

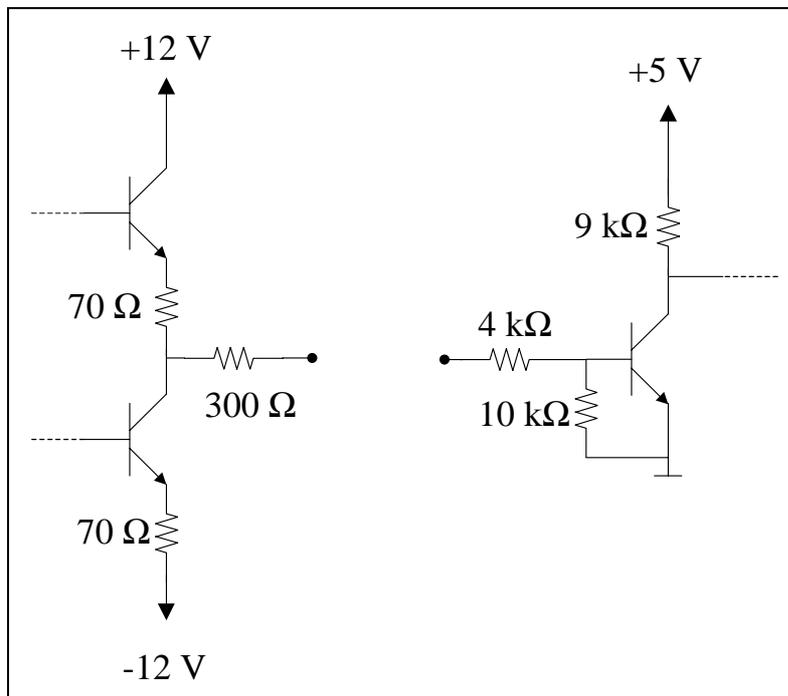
Problema PTC0003-06

Para una transmisión en V.24 se usa un 1488 en el transmisor y un 1489 en el receptor. Considérense los transistores en las etapas de salida y entrada de los dispositivos como interruptores ideales (ver figura). La toma de tierra del edificio donde se halla el transmisor tiene una resistencia de 100 ohmios. Lo mismo ocurre en el receptor. La diferencia de potencial entre ambas tomas de tierra (tensión de la tierra del transmisor menos tensión de la tierra del receptor) es V_T . Calcúlense la tensión a la entrada del 1489 y el valor lógico que dará a su salida cuando el 1488 esté transmitiendo un cero lógico, en los siguientes casos:

- a) - Fuente de alimentación del transmisor (F.A.T.): lineal.
- Fuente de alimentación del receptor (F.A.R.): lineal.
 - 1) $V_T = 0$.
 - 2) $V_T = -20\text{ V}$.

- b) -F.A.T.: Conmutada (Sin aislamiento galvánico).
-F.A.R.: Conmutada (Sin aislamiento galvánico).
 - 1) $V_T = 0$.
 - 2) $V_T = -20\text{ V}$.

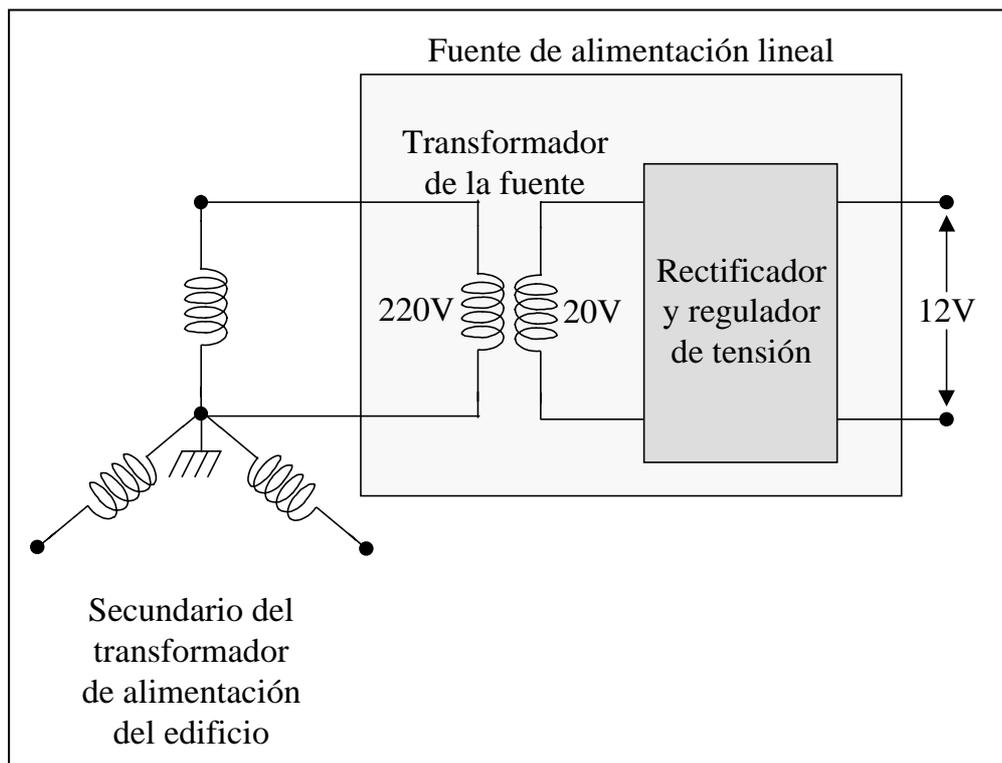
- c) -F.A.T.: Lineal.
-F.A.R.: Conmutada (Sin aislamiento galvánico).
 - 1) $V_T = 0$.
 - 2) $V_T = -20\text{ V}$.



