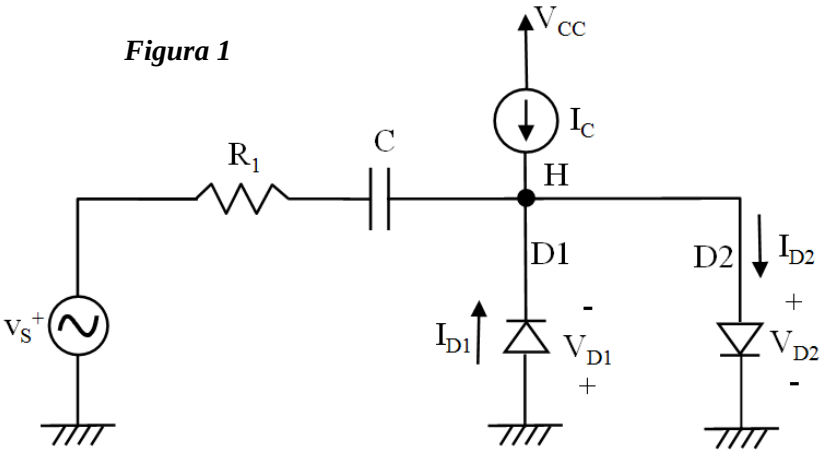
Ejercicio 1: En el circuito de la *figura 1* los dos diodos D_1 y D_2 son iguales. Considere asimismo que el condensador *C* es de acoplo, es decir, que se comporta como un circuito abierto en polarización y como un cortocircuito en pequeña señal. Se pide:

a) Calcular las tensiones y corrientes de polarización en cada diodo (I_{D1}, V_{D1}, I_{D2} y V_{D2}), incluyendo su signo tal y como aparecen indicadas en el dibujo. Para ello considere que la característica I-V de los diodos se puede modelar por tramos mediante $V\gamma$ y R_F. (**1.5 p**)

b) Calcule la tensión en el nodo *H* en pequeña señal (v_h) en función de la tensión de entrada (v_s). Para ello, utilice el modelo de Shockley para los diodos. Suponga despreciables los efectos capacitivos internos de los diodos (**2.5 p**)

Figura 1



Datos:

$V_{CC} = 10V$

$I_C = 5$ mA

$R_1 = 15\ \Omega$

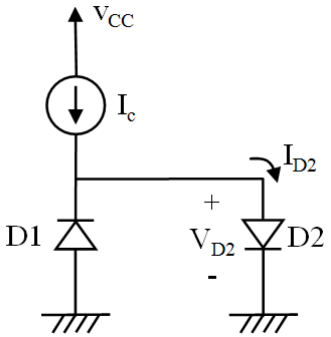
Modelo por tramos del diodo:

$V_\gamma = 0{,}7$ V

$R_F = 2\ \Omega$

SOLUCIÓN DEL EJERCICIO 1

a) En polarización, D1→ INVERSA, D2→DIRECTA, por tanto el circuito queda:



Polarización de D2:

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

b) En pequeña señal, las resistencias equivalentes de los diodos son:

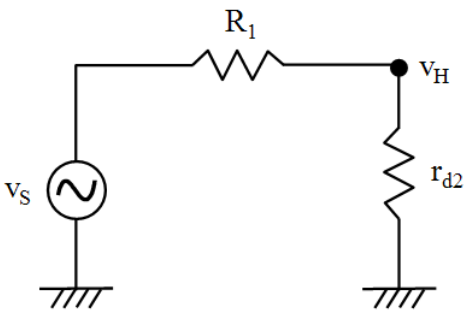
D1 inversa $\Rightarrow r_{d1} = \infty$

D2 directa $\Rightarrow \dfrac{1}{r_{d2}} = g_{d2} = \left.\dfrac{di_{D2}}{dv_{D2}}\right|_{v_{D2}=V_{D2}}$

Para calcular r_{d2} aplicamos la ecuación de Shockley: $\dfrac{di}{dv} = \dfrac{d\left[I_0\left(\exp\dfrac{V}{V_t}-1\right)\right]}{dv} = \dfrac{I_0}{V_t}\left(\exp\dfrac{V}{V_t}\right) \cong \dfrac{I_D}{V_t}$

$$\Rightarrow \quad r_{d2} = \left[\left.\frac{di_{D2}}{dv_{D2}}\right|_{v_{D2}=V_{D2}}\right]^{-1} \cong \frac{V_t}{I_{D2}} = \frac{25\cdot 10^{-3}\ \text{V}}{5\cdot 10^{-3}\ \text{A}} = 5\,\Omega$$

Por tanto, el circuito equivalente en pequeña señal es:



