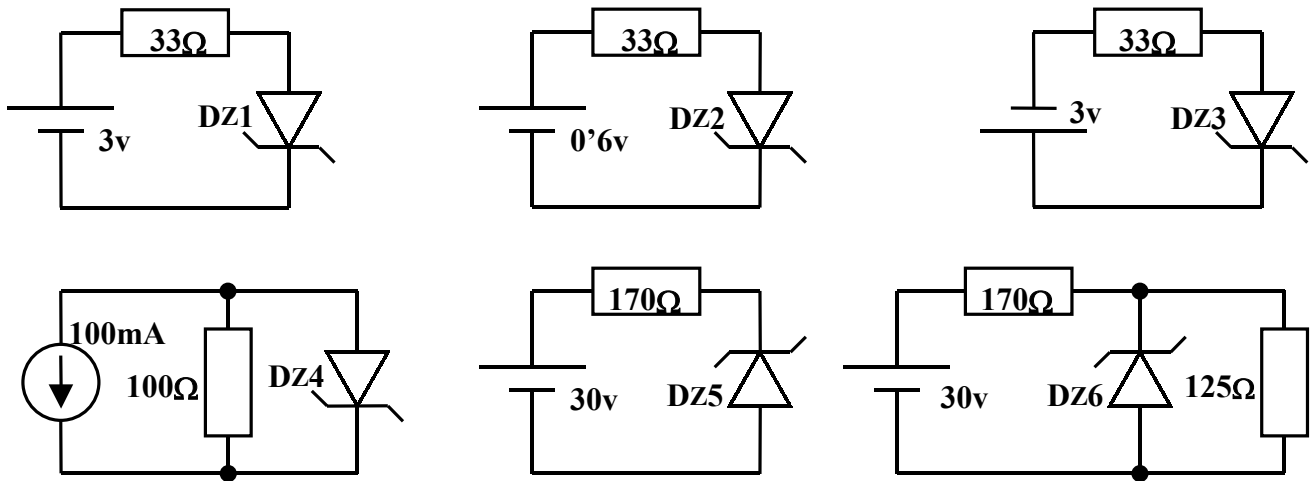


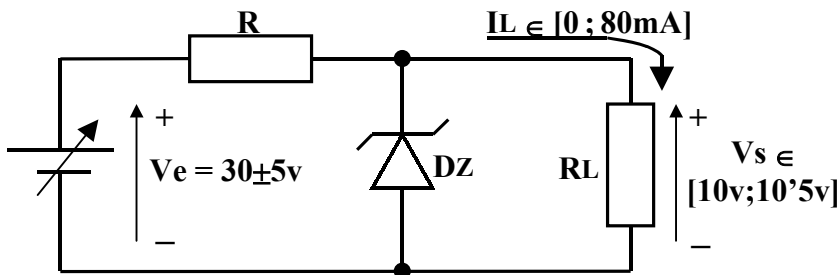
1.- Determinar los puntos de trabajo de los diodos zener presentes en los siguientes circuitos. Datos de todos los diodos zener: $V_Z = 10\text{V}$; $r_z = 4\Omega$; $r_i = \infty$; $r_d = 2\Omega$; $V_u = 0,6\text{V}$



SOLUCIONES:

$(V_{PN1} \approx 0'737\text{V}, I_{PN1} \approx 68'6\text{mA})$; $(V_{PN2} = 0'6\text{V}, I_{PN2} = 0\text{A})$; $(V_{PN3} = -3\text{V}, I_{PN3} = 0\text{A})$
 $(V_{PN4} = -10\text{V}, I_{PN4} = 0\text{A})$; $(V_{PN5} \approx -10'46\text{V}, I_{PN5} \approx -115\text{mA})$; $(V_{PN6} \approx -10'143\text{V}, I_{PN6} \approx -35'68\text{mA})$

2.- El circuito de la figura es un regulador de tensión basado en un diodo zener. La resistencia de carga R_L puede variar de modo que I_L oscile entre 0 y 80mA. Asimismo la tensión de entrada V_e oscila entre $30 \pm 5\text{V}$. Se desea que la salida V_s tenga una tensión regulada mantenida entre 10 y 10,5v. Hallar el valor máximo de la resistencia limitadora R para tener regulación, así como las características del diodo zener a utilizar, sabiendo que $I_{Z\min} = 8\text{mA}$.

