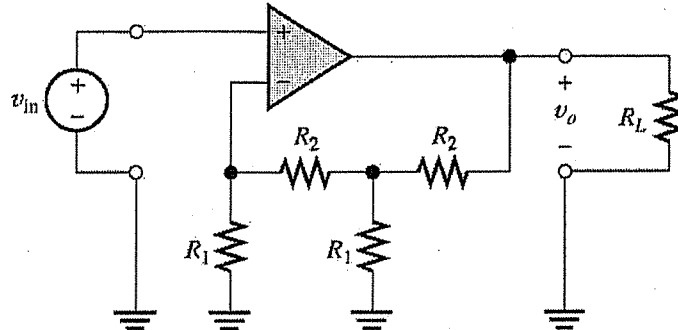


APELLIDOS Y NOMBRE:

RESULUCION

2ª PARTE DEL EXAMEN.-EJERCICIOS DE RESPUESTA CALCULADA

GRUPO 1.- AMPLIFICADORES OPERACIONALES.- Sea el circuito de la figura:



A) A.O. ideal. $R_1 = 1k$ $R_2 = 10k$. $R_L = 1k$,

Se pide:

1º) Expresión literal simplificada de la ganancia en tensión en continua, en función de las resistencias representadas: (Sugerencia: aplicar Thévenin)

$A_v = v_o/v_{in} = 1 + \frac{R_2}{R_1} + 3 \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_1^2 + R_2^2 + 3R_1R_2}{R_1^2}$

2º) Valor numérico anterior:

Calcular la ganancia en tensión v_o/v_{in} $1 + 10^2 + 3 \times \frac{10}{1} = 131$

B) Si el A.O. es un LM741, con las siguientes características típicas:

$V_{OS} = 2$ mV (Tensión de desviación a la entrada.)

$I_{OS} = 50$ nA (Corriente de desviación a la entrada)

$I_{BIAS} = 150$ nA Corriente de polarización de las entradas (entrantes).

$A_{VOL} = 200$ V/mV ≈ 200.000 (Ganancia en modo diferencial en lazo abierto en continua)

$R_{in} = 2$ Megohms (Resistencia de entrada en modo diferencial)

$R_{OUT} = 75$ ohmios (Resistencia de salida en lazo abierto)

$I_{SC} = 25$ mA (Corriente máxima antes de entrar la protección contra sobre corriente)

$SR = 0,5$ V/ μ s

$f_t = 1$ Mhz. $V_{sat\ positiva} = +15$ voltios $V_{sat\ negativa} = -15$ voltios

Si en el circuito de la figura, la ganancia en continua v_o/v_i vale 131, se pide:

3	Si la señal de entrada es senoidal, a qué frecuencia la tensión de salida estará desfasada respecto de la entrada 30° en retraso	4,41 KHz
4	Trabajando a una frecuencia de 15 KHz, (senoidal), si la señal de entrada tiene un valor de pico positivo de 100 mV, cual es el valor de pico positivo a la salida: $59,4 \times 100 \text{ mV}$	5940 5,94V
5	Con la entrada a masa, y considerando nada mas el efecto de V_{OS} , evaluar el máximo valor previsible de la tensión de salida, (valor absoluto) $2 \text{ mV} \times 131$	262 mV.
6a	Con la entrada a masa, y considerando nada mas el efecto de I_{BIAS} , evaluar el máximo valor previsible de la tensión de salida, (valor absoluto)	179 mV.
	Con la entrada a masa, y considerando nada mas el efecto de I_{OS} , evaluar el máximo valor previsible de la tensión de salida, (valor absoluto)	3 mV.
	Evaluar la máxima tensión previsible a la salida en el peor de los casos de que los tres efectos anteriores se superpongan	2729 mV.

Nota: 1ª Parte Test V/F. Respuesta correcta 1p. Respuesta incorrecta -0,5. Sin contestar 0 p.

2ª Parte ejercicio de respuesta calculada:

Se deben rellenar las casillas con los datos pedidos. Cada respuesta numérica correcta 1 pto.

Las justificaciones de las respuestas se entregarán en hojas adjuntas.

1ª parte del examen 40% 2ª Parte: 60%. Para promediar, nota mínima de cada ejercicio 3,5 p.

APELLIDOS Y NOMBRE:

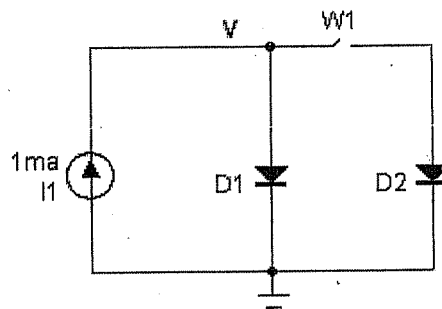
AMPLIFICADOR OPERACIONAL (CONT)

Valor de la resistencia que pondría en serie con la fuente, para minimizar el efecto de I_{BIAS} $R_1 \parallel (R_2 + R_1 \parallel R_2) = 9.16 \Omega$	916 Ω
Con $R_L = 220 \text{ ohmios}$, y $v_{in} = +1 \text{ v. (c.c.)}$, valor de la tensión V_o $25 \mu A \times 220$	5.5 V.
Con $R_L = 270 \text{ ohmios}$, y $v_{in} = +1 \text{ v. (c.c.)}$, valor de la tensión v 51.6 mV	67.5 mV

El LM741 anterior se configura como amplificador no inversor de ganancia 10. V_{in} senoidal de 30 KHz. Se pide máximo valor de pico de V_{in} antes de que empiece a aparecer distorsión a la salida debida al S.R.	265 mV
---	--------

