

CALCULAR  $V'$  y  $\bar{V}$

$$V_g = 0.6V$$

**1º INSPECCION**

PROBABLEMENTE LAS INTENSIDADES FLUYAN ASÍ:

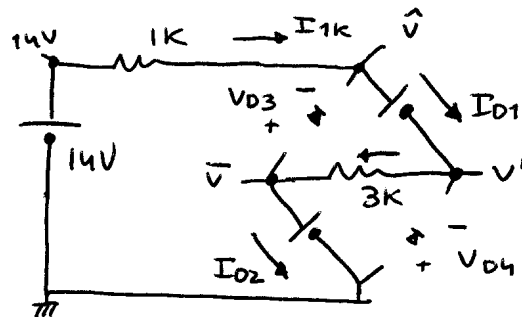
- PORTANTO, QUIZAS D1 y D2 ESTEN EN DIRECTO (ON) NECESITARÍAN  $0.6V + 0.6V$ , y HAY  $+14V$  (de sobra)
- D3 y D4, PROBABLEMENTE ESTEN EN CORTE (OFF), YA QUE ESTÁN EN SENTIDO CONTRARIO A  $+14V$



**2º SUPOSICION**

| D1 ON           | D2 ON           | D3 OFF              | D4 OFF              |
|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| $I_{D1} > 0?$   | $I_{D2} > 0?$   | $V_{D3} < V_g$      | $V_{D4} < V_g$      |
| $\ll 3.2mA > 0$ | $\ll 3.2mA > 0$ | $\ll -10.2V < 0.6V$ | $\ll -10.2V < 0.6V$ |
| OK              | OK              | OK                  | OK                  |

**3º APLICAR MODELO**



- EL CIRCUITO ES UNA SOLA MALLA, e  $I_{1K} = I_{D1} = I_{3K} = I_{D2}$   
PLANTEO EC. DE RAMA:

$$14V - \phi = I_{1K} \cdot 1K + 0.6V + I_{3K} \cdot 3K + 0.6V$$

-  $\bar{V}$  SE SABE  $\rightarrow \bar{V} = 0.6V$

- CALCULO  $V'$  EN 3K:

$$\frac{V' - \bar{V}}{3K} = I_{D1} = 3.2mA$$

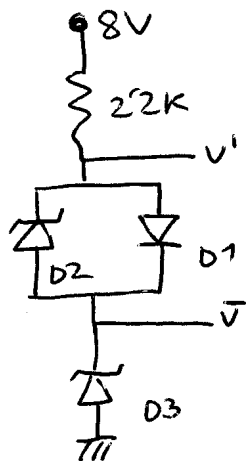
$$\downarrow$$

$$V' = 10.2V$$

$$- V_{D4} = (\phi - V') = -10.2V$$

$$- V_{D3} = (\bar{V} - \hat{V}) = (0.6V - [V' + 0.6V]) = -V' = -10.2V$$

**4º COMPROBACION**



CALCULAR  $V'$  y  $\bar{V}$

$$V_8 = 0.6V$$

$$V_{Z2} = 2V$$

$$V_{Z3} = 3V$$

1º INSPECCION:

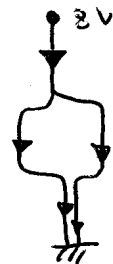
- PROBABLEMENTE LAS CORRIENTES FLUYAN ASÍ:

- LUEGO D3 DEBE ESTAR EN ZENER, D1 EN ON y D2 en ZENER.

- PERO, SI D1 EN ON  $\Rightarrow$

EQUIVALE A BATERIA DE 0.6V, LUEGO D2 NO PODRIA ESTAR

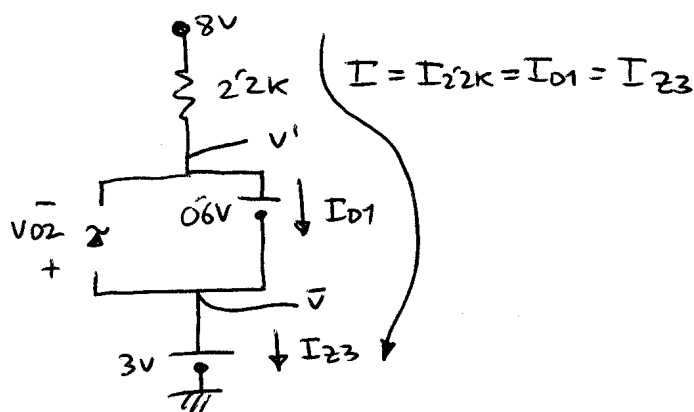
EN ZENER, PUES LE LLEGARIAN 0.6V <  $V_{Z2} = 2V$



2º SUPOSICION

| D1<br>ON  | D2<br>OFF  | D3<br>ZENER   |
|---|--|---|
| $I_{D1} > 0?$<br>$I_{D1} > 0$<br>$I_{D1} > 0$<br>OK | $-V_{Z2} < V_{D2} < V_8$<br>$-2V < -0.6V < 0.6V$<br>OK | $I_{Z3} > 0?$<br>$I_{Z3} > 0$<br>$I_{Z3} > 0$<br>OK |