Con lo que:

$$v_h = v_s \frac{r_{d2}}{R_1 + r_{d2}} = v_s \frac{5}{15+5} = \frac{v_s}{4}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Ejercicio 2. El componente de dos terminales de la figura 2 incluye un transistor bipolar npn y dos resistencias. En estática, utilizando el modelo lineal por tramos, se le pide calcular para $V > 0$:

a) La expresión $I = f(V)$ cuando el transistor opera en corte y el rango de valores de la tensión V para que opere en ese estado. **(0.5 p.)**

b) Idem a) cuando el transistor opera en saturación. **(2.0 p.)**

c) Idem a) cuando el transistor opera en activa. **(2.0 p.)**

Considerando ahora como modelo del transistor las ecuaciones de Ebers-Moll aproximadas para activa, calcule:

d) La expresión de V en función de I para activa. **(1.5 p.)**

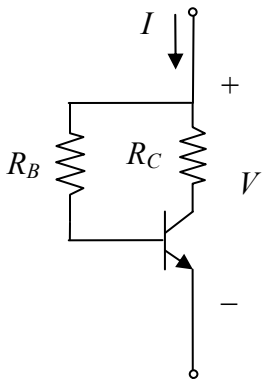


Figura 2

Datos:

V_t =25 mV; R_C = 1 kΩ; R_B = 50 kΩ;

Modelo lineal por tramos para el BJTs:

β = 100; $V_{\gamma E}$ = 0,7 V;

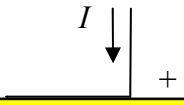
$|V_{CE,sat}|$ = 0,2 V; $V_A \rightarrow \infty$

Modelo de Ebers-Moll para el BJT:

β = 100, I_{ES}=1nA

SOLUCIÓN DEL EJERCICIO 2

a) En corte, como el transistor está en circuito abierto, no circula ninguna corriente y no hay caídas de tensión en las resistencias. Por tanto:



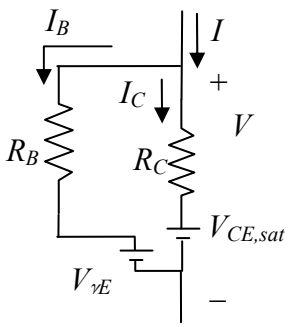
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

b) En saturación:



$$I = I_E = I_B + I_C = \frac{V - V_{\gamma E}}{R_B} + \frac{V - V_{CE,sat}}{R_C} = \frac{1}{R_B \parallel R_C} V - \left(\frac{V_{\gamma E}}{R_B} + \frac{V_{CE,sat}}{R_C} \right) =$$

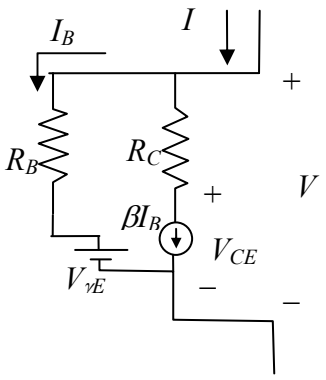
$$= \frac{1}{980\ \Omega} V - 214\ \mu\text{A}$$

$$I_B = \frac{V - V_{\gamma E}}{R_B} \geq 0 \Rightarrow V \geq V_{\gamma E} = 0,7\ \text{V}$$

$$I_C = \frac{V - V_{CE,sat}}{R_C} \leq \beta I_B = \beta \frac{V - V_{\gamma E}}{R_B} \Rightarrow V \geq \frac{\beta R_C V_{\gamma E} - R_B V_{CE,sat}}{\beta R_C - R_B} = 1,2\ \text{V}$$

Queda la condición más restrictiva: $V \geq 1,2\ \text{V}$

c) En activa:



$$I = I_E = (\beta + 1) I_B = (\beta + 1) \frac{V - V_{\gamma E}}{R_B} = \frac{1}{495\ \Omega} V - 1,41\ \text{mA}$$

$$I_B = \frac{V - V_{\gamma E}}{R_B} \geq 0 \Rightarrow V \geq V_{\gamma E} = 0,7\ \text{V}$$

$$V_{CE} = V - \beta I_B R_C \geq V_{CE,sat} \Rightarrow V - \beta R_C \frac{V - V_{\gamma E}}{R_B} \geq V_{CE,sat} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V \leq \frac{\beta R_C V_{\gamma E} - R_B V_{CE,sat}}{\beta R_C - R_B} = 1,2\ \text{V}$$

Por tanto: $0,7\ \text{V} \leq V \leq 1,2\ \text{V}$

d)

$$\left.\begin{array}{l} I = I_E \approx I_{ES} \exp \dfrac{V_{BE}}{V_t} \\ V_{BE} = V - R_B I_B = V - R_B \dfrac{I}{\beta + 1} \end{array}\right\} \Rightarrow I \approx I_{ES} \exp \frac{V - R_B \dfrac{I}{\beta + 1}}{V_t} \Rightarrow V = \frac{R_B}{\beta + 1} I + V_t \ln \frac{I}{I_{ES}}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.