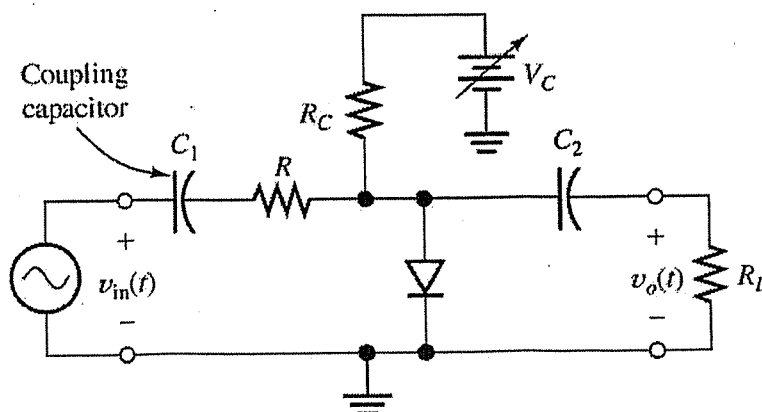
GRUPO 2.- DIODOS

2.1 Sea la figura:



Los diodos son idénticos. Tienen un valor de $\eta=1,5$ y están a 300° K . Antes de cerrar el interruptor la tensión v es de 600mV. Hallar v después de cerrar el interruptor	573 mV
Los diodos son idénticos. Tienen un valor de $\eta=2$, y están a 300° K . Antes de cerrar el interruptor la tensión v es de 600mV. Hallar v después de cerrar el interruptor	563 mV
Con el interruptor abierto, la temperatura de la unión aumenta a 100° C . ¿Cuál será la nueva tensión en terminales de D1. ($\eta=1$, y $T_i = 300^\circ \text{ K}$) $10^\circ \text{ C} = 27^\circ \text{ C}$	$600 \text{ mV} - 54 \text{ mV} = 546 \text{ mV}$

2.2 -Sea el circuito de la figura:



Nota: 1ª Parte Test V/F. Respuesta correcta 1p. Respuesta incorrecta -0,5. Sin contestar 0 p.

2ª Parte ejercicio de respuesta calculada:

Se deben rellenar las casillas con los datos pedidos. Cada respuesta numérica correcta 1 pto.

Las justificaciones de las respuestas se entregarán en hojas adjuntas.

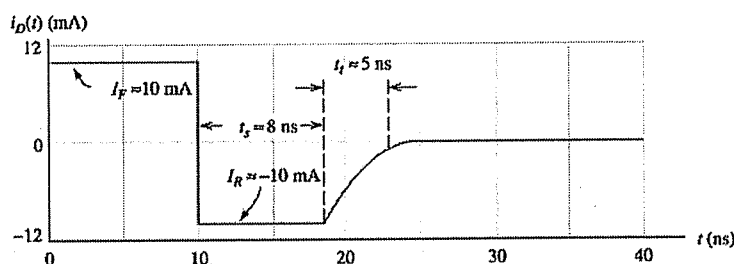
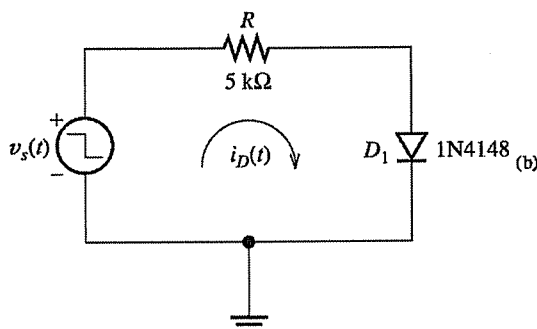
1ª parte del examen 40% 2ª Parte: 60%. Para promediar, nota mínima de cada ejercicio 3,5 p.

APELLIDOS Y NOMBRE:

$R=1k$. $R_C=10k$. $R_L=1Meg$. Diodo de silicio a $27^\circ C$. ($V_{DQ} \approx 0,6$ voltios). Capacidades lo suficientemente elevadas como para suponerlas cortocircuitos a efectos de la componente alterna.
Se pide:

Con V_C ajustada a 1,6 voltios, en ausencia de señal, valor de I_{DQ}	0'1 mA
Valor de la resistencia dinámica del diodo (r_d) en ese punto de trabajo	260 Ω
Si superponemos una señal alterna $v_{in}(t)$, incremental, ¿Cuánto valdrá la atenuación v_o/v_i	0'21
Si deseamos que la corriente instantánea total a través del diodo no supere $\pm 10\%$ del valor de I_{DQ} , valor máximo de pico que puede tener la señal $v_{in}(t)$	12'6 mV
Si la tensión V_C es negativa de valor 10 voltios. ¿Cuál es la máxima tensión de pico de una senoidal que se puede aplicar para que en ningún momento entre a conducir el diodo ($v_T=0,5$ voltios)	11'53 V
Evaluar la capacidad C_1 para que la frecuencia de corte del circuito equivalente en alterna sea de 100 Hz.	1'26 $\times 10^{-6}$ F
Evaluar la capacidad C_2 para que a 100 Hz la podamos considerar prácticamente un cortocircuito. (Frecuencia de corte de C_2-R_L 10 Hz)	16 nF

2.3- Sea el circuito de la figura. La forma de onda de la tensión $v_s(t)$ es igual a +50 voltios hasta que $t=10ns$, pasa a -50 voltios. La corriente medida a través del diodo es la indicada.



Con los datos gráficos representados, evaluar la carga acumulada cuando el diodo está polarizado directamente, debida a la "capacidad de difusión", expresada en microculombios	80 nC
Con los datos gráficos representados, evaluar el valor de τ_p (tiempo de transición), expresado en nanosegundos	8 ns
Si sustituimos la resistencia R , por otra de 500 ohmios, y la tensión negativa de $v_s(t)$ por -5 voltios, evaluar cuanto valdrá el tiempo de almacenamiento t_s .	8 ns

$$I_F = \frac{50-0}{500} = 0'1 \text{ Amp}$$

$$Q_d = 0'1 \times 8 \times 10^{-9} = 8 \times 10^{-10} \text{ culomb}$$

$$t_s \times 0'1 = Q_d = 8 \times 10^{-10} \quad t_s = \frac{8 \times 10^{-10}}{0'1} = 8 \text{ ns}$$

Nota: 1ª Parte Test V/F. Respuesta correcta 1p. Respuesta incorrecta -0,5. Sin contestar 0 p.

