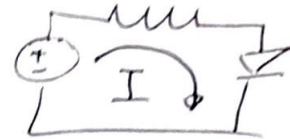


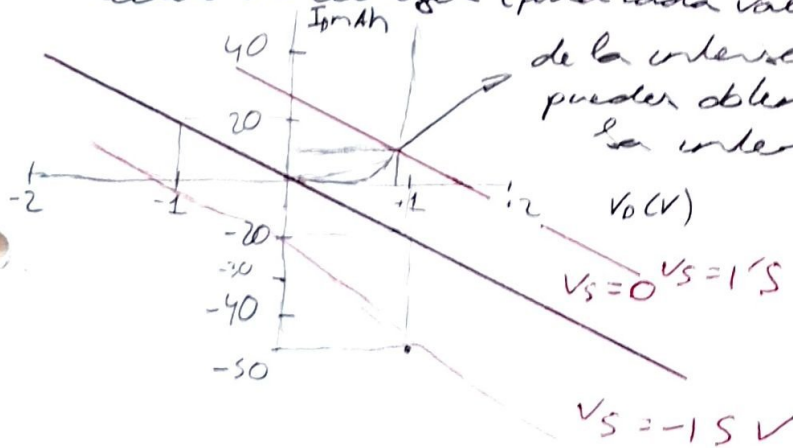
Polarización de diodos



En caso de conducir debe ser en el sentido marcado por la flecha y el diodo debe estar polarizado en directa



Los diodos cumplen las reglas de Kirchhoff y si la aplican obtenemos la ecuación $-V_S + I_D \cdot R + V_D = 0 \rightarrow I_D = \frac{V_S}{R} - \frac{1}{R} V_D$. Esta expresión se conoce como recta de carga. Si descubrimos el punto que cumple la exp del diodo y la recta de carga (para cada valor de V_S)



de la intersección de ambas gráficas pueden obtener el valor del voltaje y la intensidad del diodo

Para encontrar las soluciones más fácilmente se aplican métodos lineales aproximados

- El diodo solo puede conducir con polarización directa suficiente
- Si su tensión es inferior a la del codo de la exponencial $I_D \approx 0, V_D \approx V_S$

- Interruptor

El diodo conduce simplemente cuando la tensión aplicada es directa

Corte ($I_D = 0, V_D < 0$) $\rightarrow \bullet \bullet \bullet$ Cond ($I_D > 0, V_D = 0$) $\rightarrow \text{---}$

- Tensión umbral

No conduce si no se alcanza una tensión umbral, pero si la alcanza se comporta como un interruptor

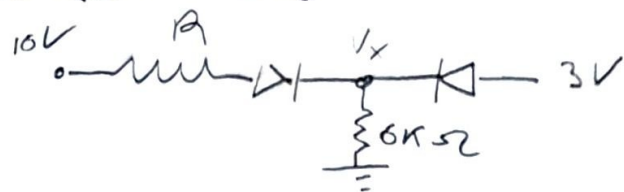
Corte ($I_D = 0, V_D < V_S$) $\rightarrow \bullet \bullet \bullet$ Cond ($I_D > 0, V_D = V_S$) $\rightarrow \begin{matrix} + \\ | \\ - \end{matrix} \begin{matrix} V_S \\ V_D \end{matrix}$

- Resistencia dinámica

Supone el método de la tensión umbral pero una vez superada no conduce como un interruptor, hay una resistencia dinámica

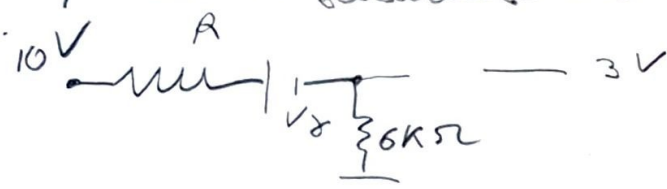
Corte ($I_D = 0, V_D < V_S$) $\rightarrow \bullet \bullet \bullet$ Cond ($I_D > 0, V_D > V_S$) $\rightarrow \begin{matrix} + \\ | \\ - \end{matrix} \begin{matrix} V_S \\ V_D \end{matrix} \text{ Ad}$

