

Instituto Tecnológico de Massachussets
Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática

6.002 – Circuitos electrónicos
Otoño 2000
Prueba 2

- Por favor, indique su nombre en el espacio reservado más adelante y rodee el nombre de su profesor de la clase de repaso y el horario la misma.
- Por favor, compruebe que su examen consta de 13 páginas.
- En la medida de lo posible, realice los ejercicios en las páginas del examen. En concreto, trate de realizar las preguntas en el espacio que se proporciona para cada una de ellas, o, de no ser posible, en el reverso de la página anterior a la pregunta. Puede utilizar, si es necesario, los folios en blanco disponibles al final del examen.
- Puede utilizar un folio (escrito por ambas carillas) de apuntes durante el examen.
- ¡Buena suerte!

<u>Problema</u>	<u>Puntuación</u>
1	
2	
3	
4	
5	
<hr/>	
Total	

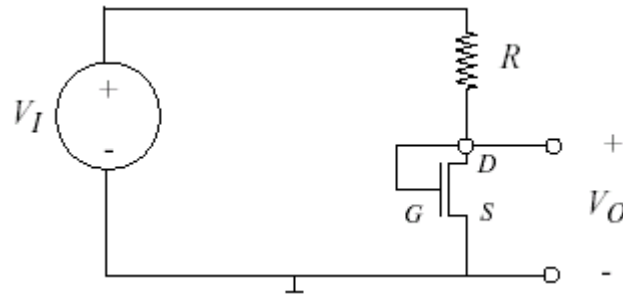
Nombre: _____

Profesor:	Senturia	Wilson	Parker	Hagelstein	Sussman
Horario:	9 10	10 11	11 12	12	14 15

Problema 1 – 15 puntos

Considere el siguiente divisor de tensiones. Suponga que el MOSFET funciona en su región de saturación, de forma que:

$$i_{DS} = \frac{K}{2}(v_{GS} - V_T)^2$$



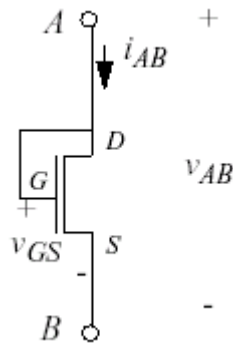
(A) Dados $V_I = 5V$, $K = 2mA/V^2$ y $V_T = 1V$, halle R tal que $V_O = \frac{1}{2} V_I$.

(B) Suponga que $V_I = 5V$, $K = 2mA/V^2$ y $V_T = 1V$. Dado que R se selecciona de forma que $V_O = \frac{1}{2} V_I$, demuestre que el MOSFET funciona en su región de saturación.

Problema 2 – 10 puntos

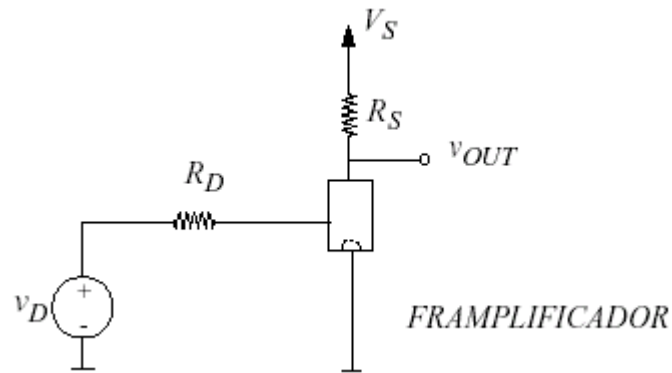
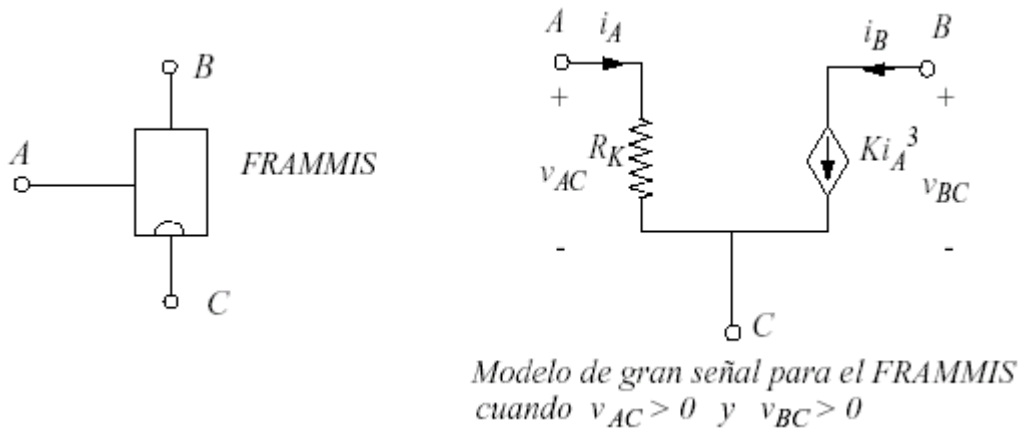
Desarrolle el modelo de pequeña señal para un dispositivo de dos terminales formado por un MOSFET cuya puerta está sujeta a su drenaje (véase más adelante), que funciona según la disciplina de saturación. Bajo la disciplina de saturación, el MOSFET se caracteriza por la siguiente ecuación:

$$i_{DS} = \frac{K}{2}(v_{GS} - V_T)^2$$



Problema 3 – 25 puntos

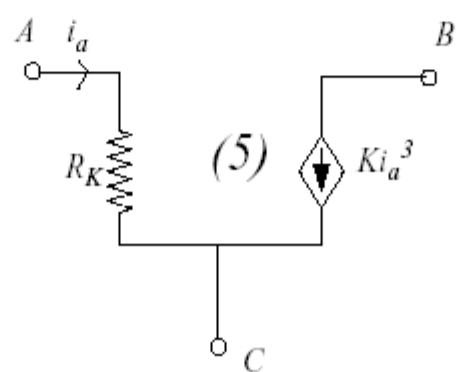
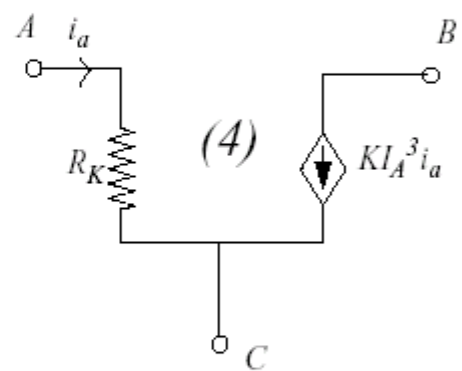
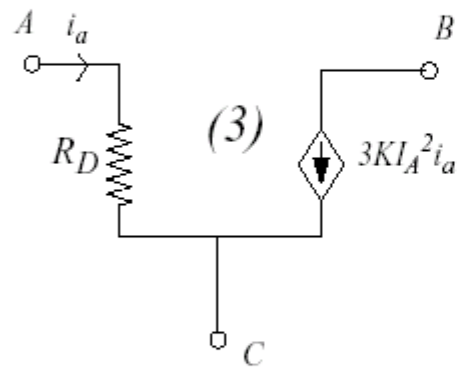
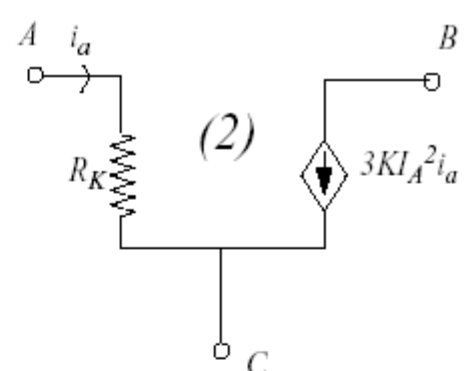
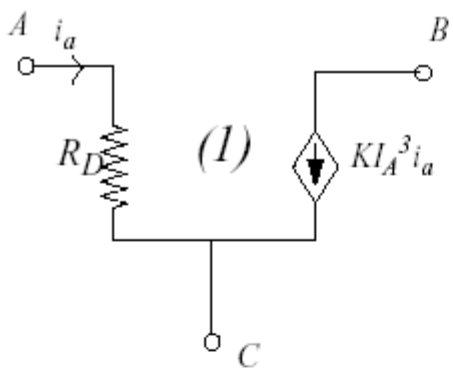
A continuación se muestran un dispositivo de tres terminales denominado *Frammis*, su modelo de gran señal y un amplificador basado en el *Frammis*.



(A) Dibuje el circuito equivalente de gran señal para el *Framplificador*.

(B) Determine v_{OUT} en función de v_D .