2ª Parte ejercicio de respuesta calculada:

Se deben rellenar las casillas con los datos pedidos. Cada respuesta numérica correcta 1 pto.

Las justificaciones de las respuestas se entregarán en hojas adjuntas.

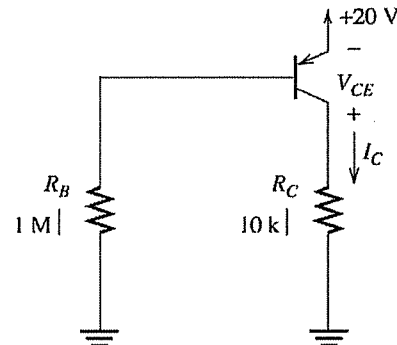
1ª parte del examen 40% 2ª Parte: 60%. Para promediar, nota mínima de cada ejercicio 3,5 p.

APELLIDOS Y NOMBRE:

GRUPO 3.- TRANSISTORES

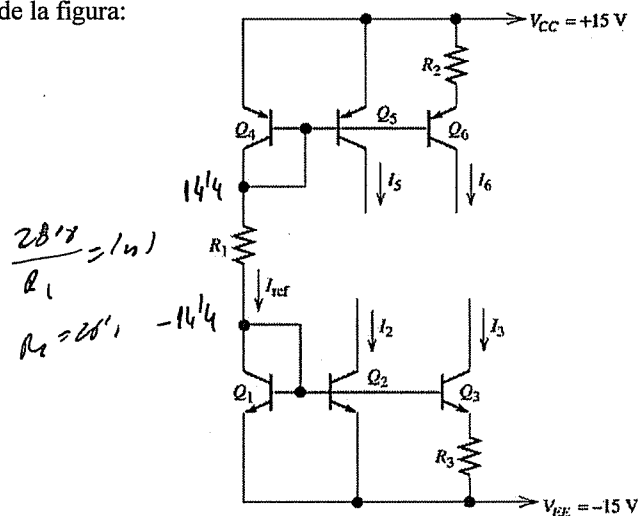
3.1.- Sea el circuito de la figura: Transistor de Silicio PNP

$|V_{CES}|=0,2$ voltios. $|V_{BES}|=0,8$ voltios. $|V_{BEQ,activa}|=0,6$ voltios



Con $\beta=50$ evaluar el valor de I_C , considerando positivo el sentido indicado	0'97 mA
Con $\beta=50$ evaluar el valor de V_{CE} , considerando positivo el sentido indicado	-10'3 V.
Con $\beta=150$ evaluar el valor de I_C , considerando positivo el sentido indicado	1'97 mA mA
Con $\beta=150$ evaluar el valor de V_{CE} , considerando positivo el sentido indicado	-0'2 V.

3.2.- Sea el circuito de la figura:



Todos los transistores son iguales, salvo que unos son NPN y otros PNP, y además, Q_5 tiene diferente área relativa. Todos están a la misma temperatura. Suponga que la β tiene un valor muy alto para todos los transistores, de modo que las corrientes de base pueden despreciarse. Queremos diseñar el circuito de modo que $I_2=1\text{mA}$, $I_3=50\text{ }\mu\text{A}$, $I_5=3\text{ mA}$, $I_6=100\text{ }\mu\text{A}$.

Hallar los valores de las resistencias:

$R_1=$ 28'8 kΩ	$R_2=$ 600 Ω
$R_3=$ 1.560 Ω	A_5 (Área relativa respecto a los demás)= 3

Nota: 1ª Parte Test V/F. Respuesta correcta 1p. Respuesta incorrecta -0,5. Sin contestar 0 p.

2ª Parte ejercicio de respuesta calculada:

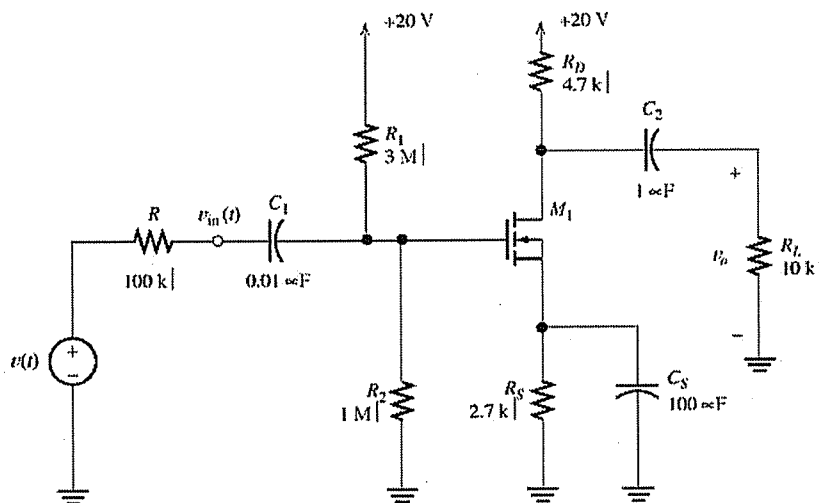
Se deben rellenar las casillas con los datos pedidos. Cada respuesta numérica correcta 1 pto.

Las justificaciones de las respuestas se entregarán en hojas adjuntas.

1ª parte del examen 40% 2ª Parte: 60%. Para promediar, nota mínima de cada ejercicio 3,5 p.

APELLIDOS Y NOMBRE:

3.3.- Sea el circuito de la figura:



Considere el amplificador en fuente común de la figura. Las capacidades se pueden considerar cortocircuitos para las frecuencias de trabajo.