Ejercicio determinar el punto de polarización de los diodos $R_1 = 19K\Omega$, $R = 4K\Omega$ suponer para ambos una tensión ideal



Depende del voltaje en x ,
 si $x < 10V \rightarrow D_1$ en directa y D_2 en inversa, si $x > 10 \rightarrow$ ambos en inversa, si $x < 3 \rightarrow$ ambos conducen

Parece razonable considerar D_1 en directa y D_2 en inversa probamos sustituyendo los diodos por los modelos correspondientes



L. K. M

$$I_{D1}R + V_x + I_{D1} \cdot 6K\Omega - 10V = 0$$

$$I_{D1}R + I_{D1} \cdot 6K\Omega = 10 - V_x \quad I_{D1}(R + 6) = 10 - V_x \quad I_{D1} = \frac{10 - V_x}{R + 6}$$

@ Para $R_1 = 19K\Omega \rightarrow I_{D1} = 3.76 \cdot 10^{-4} A$ Para $R_1 = 4K\Omega \rightarrow I_{D1} = 9.4 \cdot 10^{-4} A$

$$V_p = I_{D1} \cdot 6K\Omega \quad @ V_p = 2.256 V \quad \textcircled{B} V_p = 5.64 V$$

Para el caso @, el voltaje de ambos diodos es + y por tanto conducen lo que quiere decir que la hipótesis es falsa, para el @ en cambio si que cumple la hipótesis

Para el @ plantear una nueva hipótesis



$$x = 3 - V_x = 2.4$$

$$I_{D1} = \frac{V}{R} = \frac{10 - V_x - 2.4}{R} = 0.368 mA > 0$$

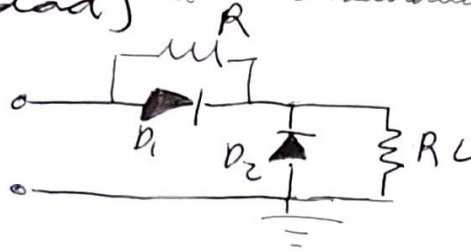
$$I_{D2} = I_{D1} - I_R = 0.368 - \frac{V_p}{6K\Omega} = 0.032 mA > 0$$

por tanto la hipótesis es correcta

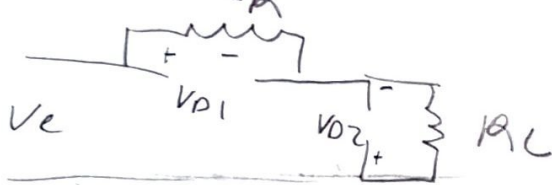
Tener que comprobar la situación de los diodos
(vóltaje e intensidad)

*Si está en corte no para intensidad comprobar vóltaje
Si está en conducción Fijar vóltaje comprobar intensidad*

Ejemplo 4



1- ninguno conduce



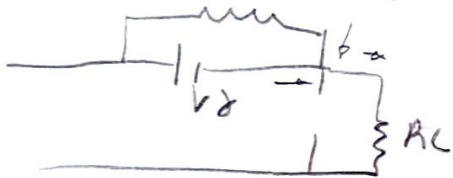
$$V_s = I R_L = \frac{V_e}{R + R_L} \cdot R_L$$

Para que esto ocurra

$$V_{D1} < V_\gamma \Rightarrow I R < V_\gamma \Rightarrow V_e < \frac{R + R_L}{R} V_\gamma$$

$$V_{D2} < V_\gamma \Rightarrow -I R_L < V_\gamma \Rightarrow V_e > -\frac{R + R_L}{R_L} V_\gamma$$