3º APLICAR MODELO



- UNA RAMA  $\Rightarrow$  1 EC. DE RAMA:

$$(8V - 0) = I \cdot 2.2K + 0.6V + 3V \rightarrow I = 2mA$$

- TAMBIEN PODRIA HABERSE HECHO ASÍ:

COMO  $\bar{V} = 3V$  y  $V' = \bar{V} + 0.6V = 3.6V$ , APLICO LEY DE OHM en 2.2K:

$$I = \frac{8V - V'}{2.2K} = 2mA$$

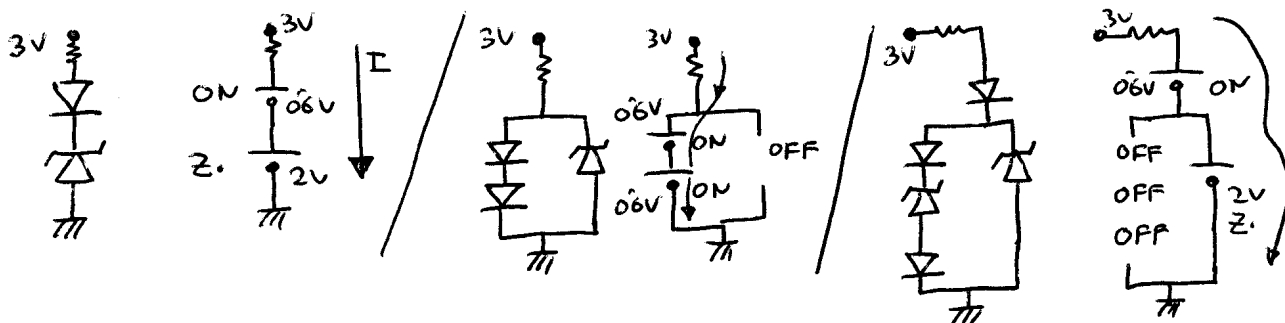
$$V_{D2} = (\bar{V} - V') = (3 - 3.6) = -0.6V$$

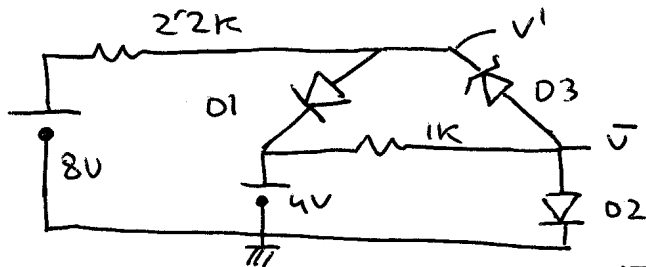
4º COMPROBACION

### EJERCICIOS RAPIDOS

¿CUAL ES EL ESTADO DE LOS DIODOS EN LAS SIGUIENTES RAMAS?

$$\begin{matrix} V_8 = 0.6V \\ V_Z = 2V \end{matrix}$$





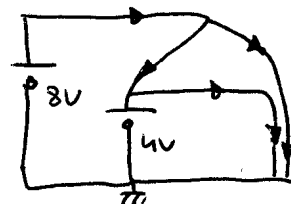
CALCULAR  $V'$  y  $\bar{V}$

$$V_D = 0.6V, V_{Z3} = 3V$$

### 1° INSPECCION

PROBABLEMENTE, LAS CORRIENTES VAYAN ASI:

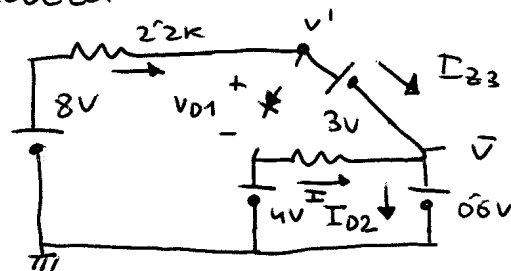
- LUEGO D3 ESTARIA EN ZENER, NECESITA 3V, PERO DISPONE DE  $(8V - 0.6V) = 7.4V$ , ES DECIR LE SOBRA POLARIZACION PARA ESTAR D3 en ZENER.
- D2 ESTARIA EN ON, NECESITA 0.6V, Y TIENE APROXIMADAMENTE  $(4-0)V > 0.6V$  o  $((8-3)-0) = 5V > 0.6V$  ES DECIR LE SOBRA POLARIZACION PARA ESTAR EN ON
- PERO SI D3 EN ZENER y D2 EN ON  $\Rightarrow \bar{V}$  SERIA 0.6V y  $V'$  SERIA:  
 $V' = 3V + \bar{V} = 3.6V \Rightarrow D1$  VERIA UNA POLARIZACION DE  $(V' - 4) = (3.6V - 4V) = -0.4V < V_D \Rightarrow D1$  ESTARA EN OFF



### 2° SUPOSICION

| D1<br>OFF                                   | D2<br>ON                               | D3<br>ZENER                          |
|---|--|--------------------------------------|
| $V_{D1} < V_D?$<br>$\ll -0.6V < 0.6V$<br>OK | $I_{D2} > 0?$<br>$\ll 5.4mA > 0$<br>OK | $I_{Z3} > 0?$<br>$\ll 2mA > 0$<br>OK |