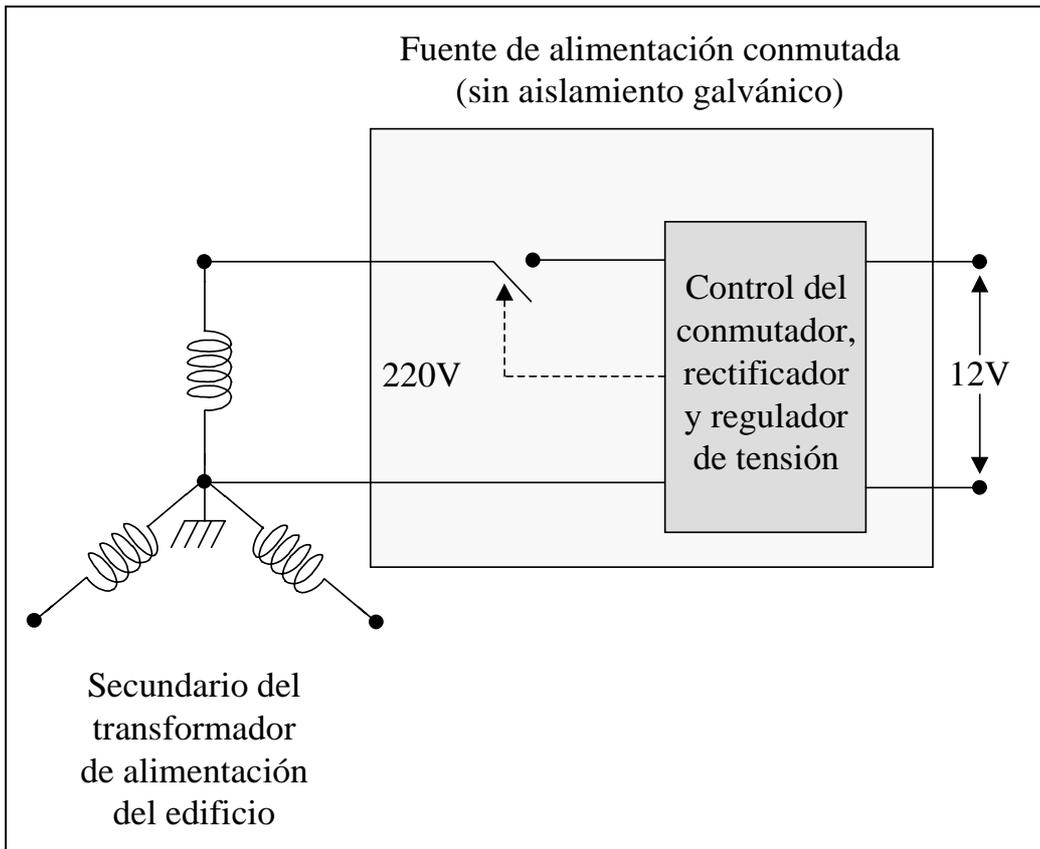
Solución PTC0003-06

La diferencia entre los 3 apartados consiste en la forma en que la masa (el punto de potencial cero) de las fuentes que alimentan al 1488 y al 1489, están o no unidas a la toma de tierra del edificio. Suponemos que, como suele ser el caso más habitual, las fuentes de alimentación de los equipos que actúan como transmisor y receptor de datos, están conectadas a sus correspondientes tomas de corriente que, a su vez, están conectadas a una de las fases del secundario del transformador que alimenta los correspondientes edificios (en el caso general el transmisor y el receptor estarán conectados a tomas diferentes). Supondremos igualmente que el neutro de dicho transformador trifásico está conectado a tierra.