2- D1 conduce y D2 en inversa



$$V_s = V_e - V_\gamma$$

$$V_{D2} < V_\gamma \Rightarrow -V_s < V_\gamma \Rightarrow$$

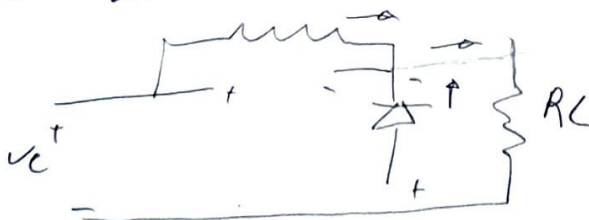
$$V_s > -V_\gamma \Rightarrow V_e > 0$$

también debe cumplirse $I_L = I_{D1} - I_R \Rightarrow I_{D1} = I_L + I_R$
 $I_{D1} > 0 \Rightarrow (I_L + I_R) > 0$

$$\frac{V_s}{R_L} - \frac{V_\gamma}{R} > 0 \Rightarrow V_e > \frac{R + R_L}{R} V_\gamma$$

mirar el vóltaje del diodo en inversa y la intensidad del diodo en directa

3- D1 en inversa y D2 conduce



$$V_s = -V_\gamma$$

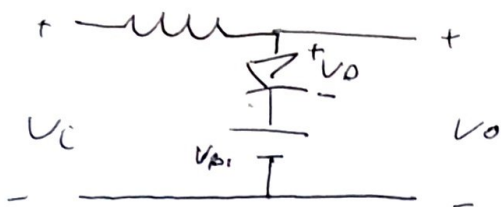
$$V_{D1} < V_\gamma \Rightarrow (V_e + V_\gamma) < V_\gamma \Rightarrow V_e < 0$$

$$I_{D2} > 0 \Rightarrow I_L - I_R > 0 \Rightarrow \frac{-V_\gamma}{R_L} - \frac{V_e + V_\gamma}{R} > 0$$

$$V_e < \frac{R + R_L}{R_L} V_\gamma$$

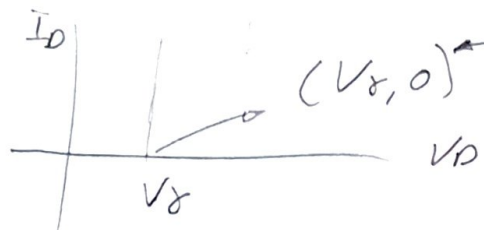
con esto todos los valores de $-\infty$ a ∞ están, entonces los dos en conducción no es posible

Circuito recordador



$$I_D R + V_D + V_{B1} - V_i = 0$$

$$I_D R + V_D + V_{B1} = V_i$$



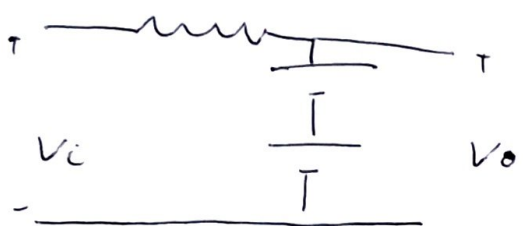
Si impongo las condiciones del punto de conmutación

$$I_D R + V_D + V_{B1} = V_i$$

$$V_D + V_B = V_i$$

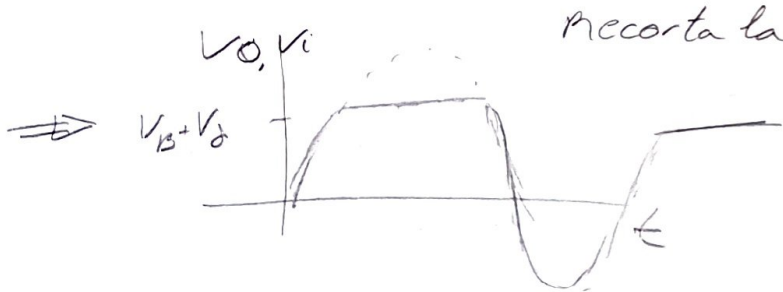
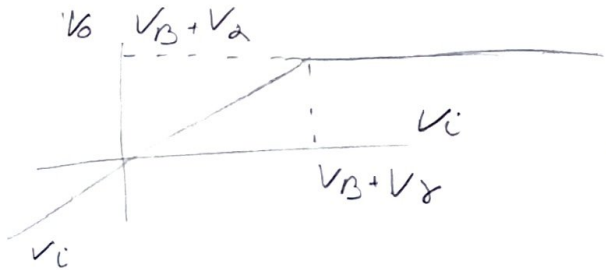
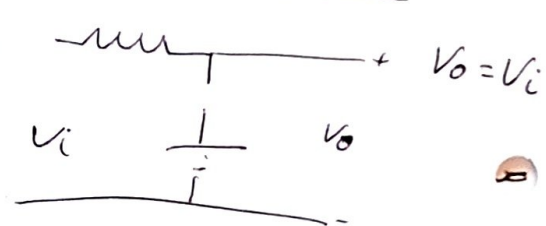
punto de conmutación