El transistor NMOS tiene los parámetros siguientes:

$$K = (k/2) = 1 \text{ mA/V}^2 \quad \lambda = (1/V_A) = 0 \quad V_{to} = 2 \text{ voltios.}$$

Se pide

1º) En ausencia de señal:

Punto de operación del transistor:

$$I_{DQ} = 0.773 \text{ mA}$$

$$V_{DSQ} = 14.2 \text{ V}$$

$$V_{GSQ} = 2.88 \text{ V}$$

$I_{DQ} =$	1.773 mA
$V_{DSQ} =$	14.2 V
$V_{GSQ} =$	$V_G - V_S = 5 -$

$$V_G = 2.88 \text{ V}$$

$$V_S = 0 \text{ V}$$

$$V_G - V_S = 2.88 \text{ V}$$

$$3.92 \text{ V}$$

2º) Con señal aplicada

Abcisa en el origen de la recta estática de carga en voltios	20 V	Máximo valor pico a pico de la c.a. a la salida sin distorsión	$V_o - V_{DSQ} = 2.5 \text{ V}$
Ordenada en el origen de la recta estática de carga en mA	2.7 mA	Ganancia en tensión v_o/v_{in} (suponiendo señal incremental)	5.66
Abcisa en el origen de la recta dinámica de carga en voltios	16.7 V	Impedancia de entrada v_{in}/i_{in} (suponiendo señal incremental)	$1 \text{ M} \parallel 10 \text{ k} = 0.73 \text{ M} \Omega$
Ordenada en el origen de la recta dinámica de carga en mA	3.2 mA	Impedancia de salida (Excluyendo R_L) (suponiendo señal incremental)	$R_D = 4.7 \text{ k}$

Nota: 1ª Parte Test V/F. Respuesta correcta 1p. Respuesta incorrecta -0,5. Sin contestar 0 p.

2ª Parte ejercicio de respuesta calculada:

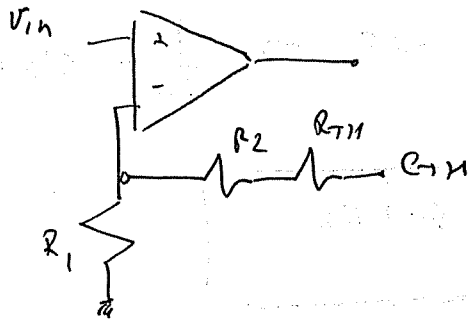
Se deben rellenar las casillas con los datos pedidos. Cada respuesta numérica correcta 1 pto.

Las justificaciones de las respuestas se entregarán en hojas adjuntas.

1ª parte del examen 40% 2ª Parte: 60%. Para promediar, nota mínima de cada ejercicio 3,5 p.



2.ª PARTE.-



$$V = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_{TH}} R_{TH} = V^+ = V_{in}$$

$$V_{in} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_{TH}} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_O$$

$$V_{in} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_{TH}} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_O = 0.074 \cdot 0.091 V_O$$

$$V_O = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{R_1 + R_2 + R_{TH}}{R_1} =$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1^2} \left(R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) =$$

$$= \frac{R_1 + R_2}{R_1^2} \left(\frac{(R_1 + R_2)^2 + R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$= \frac{R_1^2 + R_2^2 + 2 R_1 R_2 + R_1 R_2}{R_1^2} =$$

$$1 + \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^2 + \frac{2 R_1 R_2}{R_1^2} =$$

$$\frac{V_O}{V_i} = 1 + \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^2 + 2 \left(\frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$2.) \quad \frac{v_o}{v_{in}} = 131$$

$$f_B = \frac{f_z}{131} = \frac{1 \text{ MHz}}{131} = 7623'6 \text{ Hz}$$

$$\frac{v_o}{v_i}(\omega) = \frac{131}{1 + j \frac{f}{f_B}}$$

$$\arg \frac{v_o}{v_i} = 0 - \arctan \frac{f}{f_B} = -90^\circ \Rightarrow \frac{f}{f_B} = 0.577$$

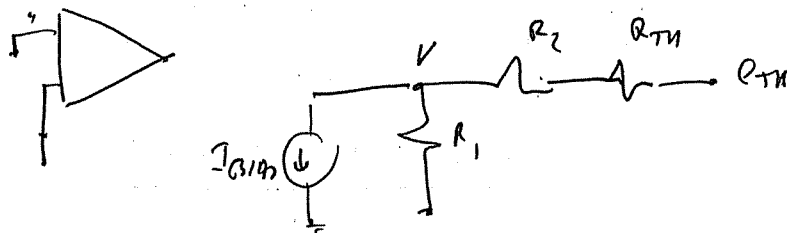
$$(3-) \quad f = 4.407 \text{ Hz}$$

$$4-) \quad \left| \frac{v_o}{v_i} \right| = \frac{131}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_B}\right)^2}} = \frac{131}{\sqrt{1 + \left(\frac{15}{4.407}\right)^2}} = 59'4$$

$$59'4 \cdot 100 \text{ mV} = \underline{\underline{5'94 \text{ V}}}$$

$$5-) \quad 2 \text{ mV} \times 131 = 262 \text{ mV}$$

6.)



$$V = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_{TH}} I_{BIAS} - \frac{(R_1 \parallel (R_2 + R_{TH}))}{R_1} I_{BIAS} = 0$$

$$R_{TH} = \frac{(R_1 + R_2 + R_{TH}) (R_1 \parallel (R_2 + R_{TH}))}{R_1} I_{BIAS}$$

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_o =$$

$$v_o = \frac{R_1 + R_2}{R_1^2} \left((R_1 + R_2 + R_{TH}) (R_1 \parallel (R_2 + R_{TH})) \right) I_{BIAS}$$

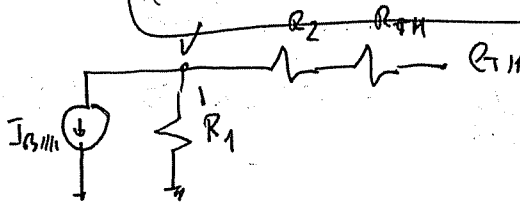
$$R_1 = 1 \text{ k} \quad R_2 = 10 \text{ k} \\ R_{TH} = R_1 \parallel R_2 = 0.91$$

$$\frac{11 \text{ k} \times 11.914 \times 0.676 \text{ k}}{1 \text{ k}^2} \approx 54.710^3 \text{ A} \approx 15 \text{ nA}$$