(C) Suponga que $i_A = I_A + i_a$, donde i_a es una señal gradual e I_A una corriente de punto de funcionamiento. Para $I_A \geq 0$, ¿cuál de los cinco modelos que se indican a continuación representa un modelo válido de pequeña señal para el dispositivo *Frammis*? (Rodee con un círculo su respuesta).



(D) A continuación, suponga que $v_D = V_D + v_d$ y $v_{OUT} = V_{OUT} + v_{out}$, donde v_d y v_{out} son señales graduales, y V_D y V_{OUT} son las tensiones del punto de funcionamiento. Suponga que se conocen los valores de V_D y V_{OUT} . Halle la ganancia de pequeña señal A determinada por:

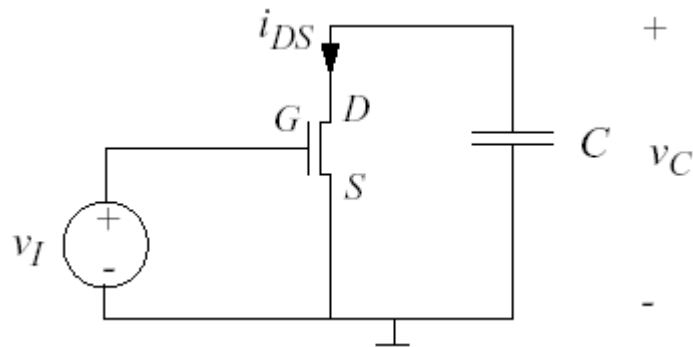
$$A = \frac{v_{out}}{v_d}$$

Problema 4 – 25 puntos

Considere el circuito que se muestra a continuación y que consta de un MOSFET y un condensador cuyo valor es $C = 0.1\mu F$. Según la disciplina de saturación, el MOSFET se caracteriza por la ecuación:

$$i_{DS} = \frac{K}{2}(v_{GS} - V_T)^2$$

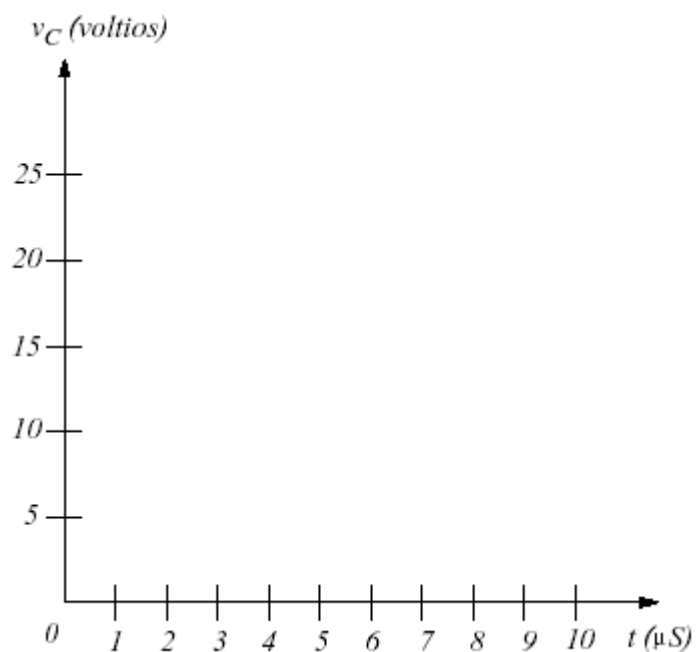
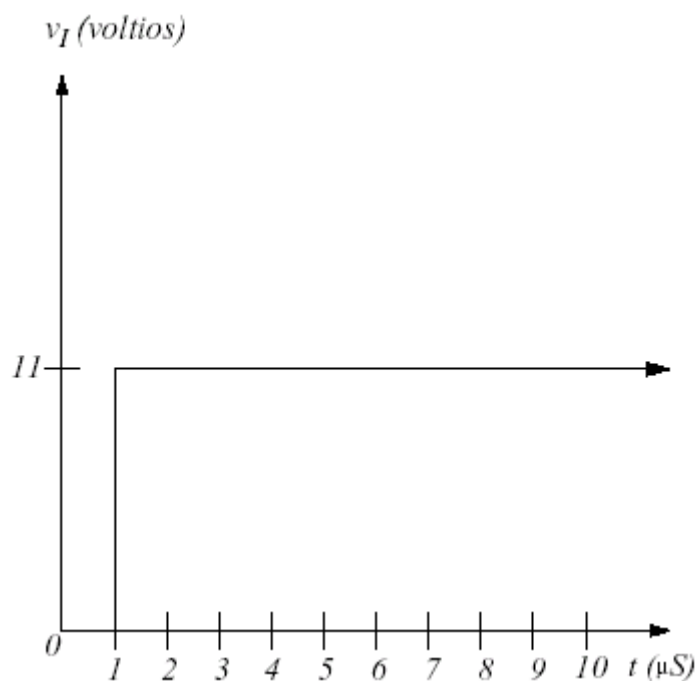
donde $K = 2mA/V^2$ y $V_T = 1V$.