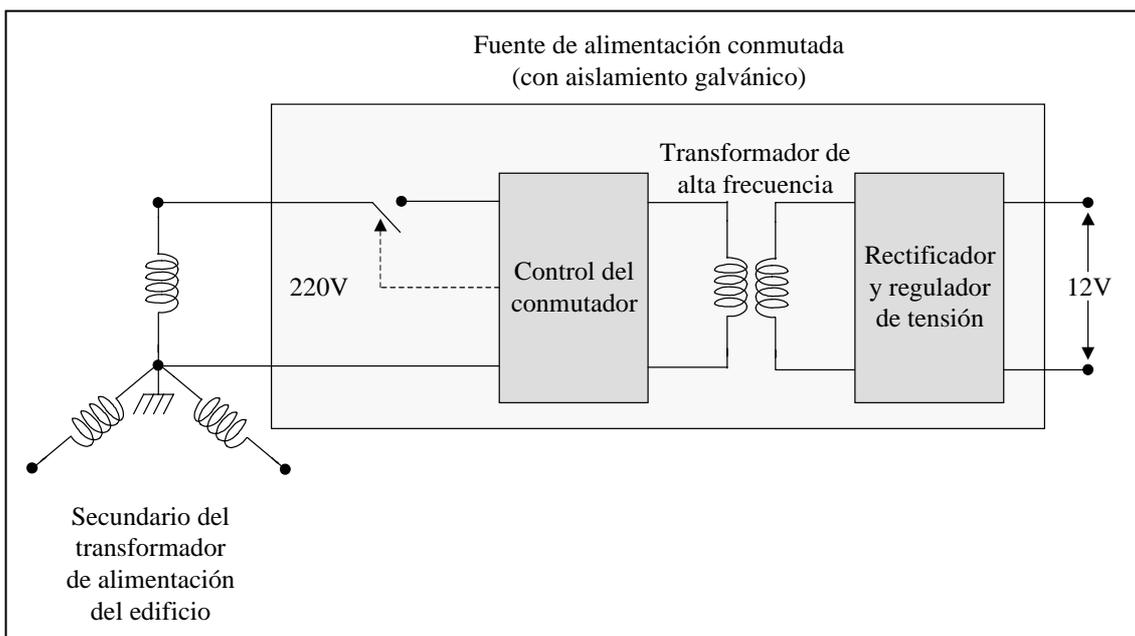
En el caso de una fuente de alimentación lineal existe un transformador de tensión seguido de un circuito de rectificación y regulación de la tensión a la salida. En el esquema aparece una única tensión de +12 voltios, pero la situación es la misma para las tensiones de -12 voltios y de +5 voltios. Como puede verse, en la fuente lineal se produce un aislamiento galvánico (no hay conexión eléctrica) entre la entrada y la salida. Esto provoca que el punto de masa de la salida (el correspondiente a 0 voltios) esté eléctricamente aislado de la tierra del edificio.