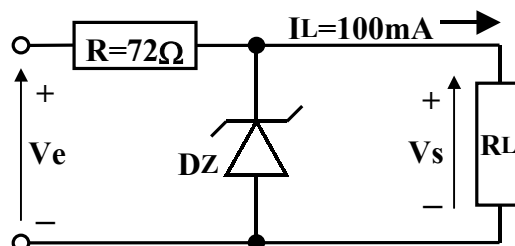


SOLUCIÓN:

$R_{\max} = 170,45\Omega$
 $r_z = 3'684\Omega$;
 $V_Z = 9'97\text{V}$
 $P_{Z\max} = 1,51\text{W}$
 $P_{R\max} = 3,52\text{Watt}$

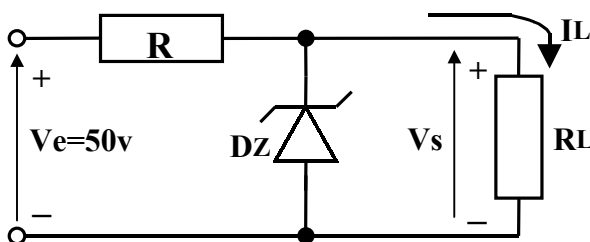
3.- El circuito de la figura es un regulador de tensión basado en un diodo zener. La intensidad por la carga I_L es prácticamente constante e igual a 100mA. La tensión de salida V_s obtenida varía entre 12 y 12,5v para una tensión de entrada V_e comprendida entre 20 y 25v. Sabiendo que además la resistencia limitadora R es de 72Ω , determinar cuál será la resistencia r_z y la máxima potencia disipada por el diodo zener.

- a).- $r_z \approx 3,1\Omega$ y $P_{\max.(\text{zener})} \approx 2,17W$
 b).- $r_z \approx 8\Omega$ y $P_{\max.(\text{zener})} \approx 0,92W$ (X)
 c).- $r_z \approx 3,1\Omega$ y $P_{\max.(\text{zener})} \approx 0,13W$
 d).- $r_z \approx 8\Omega$ y $P_{\max.(\text{zener})} \approx 0,13W$

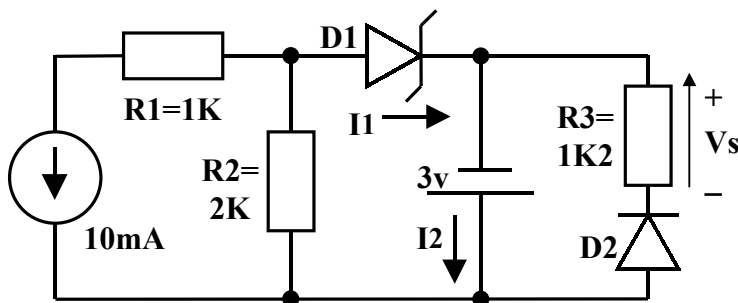


4.- El siguiente circuito es un regulador de tensión basado en un diodo zener. La tensión de entrada V_e es constante e igual a 50v. La tensión de salida V_s obtenida varía entre 15,5 y 15v para una carga R_L variable entre $187,5\Omega$ y 775Ω . Además se sabe que el zener tiene una intensidad mínima $I_{Z\min.} = 8mA$. Hallar el valor máximo de la resistencia limitadora $R_{\max.}$ para tener regulación, y con ese valor determinar la resistencia r_z del zener.

- a).- $r_z \approx 8,3\Omega$, $R \approx 392\Omega$
 b).- $r_z \approx 6,35\Omega$, $R \approx 397,7\Omega$
 c).- $r_z \approx 8,51\Omega$, $R \approx 397,7\Omega$ (X)
 d).- $r_z \approx 6,15\Omega$, $R \approx 392\Omega$



5.- Deducir los valores de las intensidades I_1 e I_2 y de la tensión V_s en el siguiente circuito. Suponer diodos ideales (con $V_u = 0,6v$ y $V_z = 10v$).



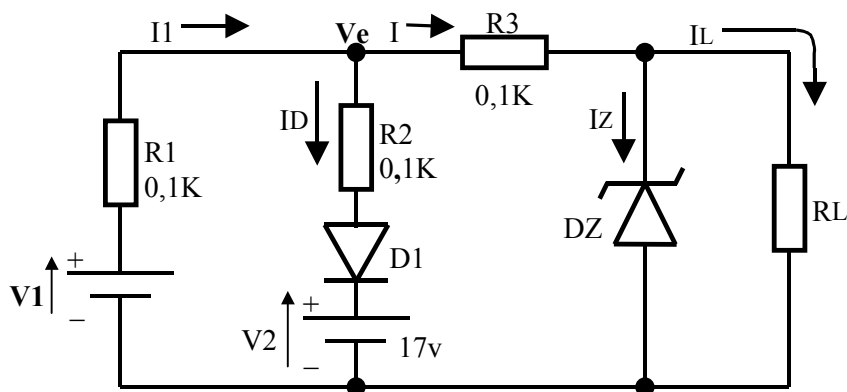
SOLUCIÓN:

$$I_1 = -3,5mA; I_2 = -1,5mA; V_s = -2,4v$$

6.- En el circuito de la figura:

- a).- Sea $V_1 = \text{constante}$. Si R_L aumenta, ¿qué ocurrirá con I_Z ?
- b).- Determinar los valores máximo y mínimo de V_1 para que el diodo zener permanezca en regulación para cualquier valor de la resistencia R_L tal que $0,2K\Omega < R_L < 10K\Omega$.

