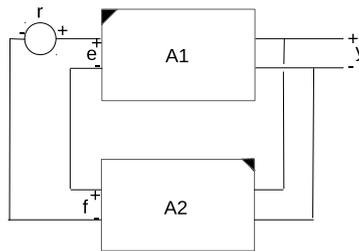


Figura 8: Circuito realimentado

- Realice un diagrama de bloques indicando explícitamente las señales  $R(s)$ ,  $E(s)$ ,  $F(s)$  y  $Y(s)$ ; calcule las transferencias  $H(s) = \frac{Y(s)}{E(s)}$  y  $C(s) = \frac{F(s)}{Y(s)}$ .
- Calcule la ganancia de lazo abierto  $G_{ol}$  a partir del diagrama de bloques.
- Se abre el lazo en el circuito, como en la figura 9. Calcule la ganancia  $G_1(s) = \frac{Y(s)}{V(s)}$ . Que relación debe darse entre los parámetros de los cuadripolos  $A_1$  y  $A_2$  para que  $G_{ol} = G_1$ ?

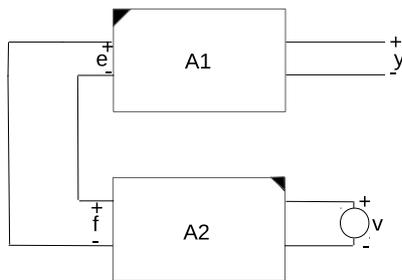


Figura 9: Circuito abierto, modo 1

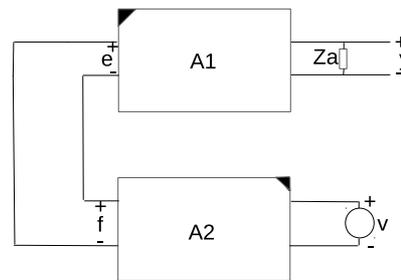


Figura 10: Circuito abierto, modo 2

- Se abre el lazo como se muestra en la figura 10. Calcule la ganancia  $G_2(s) = \frac{Y(s)}{V(s)}$ . Como debe elegirse la impedancia auxiliar  $Z_a$  para que  $G_2 = G_{ol}$ ?