D conduce



$$V_D + V_B = V_o$$

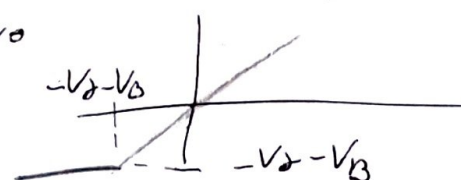
D no conduce



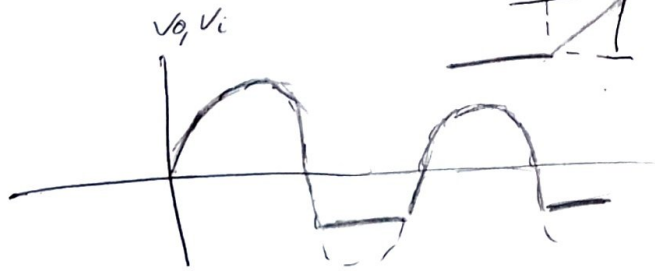
Recorta la señal



$$V_D = V_R; I_D = 0$$



Si $V_i < -V_R - V_B$
 D conduce $V_o = -V_R - V_B$
 Si $V_i > -V_R - V_B$
 D no conduce
 $V_o = V_i$



Rectificación de diodos



2 casos D_1 en inversa o en directa

I_D en directa



$$V_S = V_C(t) - V_\gamma$$

$$I_D > 0 \Rightarrow \frac{V_C(t) - V_\gamma}{R_L} > 0$$

2- D_1 en inversa

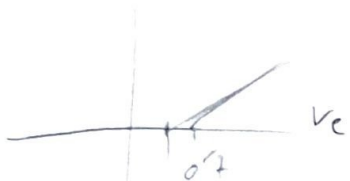
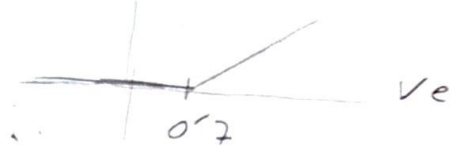


$$V(s) = 0$$

$$V_D < V_\gamma \Rightarrow V_C(t) < V_\gamma$$

Suponiendo $V_\gamma = 0.7$

V_S



De esta forma en las partes en las que el voltaje de entrada es negativo tenemos 0 a la salida nunca hay voltaje negativo pero, desaprovecha semiciclos negativos

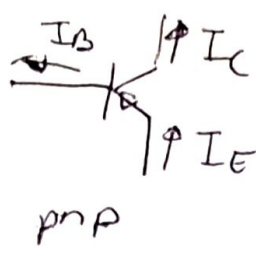
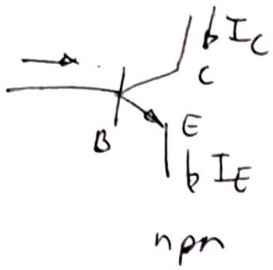
Resumen

- Diodo de unión es un semiconductor de dos terminales de comportamiento no lineal, que conduce de forma apreciable en un único sentido cuando entre sus terminales se alcanza un valor umbral
- Se puede obtener su punto de trabajo gráficamente a partir del corte entre la característica del diodo y la recta de carga
- Se trata con los modelos aproximados, interruptor, umbral y resistencia dinámica

Diodo Zener en directa se comporta como un diodo de unión, pero en inversa presenta también una región de conducción llamada de ruptura