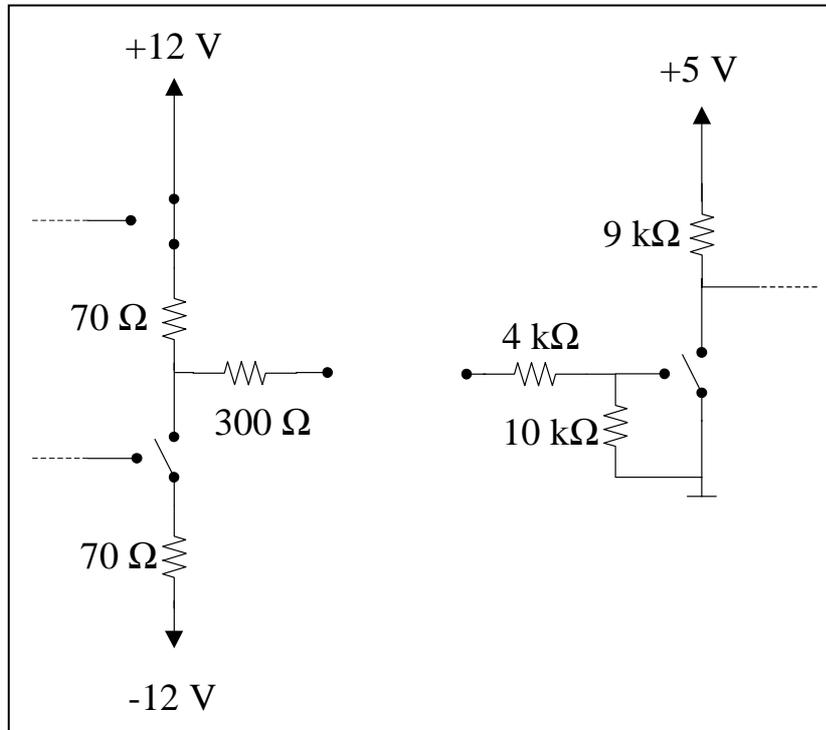
Cuando lo que tenemos es una fuente conmutada sin aislamiento galvánico el transformador desaparece y se sustituye por un conmutador que va troceando la señal de entrada a una frecuencia considerablemente superior a la frecuencia de red (típicamente varios kHz.) El porcentaje de tiempo que esté cerrado el conmutador permite regular la tensión a la salida. Este porcentaje es controlado por una circuitería de control que, además, realiza la rectificación y la regulación de la tensión de salida. Como consecuencia de todo ello el punto de masa de la salida (el correspondiente a 0 voltios) está conectado a la tierra del edificio.



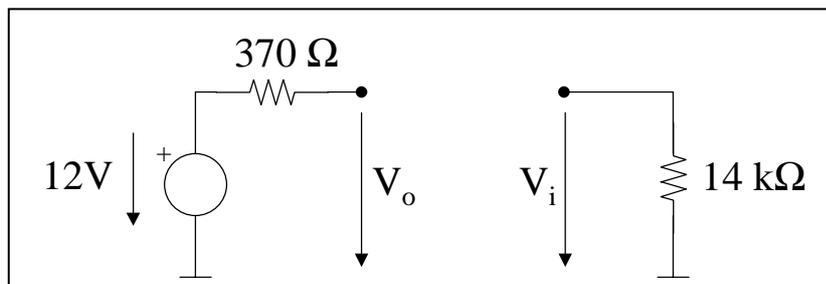
Por último, cuando lo que tenemos es una fuente conmutada con aislamiento galvánico (no presente en este problema, pero relativamente usual en la práctica) nos encontramos en un caso en el que se añade un transformador de alta frecuencia que adapta y aísla la señal conmutada típicamente a varios kHz. Puede verse que, en este caso, se produce nuevamente un aislamiento galvánico (no hay conexión eléctrica) entre la entrada y la salida. Esto provoca que el punto de masa de la salida (el correspondiente a 0 voltios) esté eléctricamente aislado de la tierra del edificio.



Vamos a fijarnos ahora en los drivers 1488 y 1489 y consideremos a los transistores como interruptores ideales. Cuando los transistores ideales están en conducción su caída de tensión colector-emisor es cero y cuando están en corte su intensidad de colector es cero. En ambas situaciones, los transistores ideales tienen una intensidad de base nula. En estas condiciones el modelo ideal, en el que los estados de los interruptores puede cambiar, será el siguiente:



Esquemáticamente, en caso de transmisión de un “cero”, el circuito queda así:

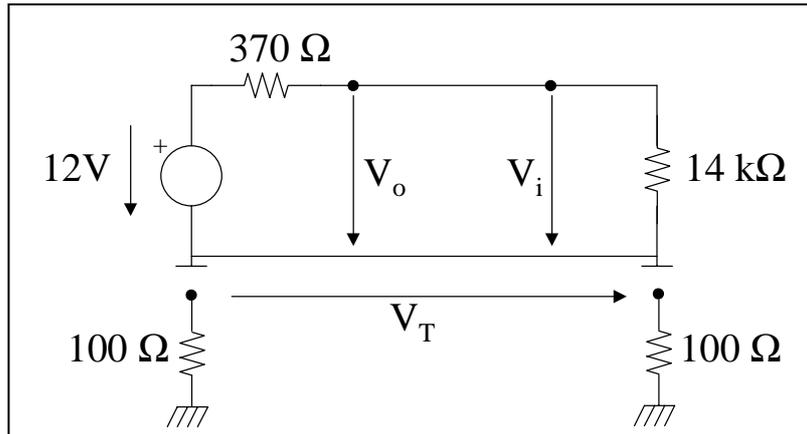


Analicemos ahora cada uno de los casos planteados en el enunciado.