(A) Escriba las limitaciones en v_C y v_I de forma que se cumpla la disciplina de saturación.

(B) Desarrolle una ecuación diferencial que relacione v_C y v_I cuando el MOSFET funciona en su región de saturación.

(C) Trace v_C en función del tiempo t para $0 \leq t \leq 10 \mu S$ dada la entrada v_I , como se muestra a continuación. Suponga que $v_C(0) = 20$ voltios. Marque claramente los valores de v_C para $t = 0$, $t = 1 \mu S$ y $t = 10 \mu S$.



Problema 5 – 25 puntos

(A) El profesor Will Spark trae a clase un condensador de $100\mu\text{F}$ cargado con 1000 voltios. Durante la clase lo descarga con un cortocircuito, produciendo una chispa y un crujido audible; demostrando, por tanto, que contiene energía considerable. A continuación, el profesor carga de nuevo el condensador a 1000 voltios y lo conecta a una resistencia de $100\text{K}\Omega$ mediante un interruptor, tal y como se muestra en la figura A. Seguidamente le pasa el condensador a un estudiante de primera fila para demostrar que es seguro tocarlo. ¿Cuánto tiempo debería esperar para asegurarse que por las terminales del condensador pasan menos de 50 voltios antes de que alguien lo pueda tocar? (Si no dispone de calculadora, puede simplificar su respuesta).

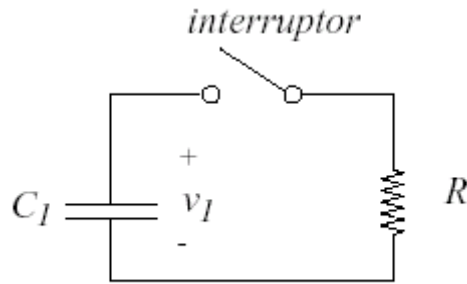


Figura A

(B) Uno de los estudiantes de la clase sugiere que sería más rápido descargar el condensador a través de una resistencia en un segundo condensador C_2 que inicialmente está descargado. En la figura B se indica el proceso. Escriba una ecuación diferencial que pueda resolverse para la corriente i una vez se haya cerrado el interruptor en el circuito de la siguiente figura.

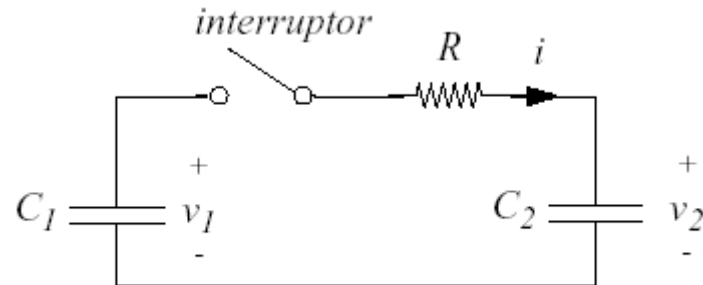


Figura B

(C) Si C_2 tiene la mitad de capacitancia que C_1 , ¿Cuál es la constante de tiempo característica para el circuito de la figura B una vez se cierre el interruptor?

(D) Si suponemos que C_1 tiene una carga inicial de 1000 voltios y que C_2 está inicialmente descargado, ¿cuál es el valor inicial de la corriente i en el momento en que se cierra el interruptor?

(E) A continuación, determinará si la idea que proponía uno de los estudiantes para descargar el condensador, presentada en la figura B, era buena. Por consiguiente, según el criterio de seguridad de 50 voltios, demuestre que el profesor Spark nunca puede pasar el condensador C_1 de mano en mano, o determine el tiempo que el profesor debe esperar para que los estudiantes puedan manipular el condensador C_1 una vez se haya cerrado el interruptor. Suponga que, al igual que en el apartado (C), C_2 tiene la mitad de capacitancia que C_1 , y que, como en el apartado (D), C_2 está inicialmente descargado y que C_1 tiene una carga de 1000 voltios.