El led y el fotodiodo son diodos de unión p-n

transistor bipolar de unión



- La corriente solo puede circular en dichos sentidos se verifica Kirchhoff

$$I_B + I_C = I_E \quad V_{CB} + V_{BE} = V_{CE}$$

La unión base-emisor se comporta de forma similar a la de un diodo

	I_B	I_C	I_E	V_{CE}	V_{BE}
Corte	0	0	0	X	0.5-0.6V
Activa	>0	βI_B	$(1+\beta)I_B$	$\geq 0.15V$	$\sim 0.5 \sim 0.6V$
Saturación	>0	$< \beta I_B$	$< (1+\beta)I_B$	≤ 0.15	$\sim 0.5 \sim 0.6V$

Modelo lineal aproximado

	I_B	I_C	I_E	V_{CE}	V_{BE}
Corte	0	0	0	Indet	$< V_\gamma$
Activa	>0	βI_B	$(1+\beta)I_B$	$\geq V_{CE,sat}$	$= V_\gamma$
Saturación	>0	$< \beta I_B$	$< (1+\beta)I_B$	$= V_{CE,sat}$	$= V_\gamma$

Corte
Base | Colector
| Emisor
Hay que comprobar:
 $V_{BE} < V_\gamma$

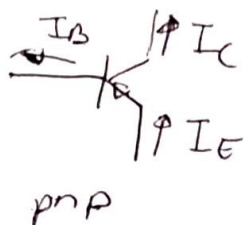
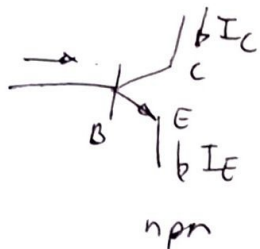
Activa

 $V_{BE,\gamma}$
Hay que comprobar:
 $I_B > 0$ y $V_{CE} > V_{CE,sat}$

Saturación

 $V_{BE,\gamma}$
Hay que comprobar:
 $I_B > 0$ y $I_C < \beta I_B$

Transistor bipolar de unión



- La corriente solo puede circular en dichos sentidos
se verifica Kirchhoff

$$I_B + I_C = I_E \quad V_{CB} + V_{BE} = V_{CE}$$

La unión base-emisor se comporta de forma similar a la de un diodo

	I_B	I_C	I_E	V_{CE}	V_{BE}
Corte	0	0	0	X	< 0.5 - 0.6 V

Activa	> 0	βI_B	$(1+\beta)I_B$	$\geq 0.15V$	$\sim 0.5 - 0.6V$
--------	-----	-------------	----------------	--------------	-------------------

Saturación	> 0	$< \beta I_B$	$< (1+\beta)I_B$	≤ 0.15	$\sim 0.5 - 0.6V$
------------	-----	---------------	------------------	-------------	-------------------

Modelo lineal aproximado

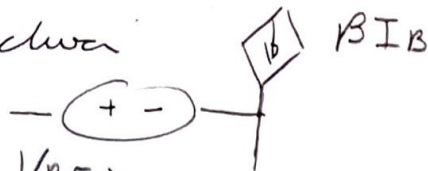
	I_B	I_C	I_E	V_{CE}	V_{BE}
Corte	0	0	0	Indet	$< V_\gamma$
Activa	> 0	βI_B	$(1+\beta)I_B$	$\geq V_{CE,sat}$	$= V_\gamma$
Saturación	> 0	$< \beta I_B$	$< (1+\beta)I_B$	$= V_{CE,sat}$	$= V_\gamma$

Corte
Base | Colector
Emisor

Hay que comprobar:

$$V_{BE} < V_\gamma$$

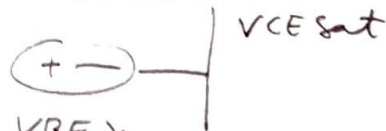
Activa



$V_{BE, \gamma}$
Hay que comprobar:

$$I_B > 0 \quad \text{y} \quad V_{CE} > V_{CE,sat}$$

Saturación



$V_{BE, \gamma}$

Hay que comprobar:

$$I_B > 0 \quad I_C < \beta I_B$$