Asignatura Fecha

$(S_i \cdot V = 0 \Rightarrow V_{01} = 0 \Rightarrow R_{TH} = (R_2 + R_{TH}) I_{0111})$



$$\frac{14}{14 + 10k + 0.91k}$$

$$V = - [R_1 \parallel (R_2 + R_{TH})] I_{0111} + \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_{TH}} R_{TH}$$

$$R_{TH} = R_1 \parallel R_2 = 0.91k\Omega$$

$$R_1 \parallel (R_2 + R_{TH}) = 0.91k \parallel (10k + 0.91k) = 0.916k$$

$$V = -0.916k I_{0111} + 0.074 R_{TH} \approx 0$$

$$R_{TH} = \frac{0.91k \times I_{0111}}{0.074} = 1.875 \times 10^{-2} V$$

$$= \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_0 = 1.875 \times 10^{-2}$$

$$V_0 = 1.65 \mu V$$

$$R_{TH} = 1.625 \times 10^{-2} V$$

$$V_0 = 1.65 \times 10^{-2} \times 11 = 1.815 \times 10^{-2} V$$

El efecto debido a I_0 es el mismo que en el caso anterior pero I_0 en lugar de I_{0111} , $I_0/2$.

$$1.815 \times 10^{-2} \times$$

0.9. $\Rightarrow$

$$V_0 =$$

$$\frac{1.815 \mu V \times 150}{150} = 1.815 \mu V$$

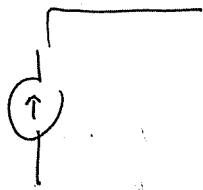
Si $R_2 = 220\Omega$, $V_{i_2} = 1V$.

Don saturation de courant et tension.

$V_0 = 131-1 = 131V$ $\rightarrow$ saturation en tension

$V_0 = 15$ $\frac{15}{220} = 67mA \Rightarrow 25mA \Rightarrow$

saturation de en courant



$V_0 = 25mA \times 220\Omega = 5.5V$

$5.5 + 0.61 = 55mV$

$R = 270\Omega$ $V_0 = 6.75V \Rightarrow V = 67.5mV$

puissance dissipée:

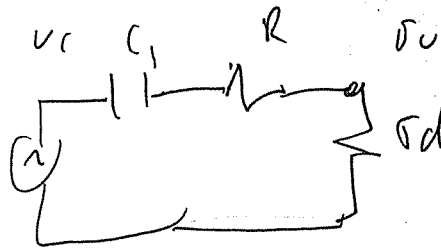
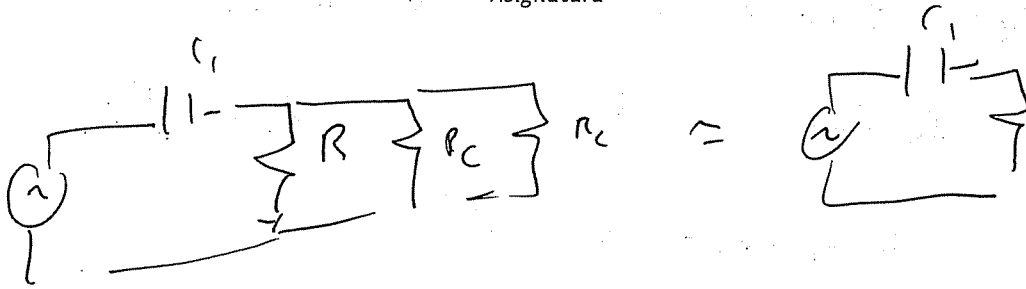
$P_i = 0.074 + 0.091V_0 = 31.6mW$

$V_0 = V_m \sin \omega t$

$\frac{dV_0}{dt} = \omega V_m \cos \omega t \Big|_{\omega t = \frac{\pi}{2}} = 2\pi f V_m < 5R$

$V_m < \frac{0.5 \times 10^{-6}}{2\pi \times 30 \times 10^3} = 2.65V$

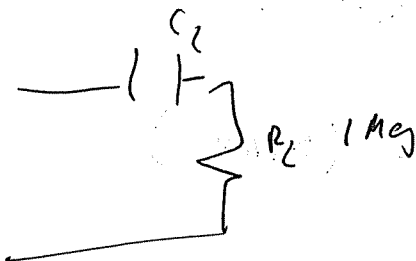
$\frac{2.65}{10} = 265mV$



$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{r_d}{r_d + R + \frac{1}{C_1 s}} = \frac{r_d C_1 s}{(r_d + R) C_1 s + 1}$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi(r_d + R) C_1} = 100$$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi \times 100 \times (1260)} = 1.26 \times 10^{-6}$$



$$\frac{1}{2\pi R_C C_2} = 10$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi \times 10^6 \times 10} \approx 16 \text{ nF}$$

$$I_F = 10 \mu\text{A}$$

$$\alpha_d = \beta_F + 10 \mu\text{A}$$

$$A_{v_m} = \frac{1}{\beta_F + 1}$$

$$I_{t_s} = \alpha_d \Rightarrow 10 \mu\text{A} \times 8 \text{ nH}$$

$$I_F \approx \frac{50}{500} = 0.1$$

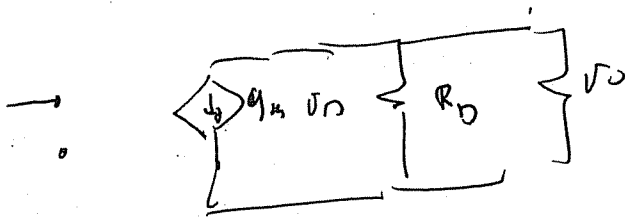
$$Q_d = 8 \times 10^{-9} \times I_F \times 100 \mu\text{A}$$

$$Q_d = 8 \times 10^{-9} \times 0.1 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-13} \text{ C}$$