### 3° APLICAR MODELO:



- SE VE QUE  $\bar{V} = 0.6V$  y  $V' = 0.6V + 3V = 3.6V$

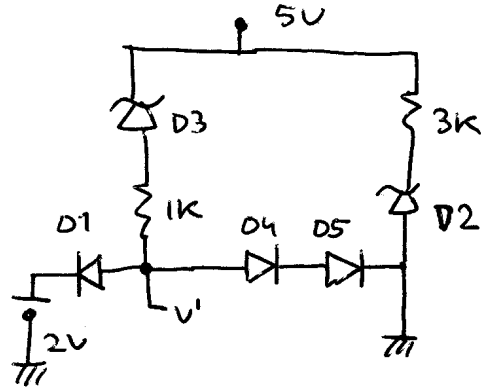
- COMO  $I_{2.2k} = I_{Z3} \Rightarrow I_{Z3} = \frac{8V - V'}{2.2k} = 2mA$

- COMO  $I = \frac{4V - \bar{V}}{1k} = 3.4mA$

y  $I_{D2} = I + I_{Z3} \Rightarrow I_{D2} = (3.4 + 2)mA = 5.4mA$

-  $V_{D1} = (V' - 4V) = (3.6V - 4V) = -0.6V$

### 4° COMPROBACION



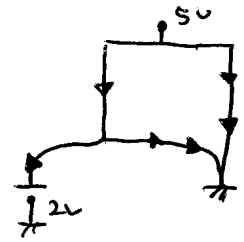
CALCULAR  $V'$

$$V_8 = 0.6V, V_{Z2} = 2V, V_{Z3} = 3V.$$

1° INSPECCION.

PROBABLEMENTE LAS CORRIENTES FLUYAN COMO EN LA FIGURA →

LUEGO D3 ESTARIA en ZENER, D2 en ZENER, D4 y D5 en ON y D1 en OFF.

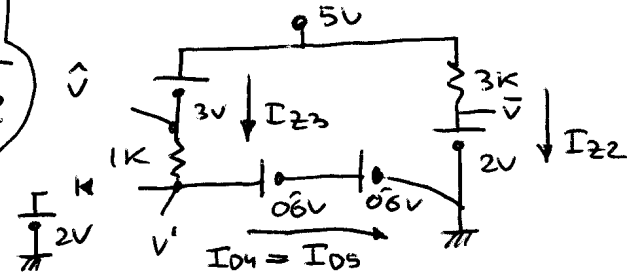


PERO SI D4 y D5 en ON ⇒ EQUIVALEN A  $0.6V + 0.6V ⇒ V'$  SERIA  $1.2V$   
 y POR TANTO  $V_{D1} \text{ SERIA} = (V' - 2V) = -0.8V ⇒ D1$  QUIZAS.  
 ESTE REALMENTE EN OFF

2° SUPOSICION

| D1<br>OFF                  | D2<br>ZENER     | D3<br>ZENER       | D4<br>ON          | D5<br>ON      |
|----------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| $V_{D1} < 0.6V?$           | $I_{Z2} > 0?$   | $I_{Z3} > 0?$     | $I_{D4} > 0?$     | $I_{D5} > 0?$ |
| $-0.8V < 0.6V = V_8$<br>OK | $1mA > 0$<br>OK | $0.8mA > 0$<br>OK | $0.8mA > 0$<br>OK |               |

3° APLICAR MODELO.



$$\text{ASI} ⇒ V' = 1.2V, \hat{V} = 5V - 3V = 2V, \bar{V} = 2V$$

y PUEDO CALCULAR  $I_{Z3}$  e  $I_{Z2}$

$$I_{Z3} = \frac{\hat{V} - V'}{1K} = 0.8mA$$

$$I_{Z2} = \frac{5V - \bar{V}}{3K} = 4mA$$

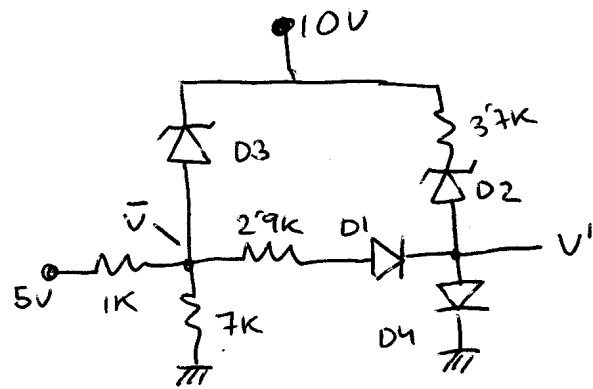
$$\text{PERO } I_{D4} = I_{D5} = I_{Z3} = 0.8mA$$

$$V_{D1} = V' - 2V = 1.2V - 2V = -0.8V$$

4° COMPROBACION

CALCULAR  $\bar{V}$  y  $V'$

$$V_8 = 0.6V, V_{Z2} = 2V, V_{Z3} = 3V$$



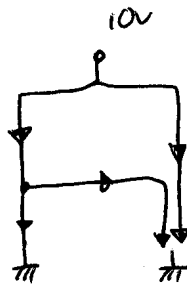
### 1º INSPECCION

PROBABLEMENTE LAS CORRIENTES CIRCULEN COMO EN LA FIGURA

LUEGO D3 ESTARIA EN ZENER (NECESITA 3V EN INVERSO, y TIENE 10 EN INVERSO)