Datos: DZ ($I_{Z\min} = 5\text{mA}$, $I_{Z\max} = 80\text{mA}$, $V_Z = 10\text{V}$, $r_z = 0$); D1 ($r_d = 0 = V_u$, $r_i = \infty$)



SOLUCIÓN:

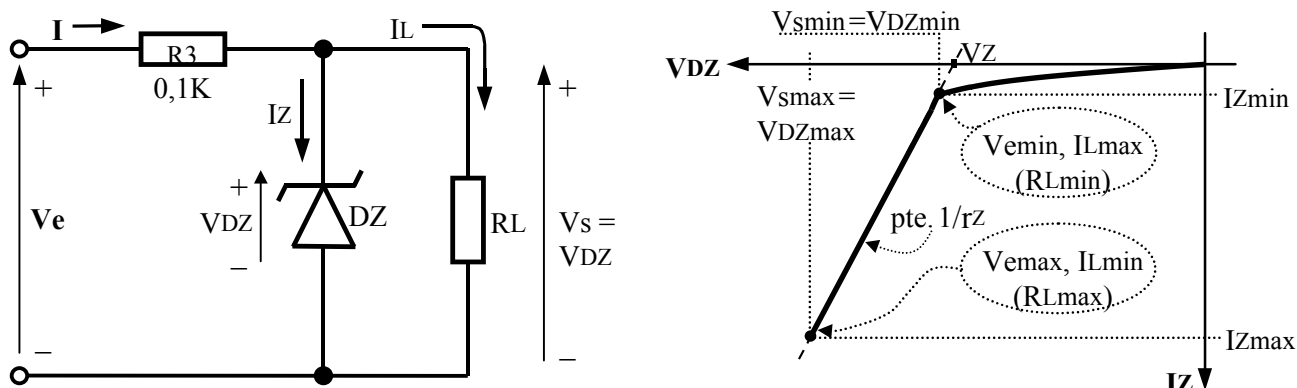
2.15.a) Suponiendo V_1 lo suficientemente grande como para que el zener regule $\Rightarrow V_{RL} \approx \text{cte}$.

Si $R_L \uparrow \Rightarrow V_{RL}/R_L \uparrow = I_L \downarrow$; Como $I = (V_e - V_{RL})/R_3 \approx \text{cte} = I_Z \uparrow + I_L \downarrow$

Resulta que si disminuye la corriente I_L por la carga, deberá **aumentar la corriente I_Z** por el zener, para que la suma I se mantenga aproximadamente constante.

2.15.b) Determinamos $V_{1\min}$ y $V_{1\max}$ para que el zener regule entre 5 y 80mA, cuando la carga varía entre 0,2K y 10K. El problema puede descomponerse en dos partes: primero determinar los valores V_{\min} y V_{\max} , teniendo en cuenta que a partir de V_e se trata de un regulador de tensión basado en diodo zener; y entonces podrán deducirse los valores que debe presentar V_1 para que V_e presente las tensiones V_{\min} y V_{\max} .

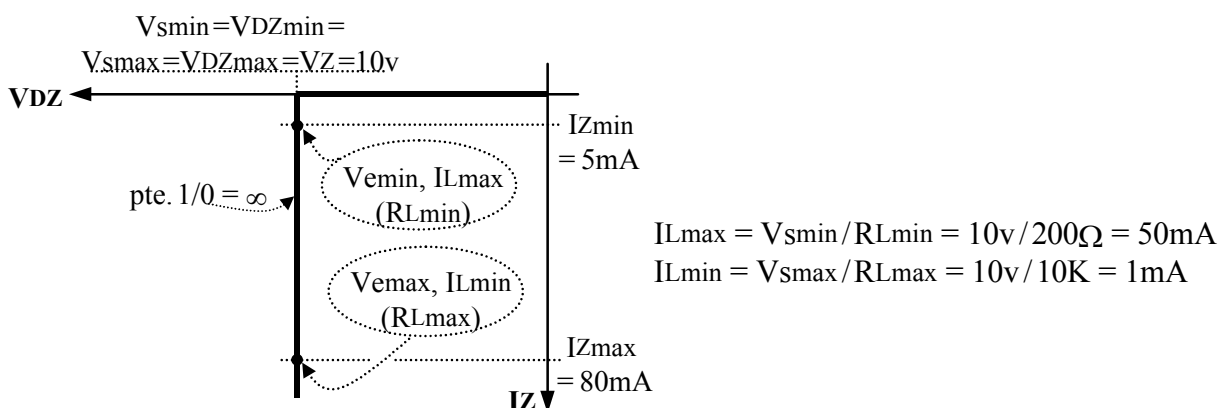
- Cálculo de los valores **V_{\min} y V_{\max}** : Regulador basado en zener y su relación con la curva característica del diodo, midiendo tensión y corriente de cátodo hacia ánodo (V_{DZ} , I_Z positivas).