$$I_R \times t_d = 8 \times 10^{-13} \quad I_R = \frac{5}{f_{\text{low}}}$$

$$0.01 \times t_d = 8 \times 10^{-13}$$

$$t_d = \frac{8 \times 10^{-13}}{0.01} = 8 \times 10^{-11} \text{ s}$$



$$V_O = -g_m v_n \times (R_D \parallel R_L)$$

$$\frac{V_O}{v_n} = 2 \sqrt{K I_{DQ}} \times (R_D \parallel R_L)$$

$$= 2 \sqrt{1 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 10^{-3}} \times (4.2 \text{ k} \parallel 10 \text{ k})$$

$$2 \times 10^{-2} \times 0.63 \times 3.182 \times 10^3 = 40 \text{ V/V}$$

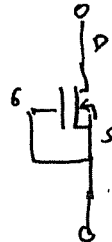
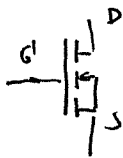


$$I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} - 1 \right)$$

$$\frac{\partial I_D}{\partial V_D} = I_S e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} \cdot \frac{1}{\eta V_T} = \frac{I_{DQ}}{\eta V_T} = \frac{1}{r_d}$$

$$r_d = \frac{\eta V_T}{I_{DQ}}$$

$$\tau = r_d C_d \Rightarrow C_d = \frac{\tau}{\eta V_T} I_{DQ}$$



$$0 \leq V_{DS} \leq V_{GS} - V_{th}$$

$$0 \leq V_{GS} \leq -V_{th}$$



Jul05 13

$$\left(\frac{100}{1 + 2 \frac{f}{f_0}} \right) > \left(\frac{100}{1 + \frac{f}{f_0}} \right)^2 =$$

$$\left| \frac{10.000}{(1 + \frac{f}{f_0})^2} \right|$$

$$\left| \frac{10.000}{2} \right|$$

$$f_{Roll} = 20 \log_{10} 10.000$$

$$f_B = 10000$$



$$8 \times 10^{-5}$$

$$10 \times 10^{-5} + 8 \times 10^{-9} =$$

$$8 \times 10^{-11} C \Rightarrow Z_p = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_p =$$

i) R.M:

$$I_{BQ} = \frac{20 - 0.6}{1M} = \frac{24.4}{1M} = 24.4 \mu A$$

$$V_{CE} = 19.4 \times 10^{-6} + 10000 \times 50 = 9.7 V$$

$$V_{CEQ} = 9.7 - 20 =$$

$$I_{REF} = \frac{24.4}{R_1} = 1 \mu A \Rightarrow R_1 = 24.4 k\Omega$$

$$V_{EBQ4} = R_2 I_{C4} + V_{EBQ6}$$

$$V_{EBQ4} = I_S e^{\frac{V_{EBQ4}}{V_T}}$$

$$I_{CQ4} = I_S e^{\frac{V_{EBQ4}}{V_T}}$$

$$I_{CQ6} = I_S e^{\frac{V_{EBQ6}}{V_T}}$$

$$\frac{I_{CQ4}}{I_{CQ6}} = e^{\frac{V_{EBQ4} - V_{EBQ6}}{V_T}}$$

$$\ln \frac{I_{CQ4}}{I_{CQ6}} = \frac{V_{EBQ4} - V_{EBQ6}}{V_T} = \frac{R_2 I_{CQ6}}{V_T}$$

$$\frac{26mV}{106 \times 10^{-6}} \ln \frac{1 \mu A}{10 \mu A}$$

$$R_2 = \frac{V_T}{I_{CQ6}} \ln \frac{I_{CQ4}}{I_{CQ6}}$$

$$V_T \ln \frac{I_{CQ4}}{I_{CQ6}} = R_L I_{CQ6}$$

$$V_T \ln \frac{I_{CQ1}}{I_{CQ3}} = R_J I_{CQ3}$$

$$R_J = \frac{V_T}{I_{CQ3}} \times \ln \frac{I_{CQ1}}{I_{CQ3}} = \frac{26mV}{50 \times 10^{-6}} \times \ln \frac{1mA}{50 \times 10^{-6}} \times 2199$$



$$i_D = I_s \left(e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} - 1 \right)$$

Si los dos diodos son iguales, al cerrar el interruptor la corriente
debe x multiplicarse por ocho cuando esto sea el metal.

$$1 \text{ mA} \approx I_s e^{\frac{0.6}{\eta V_T}} \Rightarrow I_s = \frac{1 \text{ mA}}{e^{\frac{0.6}{\eta V_T}}}$$

I_s Con el inter. cerrado $V_D = 0.5 \text{ mA}$

$$0.5 \text{ mA} = \frac{1 \text{ mA}}{e^{\frac{0.6}{\eta V_T}}} e^{\frac{V_D}{\eta V_T}}$$

$$2 = \frac{e^{\frac{0.6}{\eta V_T}}}{e^{\frac{V_D}{\eta V_T}}} = e^{\frac{0.6 - V_D}{\eta V_T}}$$

$$\ln 2 = \frac{0.6 - V_D}{\eta V_T} \Rightarrow \eta V_T \ln 2 = 0.6 - V_D$$

$$1.5 \times 26 \times 10^{-3} \ln 2 =$$

$$0.027 = 0.6 - V_D$$

$$V_D = 0.6 - 0.027 =$$

$$\eta = 2$$

$$2 = 26 \times 10^{-3} \ln 2 = 0.6 - V_D$$

$$V_D = 0.6 - 0.027$$

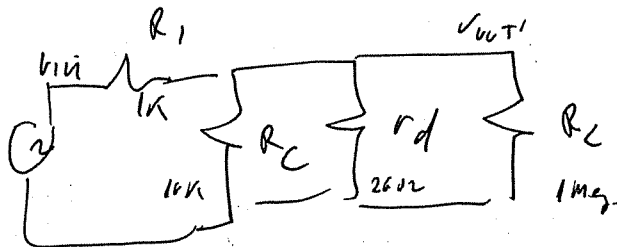
$$-2 \text{ mV/}^\circ\text{C}$$

$$0^\circ\text{C} \Rightarrow 27^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta V = -2 \times 27 \text{ mV} = -54 \text{ mV}$$