D2 ESTARIA EN ZENER (NECESITA 2V EN INVERSO y TIENE 10-0.6V EN INVERSO)

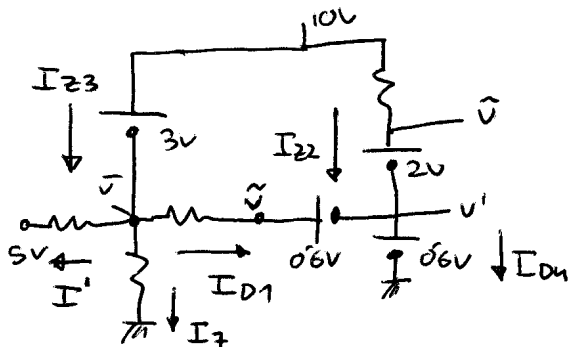
D1 y D4 en ON



### 2º SUPOSICION

| D1<br>ON                                   | D2<br>ZENER                                       | D3<br>ZENER                                       | D4<br>ON  |
|--|---|---|---|
| $I_{D1} > 0?$<br>" <u><math>2mA</math></u> | $I_{Z2} > 0?$<br>" <u><math>2mA &gt; 0</math></u> | $I_{Z3} > 0?$<br>" <u><math>5mA &gt; 0</math></u> | $I_{D4} > 0?$<br>" <u><math>4mA &gt; 0</math></u> |

### 3º APLICAR MODELO (TENIENDO EN CUENTA LAS SUPOSICION)



ASI:  $\bar{V} = 7V$  ( $10V - 3V$ )  $V' = 0.6V$   
 $\hat{V} = V' + 2V = 2.6V$   
 $\tilde{V} = 0.6V + 0.6V = 1.2V$

Y:

$$I_{D1} = \frac{\bar{V} - \tilde{V}}{2.9K} = 2mA$$

$$I_{Z2} = \frac{10V - \hat{V}}{3.7K} = 2mA$$

$$I_7 = \frac{\bar{V} - 0}{7K} = 1mA$$

$$I' = \frac{\bar{V} - 5V}{1K} = 2mA$$

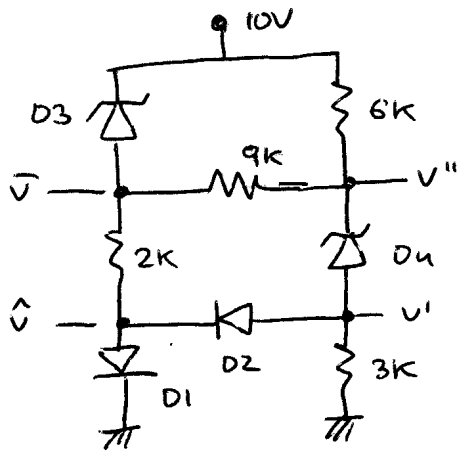
LUEGO  $I_{Z3} = I' + I_7 + I_{D1} = (2 + 1 + 2) mA = 5mA$

$I_{D4} = I_{Z2} + I_{D1} = (2 + 2) mA = 4mA$

### 4º COMPROBACION

$I_{D1} = 2mA > 0$   
 $I_{Z2} = 2mA > 0$   
 $I_{Z3} = 5mA > 0$   
 $I_{D4} = 4mA > 0$

OK



CALCULAR  $\bar{V}$ ,  $\hat{V}$ ,  $V''$ ,  $V'$

$$V_f = 0.6V \quad V_{Z3} = 3V \quad V_{Z4} = 4V$$

1º INSPECCION.

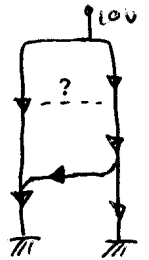
PROBABLEMENTE LAS CORRIENTES VAYAN ASÍ

ES DECIR ESTARIAN:

D3 ZENER (SI TUVIESE POLARIZACIÓN INVERSA. DE MAS DE 3V, TIENE  $\sim (10V - 0.6V)$  DE POLARIZ. INVERSA)

D4 ON (NECESITA  $V_{D1} > 0.6V$  y TIENE  $\sim (7V - 0) > V_f$ ).

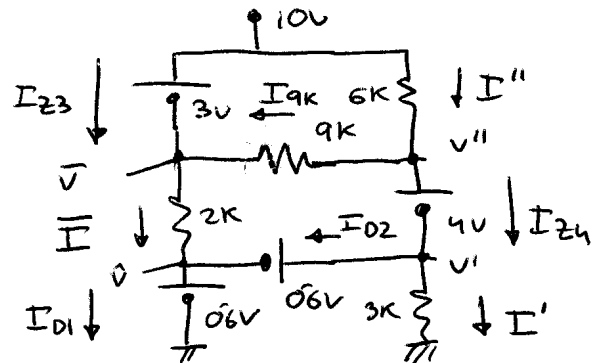
D4 ZENER (NECESITA POLARIZACIÓN INVERSA de 4V y parece, TENER POLARIZACIÓN INVERSA DE 10V.)