$$I = I_L + I_Z \quad ; \quad V_e = V_s + R_3 \cdot I = V_s + R_3 \cdot (I_L + I_Z) \Rightarrow$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ec. ① } V_{emin} = V_{smin} + R_{3max} \cdot (I_{Lmax} + I_{Zmin}) \quad ; \quad I_{Lmax} = V_{smin} / R_{Lmin} \\ \text{ec. ② } V_{emax} = V_{smax} + R_{3min} \cdot (I_{Lmin} + I_{Zmax}) \quad ; \quad I_{Lmin} = V_{smax} / R_{Lmax} \end{array} \right.$$

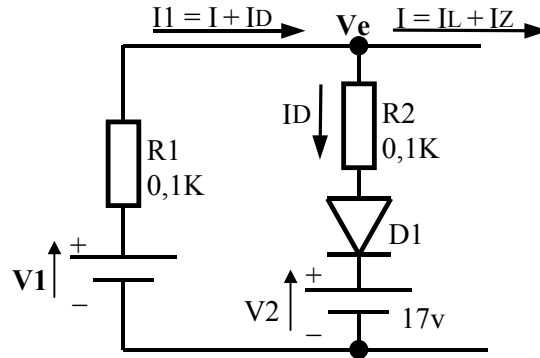
En este problema R_3 ya viene dada ($R_{3max} = R_{3min} = R_3$), lo que se pide es el margen de entrada V_e para que regule. Además en este caso el zener es ideal ($r_z = 0$), por lo que coinciden todos los valores máximos y mínimos de V_s (y de V_{DZ}):



$$\begin{aligned} \text{ec. ① } V_{emin} &= V_s + R_3 \cdot (I_{Lmax} + I_{Zmin}) = 10v + 0,1K \cdot (50mA + 5mA) \\ &= \mathbf{15,5v = V_{emin}} \\ \text{ec. ② } V_{emax} &= V_s + R_3 \cdot (I_{Lmin} + I_{Zmax}) = 10v + 0,1K \cdot (1mA + 80mA) \\ &= \mathbf{18,1v = V_{emax}} \end{aligned}$$

Luego la tensión en el punto “ V_e ” fluctúa entre 15,5 y 18,1v cuando la carga R_L varía entre 0,2K y 10K, manteniéndose el zener en regulación entre 5 y 80mA. Notar que cuando $V_e = 15,5v$ la corriente I que circula por R_3 es: $I_{Lmax} + I_{Zmin} = 50mA + 5mA = 55mA$. Y cuando $V_e = 18,1v$ la corriente I es: $I_{Lmin} + I_{Zmax} = 1mA + 80mA = 81mA$.

- Cálculo de los valores **V1min** y **V1max**: Como acabamos de hallar los valores de tensiones en el nodo “Ve”, y también de la corriente “I” que circula a partir de ese punto; con estos datos podemos “olvidar” la parte del circuito regulador y centrarnos alrededor de V1. Se trata de un problema de análisis de circuito con diodos, con tensión V1 variable; pero en vez de realizarlo por breakpoints lo analizaremos para los dos puntos de



tensiones mínima y máxima:

- ① Con **Vemin = 15,5v** suponemos que el diodo “D1” está “OFF”:
 $I_D = 0 \Rightarrow V_{PN1} = V_e - 17v = 15,5 - 17 = -1,5 < V_u$, luego es cierto que está “off”).
 $I_1 = I + I_D = (I_L + I_Z) + I_D = (I_{Lmax} + I_{Zmin}) + I_D = (50mA + 5mA) + 0 = 55mA$
 $V_1 = V_e + R_1 \cdot I_1 = V_{emin} + R_1 \cdot I_1 = 15,5v + 0,1K \cdot 55mA = 21v = \mathbf{V1min}$
- ② Con **Vemax = 18,1v** suponemos que el diodo “D1” está “ON”:
 $V_{PN1} = 0 \Rightarrow I_D = (V_e - V_2) / R_2 = (18,1 - 17) / 0,1K = +11mA > 0$, luego sí está “on”).
 $I_1 = I + I_D = (I_L + I_Z) + I_D = (I_{Lmin} + I_{Zmax}) + I_D = (1mA + 80mA) + 11mA = 92mA$
 $V_1 = V_e + R_1 \cdot I_1 = V_{emax} + R_1 \cdot I_1 = 18,1v + 0,1K \cdot 92mA = 27,3v = \mathbf{V1max}$