$$V = (100 - 54) \text{ mV} = 46 \text{ mV}$$

$$I_{DQ} = \frac{1'6 - 0'6}{10V} = 0'1mA$$

$$r_a = \frac{V_T}{I_{DQ}} = \frac{26mV}{0'1mA} = 260\Omega$$



$$R_C || r_d + R_L \approx 260\Omega$$

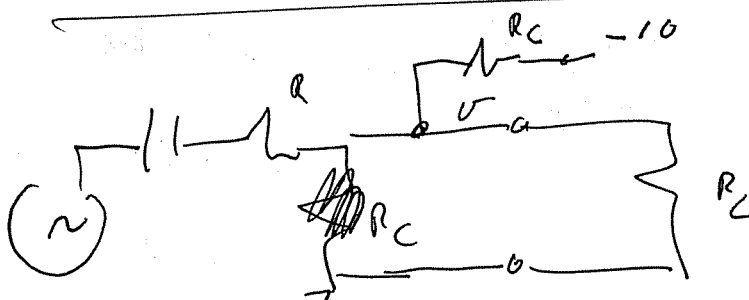
$$\frac{v_{out}}{v_{in}} \approx \frac{260}{1260} =$$

$$v_{out,ac} \approx v_{dac} \approx 0'21 \cdot v_{in} < 0'1$$

$$i_{ac,min} \approx \frac{v_{in}}{R_C || r_d} \approx \frac{v_{in}}{1260} < \frac{0'1mA}{10}$$

$$v_{in} < \frac{0'1mA}{10} \cdot 1260$$

$$v_{in} < 12'6mV$$



$$V = -10 + \frac{R_C || R_L}{(R_C || R_L) + R} V_{in}$$

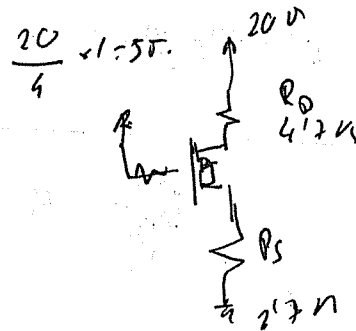
$$= -10 + 0'91 V_{in} \approx -10 + \frac{R_C}{R_C + R} V_{in}$$

$$v_{in} < \frac{10'5}{0'91}$$

$$= -10 + \frac{10}{11} v_{in}$$



3.2.1-



$$I_D = \frac{17.2 - 5.2}{2 + 7.290}$$

$$I_D = K (V_{GS} - V_{th})^2$$

$$V_{DS} = 20 - (R_D + R_S) I_{DQ}$$

$$V_{GS} = V_G - V_S = 5 - R_S I_D$$

$$I_D = K [5 - R_S I_D - 2]^2$$

$$I_D = K [3 - R_S I_D]^2$$

$$I_D = K [9 + R_S^2 I_D^2 - 6 R_S I_D]$$

$$I_D = 9 \times 10^{-3} + 7.290 I_D^2 - 16.2 I_D = 0$$

$$7.290 I_D^2 - 17.2 I_D + 9 \times 10^{-3} = 0$$

$$I_D = \frac{17.2 \pm \sqrt{17.2^2 - 4 \times 7.290 \times 9 \times 10^{-3}}}{2 \times 7.290} = \frac{17.2 \pm \sqrt{295.84 - 2.6244}}{14.58}$$