2º SUPOSICION

| D1<br>ON                         | D2<br>ON                         | D3<br>ZENER                      | D4<br>ZENER                    |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| $I_{D1} > 0?$<br>$\ll 3.8mA > 0$ | $I_{D2} > 0?$<br>$\ll 0.6mA > 0$ | $I_{Z3} > 0?$<br>$\ll 3.4mA > 0$ | $I_{Z4} > 0?$<br>$\ll 1mA > 0$ |

3º APLICAR MODELO



— LUEGO  $\bar{V} = (10V - 3V) = 7V$ ,  $0 = 0.6V$ ,  $V' = 1.2V$   
 $\hookrightarrow V'' = 5.2V$

— CALCULO LAS INTENSIDADES:

$$\bar{I} = I_{2k} = \frac{\bar{V} - \hat{V}}{2k} = 3.2mA \quad I'' = I_{6k} = \frac{10 - V''}{6k} = 0.8mA$$

$$I' = \frac{V' - 0}{3k} = 0.4mA \quad I_{9k} = \frac{V'' - \bar{V}}{9k} = -0.2mA$$

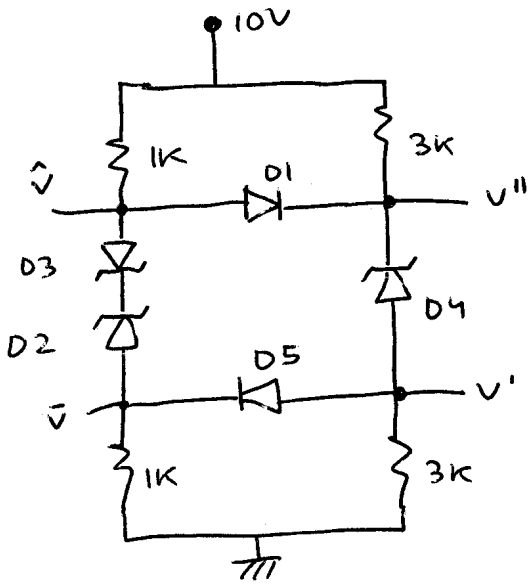
— POR TANTO  $I_{Z3} = \bar{I} - I_{9k} = 3.4mA$

$$I_{Z4} = I'' - I_{9k} = 1mA$$

$$\text{COMO } I' = 0.4mA \Rightarrow I_{D2} = I_{Z4} - I' = 0.6mA$$

$$\Rightarrow I_{D1} = \bar{I} + I_{D2} = 3.8mA$$

4º COMPROBACION



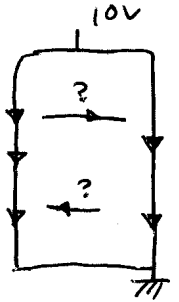
CALCULAR  $V'$ ,  $V''$ ,  $\bar{V}$ ,  $\hat{V}$

$$V_8 = 0.6V, V_{Z3} = 3V, V_{Z2} = 2V, V_{Z4} = 4V.$$

### 1º INSPECCION

PARACE CLARO QUE LAS CORRIENTES FLUYEN COMO EN LA FIGURA. →

LA DUDA ES SI D1 y D5 CONDUCE O NO. VEAMOSLO.



— SI LA RAMA IZDA. CONDUCE, NECESITA D3-ON y D2-ZENER.

D3 y D2 NECESITARIAN  $0.6V + 2V = 2.6V$  y PARECEN TENER 10V

— SI LA RAMA DERECHA CONDUCE, NECESITA D4-ZENER, NECESITA D4, AL MENOS 4V de POLARIZACION INVERSA, Y TIENE 10V (de SOBRA)

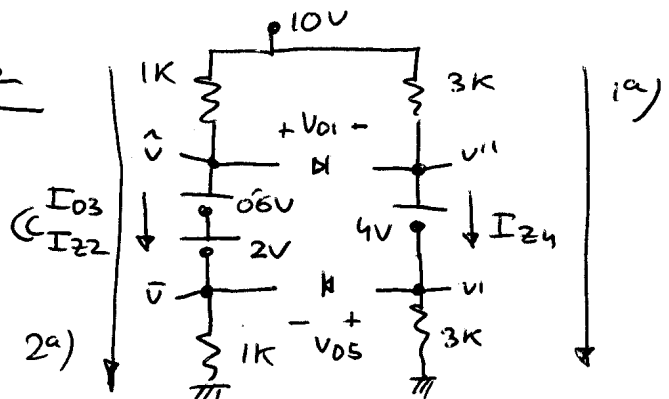
— SI D3 y D2 en ON y ZENER  $\Rightarrow \bar{V} - V' = 2.6V$ , NO ES SUFICIENTE PARA QUE D1, D5 en ON y D4 en ZENER.

COMO TENGO DUDAS SOBRE D1 y D5, SUPONDRÉ EN OFF y OFF.

### 2º SUPOSICION

| D1<br>OFF                            | D5<br>OFF                            | D3<br>ON                          | D2<br>ZENER                        | D4<br>ZENER                     |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| $V_{D1} < V_8?$<br>  <br>-0.7V<br>OK | $V_{D5} < V_8?$<br>  <br>-0.7V<br>OK | $I_{D3} > 0$<br>  <br>3.7mA<br>OK | $I_{Z2} > 0?$<br>  <br>3.7mA<br>OK | $I_{Z4} > 0$<br>  <br>1mA<br>OK |

### 3º APLICAR MODELO



PLANTEO 2 Ecs. de RAMA:

$$1^a) (10-0) = I_{Z4} \cdot 3k + 4V + I_{Z4} \cdot 3k \\ \Rightarrow I_{Z4} = 1mA.$$

$$2^a) (10-0) = I_{D3} \cdot 1k + 0.6V + 2V + I_{D3} \cdot 1k \\ \Rightarrow I_{D3} = I_{Z2} = 3.7mA.$$

LUEGO

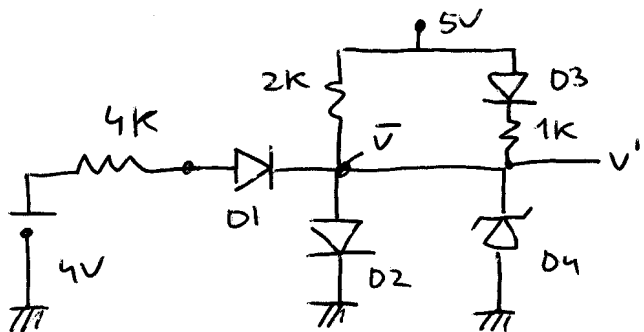
$$\rightarrow V' = I_{Z4} \cdot 3k = 3V \Rightarrow V'' = 3V + 4V = 7V$$

$$\rightarrow \bar{V} = I_{D3} \cdot 1k = 3.7V \Rightarrow \hat{V} = 3.7V + 2.6V = 6.3V$$

$$V_{D1} = \hat{V} - V'' = -0.7V$$

$$V_{D2} = V' - \bar{V} = -0.7V$$

### 4º COMPROBACION



CALCULAR  $\bar{V}$  y  $V'$

$$V_D = 0.6V \quad V_{Z4} = 4V$$

### 1° INSPECCION

PROBABLEMENTE LAS CORRIENTES VAYAN ASI

D1 y D2 en ON ON NECESITAN  $0.6V + 0.6V = 1.2V$

Y TIENEN APROXIMADAMENTE 4V (DE SOBRA)

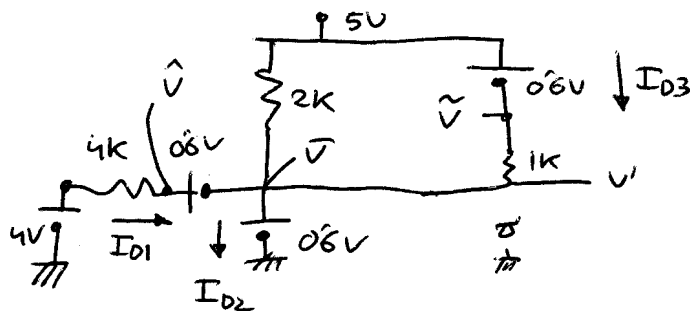
SI D2 en ON  $\Rightarrow$  EQUIVALE A BATERIA de  $0.6V$ , QUE ESTA APLICADA a D4.,  
COMO D4 necesita 4V EN INVERSO (PARA ZENER) y SÓLO LLEGAN  $0.6V \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  D4 PARECE EN OFF

D3 en ON, NECESITA  $0.6V$  y PUEDEN LLEGARLE HASTA 5V (de SOBRA)

### 2° SUPOSICION

| D1<br>ON      | D2<br>ON      | D3<br>ON      | D4<br>OFF   |
|---------------|---------------|---------------|---|
| $I_{D1} > 0?$ | $I_{D2} > 0?$ | $I_{D3} > 0?$ | $-4V \stackrel{?}{<} V_{D4} \stackrel{?}{<} 0.6V = V_D$ |
| $\ll 0.7mA$   | $\ll 2.2mA$   | $\ll 4.4mA$   | $\ll -0.6V$   |
| OK            | OK            | OK            | OK OK   |

### 3° APLICAR MODELO



$$\rightarrow \bar{V} = 0.6V, \quad V' = \bar{V} = 0.6V, \quad \hat{V} = 0.6V + 0.6V = 1.2V$$

$$\tilde{V} = 5 - 0.6V = 4.4V.$$

$$I_{D1} = \frac{4V - \hat{V}}{4K} = 0.7mA \quad I_{2K} = \frac{5V - \bar{V}}{2K} = 2.2mA$$

$$I_{D3} = \frac{\tilde{V} - V'}{1K} = 3.8mA$$

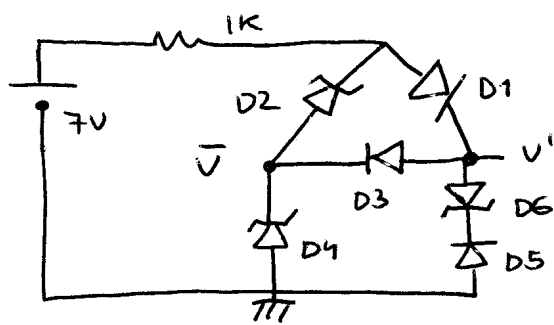
$$\rightarrow \text{COMO } I_{D2} = I_{D1} + I_{2K} + I_{D3} \Rightarrow$$

$$I_{D2} = 0.7 + 2.2 + 3.8 = 6.7mA.$$

$$V_{D4} = (\phi - V') = (0 - 0.6V) = -0.6V$$

### 4° COMPROBACION





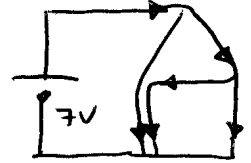
CALCULAR  $V'$  y  $\bar{V}$

$$V_Z = 0.6V, V_{Z2} = 2V, V_{Z4} = 4V, V_{Z6} = 6V$$

1° INSPECCION:

PROBABLEMENTE LAS INTENSIDADES VAYAN ASI

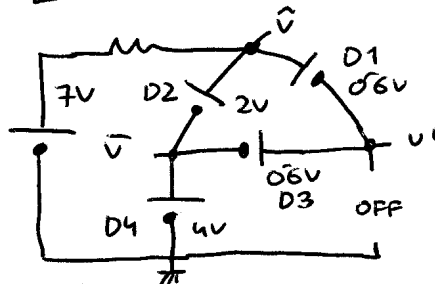
- OBSERVANDO D5 y D6, VEMOS QUE ES IMPOSIBLE QUE ESA RAMA CONDUZCA HACIA ABAJO, LUEGO D5 y D6 en OFF



2° SUPOSICION

- D2 ZENER
- D1 ON
- D3 ON
- D4 ZENER

3° APLICAR MODELO



VEO ALGO RARO:

$$(\hat{V} - \bar{V}) = 2V \text{ (VER D2)}$$

PERO TAMBIEN:

$$(\hat{V} - \bar{V}) = (\hat{V} - V') + (V' - \bar{V}) = 0.6V + 0.6V = 1.2V$$

$\uparrow$  (VER D1)     $\uparrow$  (VER D2)

¡NO PUEDE SER  $(\hat{V} - \bar{V}) = 2V$  y  $(\hat{V} - \bar{V}) = 1.2V$ ! ←

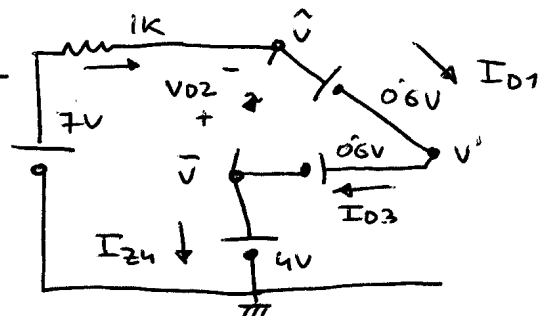
DE LAS DOS RAMAS (UNA es D2, LA OTRA es D1 y D3)

SÓLO CONDUCE LA QUE NECESITE MENOS TENSION, ES DECIR, LA RAMA D1, D3, LUEGO D2 ESTARA EN OFF

2° NUEVA SUPOSICION

| D1<br>ON                              | D2<br>OFF  | D3<br>ON                              | D4<br>ZENER                          | D5 y D6<br>OFF |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| $I_{D1} > 0?$<br>$\ll 18mA > 0$<br>OK | $-V_{Z2} \leq V_{D2} \leq V_Z$<br>$-2V \leq 0.6V$<br>$-2V < -1.2V < 0.6V$<br>OK / OK / | $I_{D3} > 0?$<br>$\ll 18mA > 0$<br>OK | $I_{Z4} > 0$<br>$\ll 18mA > 0$<br>OK |                |

3° APLICO de NUEVO los MODELOS



- ES SOLO 1 MALA y LLAMO  $I \equiv I_{1K} = I_{D1} = I_{D3} = I_{Z4}$

- EC de RAMA:

$$(7V - 0) = I \cdot 1K + 0.6V + 0.6V + 4V \Rightarrow I = 1.8mA$$

- SE  $\bar{V} = 4V$ ,  $V' = 4 + 0.6V = 4.6V$ ,  $\hat{V} = 4 + 0.6 + 0.6 = 5.2V$

$$V_{D2} = \bar{V} - \hat{V} = 4V - 5.2V = -1.2V$$

COMPROBACION PARA D5 y D6

Si  $V' > 0$  Rama CONDUZCA HACIA ABAJO, PERO ES IMPOSIBLE POR D5.

PARA QUE LA RAMA CONDUJERA (HACIA ARRIBA)

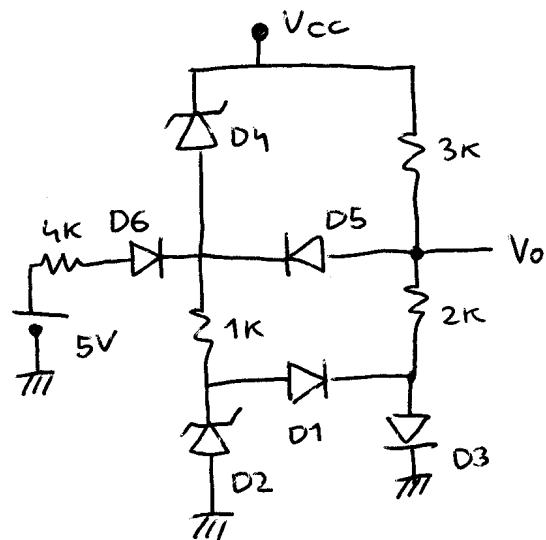
NECESITARIAMOS  $V' < 0$ , y además QUE

$V'$  FUESE  $< (-6) + (0.6V) = -6.6V$ , QUE NO

ES EL CASO PUES  $V' = 4.6V > 0$

4° COMPROBACION

⇒ SÓLO PUEDEN ESTAR D5 y D6 EN OFF



CALCULAR LOS VALORES de  $V_{CC}$  QUE HACEN QUE:

$D1 \rightarrow ON$

$D2 \rightarrow OFF$

$D4 \rightarrow ZENER$

$D3 \rightarrow ON$

$D5 \rightarrow OFF$

$D6 \rightarrow ON$

¿CUAL SERIA ENTONCES EL VALOR DE  $V_O$ ?

$$V_Z = 0.6V, V_{Z2} = 2V, V_{Z4} = 4V$$

1° SE CON SEGURIDAD EL ESTADO DE LOS DIODOS  $\Rightarrow$  APLICO MODELO y

TAMBIEN SE QUE:

|              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $D1 ON$      | $D3 ON$      | $D6 ON$      | $D4 ZENER$   |
| $I_{D1} > 0$ | $I_{D3} > 0$ | $I_{D6} > 0$ | $I_{Z4} > 0$ |

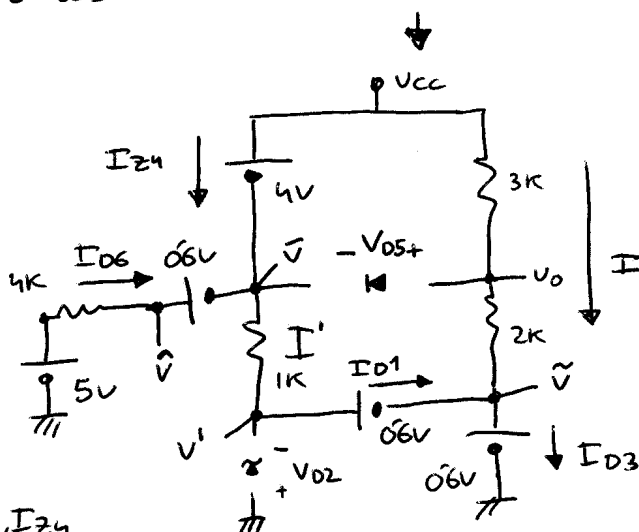
$D2 OFF$

$D5 OFF$

$$-V_{Z2} < V_{D2} < V_Z = 0.6V \quad V_{D5} < V_Z = 0.6V$$

$$\text{"} \quad \text{"}$$

$$-2V$$



2° POR TANTO, DEBO CALCULAR  $I_{D1}, I_{D3}, I_{D6}, I_{Z4}$

$V_{D2}$  y  $V_{D5}$ , y VER QUE  $V_{CC}$  CUMPLEN TODAS LAS CONDICIONES.

$$\bar{V} = V_{CC} - 4V$$

$$\hat{V} = 0.6V$$

$$I_{D1} + I = I_{D3}$$

$$\hat{V} = \bar{V} + 0.6V = V_{CC} - 3.4V$$

$$V' = 0.6V + 0.6V = 1.2V$$

$$I' = I_{D1} = I_{Z4} + I_{D6}$$

LUEGO:

$$\rightarrow I_{D6} = \frac{5 - \hat{V}}{4K} = \frac{8.4 - V_{CC}}{4K} > 0 \Rightarrow V_{CC} < 8.4V$$

$$\rightarrow I_{D1} = I' = \frac{\bar{V} - V'}{1K} = \frac{V_{CC} - 5.2}{1K} > 0 \Rightarrow V_{CC} > 5.2V$$

$$\rightarrow I_{D3} = \left[ \frac{V_{CC} - 0.6V}{(2K + 3K)} \right] + \left[ \frac{V_{CC} - 5.2}{1K} \right] = \frac{5V_{CC} - 26.6}{5K} > 0 \Rightarrow V_{CC} > 4.433V$$

$$\rightarrow -2V < V_{D2} = (0 - V') = -1.2V < V_Z = 0.6V \Rightarrow \text{LO CUMPLE } \Rightarrow \text{NO HAY RESTRICCIONES A } V_{CC}$$

$$\rightarrow I_{Z4} = I' - I_{D6} = \left[ \frac{V_{CC} - 5.2}{1K} \right] - \left[ \frac{8.4 - V_{CC}}{4K} \right] = \frac{5V_{CC} - 29.2}{4K} > 0 \Rightarrow V_{CC} > 5.84V$$

$$\rightarrow V_{D5} = (V_O - \bar{V}) = ((0.6V + I \cdot 2K) - (V_{CC} - 4V)) = (0.6V + 4V - V_{CC} + \frac{V_{CC} - 0.6}{5K} \cdot 2K) < 0.6V \Rightarrow V_{CC} > 6.266V$$

$$I = \frac{V_{CC} - \tilde{V}}{(2K + 3K)} = \frac{V_{CC} - 0.6V}{5K}$$

$$\frac{V_O - \tilde{V}}{2K} = I \Rightarrow V_O = \tilde{V} + I \cdot 2K$$

$$6.266V < V_{CC} < 8.4V$$