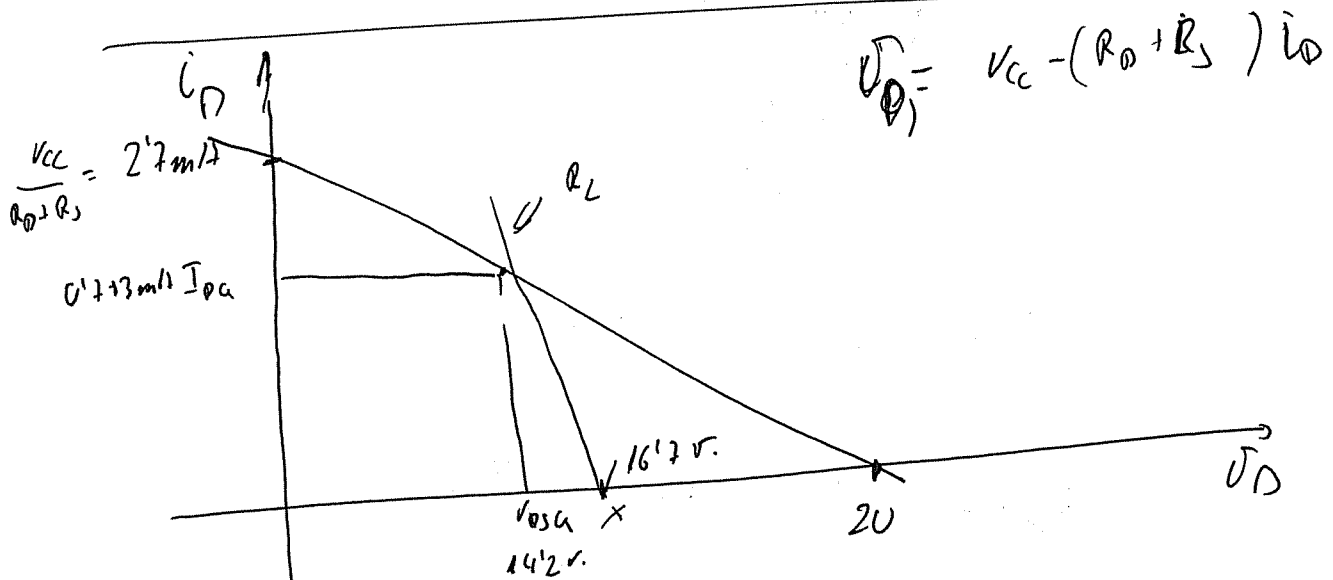
$$I_{DQ} = 0.703 \text{ mA}$$

$$I_D = \frac{17.2 - 1.577}{14.58} = 1.158 \times 10^{-3}$$

$$V_{DSQ} = 20 - \frac{V_{GS} - V_{th}}{R_D} \cdot R_D$$

$$V_{DSQ} = 20 - (4.7k - 2.7k) \cdot 0.78mA = 14.2V$$

$$V_G - V_S = V_{GS} = 5 - 0.78mA \cdot 2.7k = 2.88V$$



$$R'_L = R_D + R_L = 3.2k$$

$$\frac{X - V_{DSQ}}{I_{DQ}} = R'_L$$

$$X = R'_L \cdot I_{DQ} + V_{DSQ} = 3.2k \cdot 0.78mA + 14.2 = 16.7$$

$$\frac{X}{Y} = 3.2k \Rightarrow$$

$$Y = \frac{16.7}{3.2} = 5.2mA$$

$$Z_i = R_1 || R_2$$

$$Z_o = R_D$$



$$\frac{v_o}{v_{in}} = -g_m (R_D || R_L)$$

$$-2\sqrt{k} I_{DQ} \cdot 3.2k =$$

$$-2 \sqrt{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0.78 \cdot 10^{-3}} \cdot 3.2k =$$

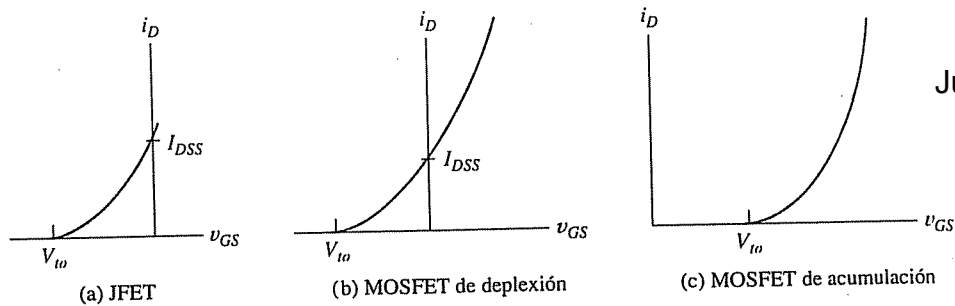


Figura 5.47. Corriente de drenador en función de v_{GS} en la región de saturación para dispositivos de canal n .

La Figura 5.47 muestra la corriente de drenador en función de v_{GS} para los tres tipos de FET de canal n . Observe que el parámetro I_{DSS} resulta útil para caracterizar los JFET y los MOSFET de depleción, pero no los MOSFET de acumulación.

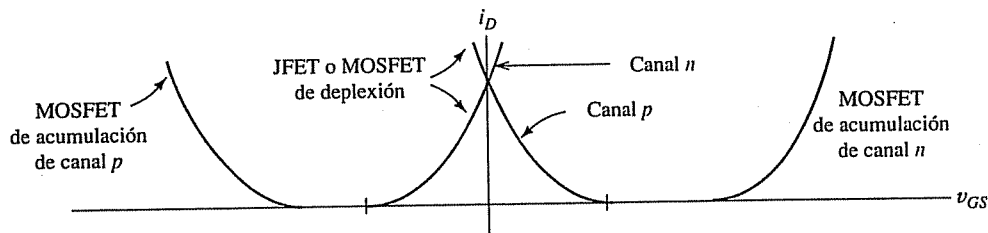


Figura 5.49. Corriente de drenador en función de v_{GS} para varios tipos de FET. i_D se referencia como entrante en el drenador en los dispositivos de canal n , y como saliente del drenador en los dispositivos de canal p .

Tabla 5.1. Resumen de dispositivos FET.

	Canal n			Canal p		
	MOSFET de acumulación	MOSFET de depleción	JFET	MOSFET de acumulación	MOSFET de depleción	JFET
Símbolo de circuito						
V_{to}	+	-	-	-	+	+
$K \approx \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = \frac{1}{2} KP(W/L)$		I_{DSS}/V_{to}^2	$\frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L) = \frac{1}{2} KP(W/L)$		I_{DSS}/V_{to}^2
λ	+			-		
Región de corte	$v_{GS} \leq V_{to}$ $i_D = 0$			$v_{GS} \geq V_{to}$ $i_D = 0$		
Región óhmica	$v_{GS} \geq V_{to}$, y $0 \leq v_{DS} \leq v_{GS} - V_{to}$ $i_D = K[2(v_{GS} - V_{to})v_{DS} - v_{DS}^2](1 + \lambda v_{DS})$			$v_{GS} \leq V_{to}$, y $0 \geq v_{DS} \geq V_{to} - v_{GS}$ $i_D = K[2(V_{to} - v_{GS})v_{DS} - v_{DS}^2](1 + \lambda v_{DS})$		
Región de saturación	$v_{GS} \geq V_{to}$, y $v_{DS} \geq v_{GS} - V_{to}$ $i_D = K(v_{GS} - V_{to})^2(1 + \lambda v_{DS})$			$v_{GS} \leq V_{to}$, y $v_{DS} \leq V_{to} - v_{GS}$ $i_D = K(V_{to} - v_{GS})^2(1 + \lambda v_{DS})$		
g_m (suponiendo funcionamiento en saturación y $\lambda = 0$)	$g_m = 2\sqrt{KI_{DQ}}$ $g_m = \sqrt{2KP(W/L)I_{DQ}}$	$g_m = 2\sqrt{KI_{DQ}}$ $g_m = 2\frac{\sqrt{I_{DSS}I_{DQ}}}{ V_{to} }$		$g_m = 2\sqrt{KI_{DQ}}$ $g_m = \sqrt{2KP(W/L)I_{DQ}}$	$g_m = 2\sqrt{KI_{DQ}}$ $g_m = 2\frac{\sqrt{I_{DSS}I_{DQ}}}{ V_{to} }$	
Parámetros de SPICE	VTO = V_{to} KP = $\mu_n C_{ox}$ L W LAMBDA = λ		VTO = V_{to} BETA = K LAMBDA = λ	VTO = V_{to} KP = $\mu_p C_{ox}$ L W LAMBDA = $ \lambda $		VTO = V_{to} BETA = K LAMBDA = $ \lambda $