Apartado a.

Tanto el transmisor como el receptor tienen fuentes de alimentación lineales. Eso hace que sus respectivos puntos de masa estén aislados de las correspondientes tomas de tierra. Por tanto el esquema eléctrico resultante es el de la figura. Como puede comprobarse la diferencia de potencial entre las tomas de tierra no influye para nada en el comportamiento del circuito. El aislamiento galvánico proporcionado por las fuentes de alimentación elimina el problema de la tensión entre tierras. Numéricamente vemos que

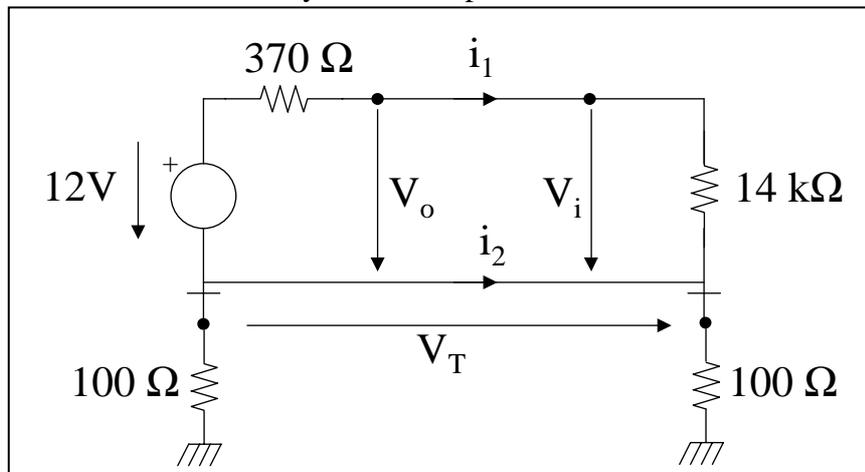
$$V_i = \frac{14\text{ k}\Omega}{14\text{ k}\Omega + 0,37\text{ k}\Omega} 12\text{ voltios} = 11,69\text{ voltios}$$



Como puede verse, la tensión a la entrada del receptor está claramente dentro del margen que la norma V.24 asigna al “cero” lógico y, por tanto, la transmisión es correcta.

Apartado b.

Tanto el transmisor como el receptor tienen fuentes de alimentación conmutadas sin aislamiento galvánico. Eso hace que sus respectivos puntos de masa estén unidos eléctricamente a las correspondientes tomas de tierra. Por tanto el esquema eléctrico resultante es el de la figura. Como puede comprobarse la diferencia de potencial entre las tomas de tierra ahora sí influye en el comportamiento del circuito.



Numéricamente vemos que

$$12 + V_T = i_1 (0.37 \text{ k}\Omega + 14 \text{ k}\Omega)$$

$$V_i = i_1 \cdot 14 \text{ k}\Omega$$

$$V_i = \frac{14 \text{ k}\Omega}{14 \text{ k}\Omega + 0.37 \text{ k}\Omega} (12 + V_T)$$

$$V_T = 0 \Rightarrow V_i = 11.68 \text{ voltios}$$

$$V_T = -20 \Rightarrow V_i = -7.79 \text{ voltios}$$

Vemos que, en el segundo caso, la diferencia de potencial entre las tomas de tierra hace que la tensión a la entrada del receptor sea muy diferente de la inicialmente transmitida, lo que hará que el receptor la interprete como un “uno” lógico, cuando lo que transmitió fue un “cero”. Es decir, se ha producido un error en la transmisión. Pero, además, si nos

fijamos en la intensidad que circula por el hilo común (el que une los puntos de masa del transmisor y del receptor) tenemos que

$$V_T + i_2(0'1k\Omega + 0'1k\Omega) = 0$$

$$i_2 = \frac{-V_T}{0'2k\Omega} = \frac{20\text{voltios}}{0'2k\Omega} = 100\text{mA}$$

Comparemos este valor con el de i_1 en ausencia de diferencias de potencial entre las tomas de tierra

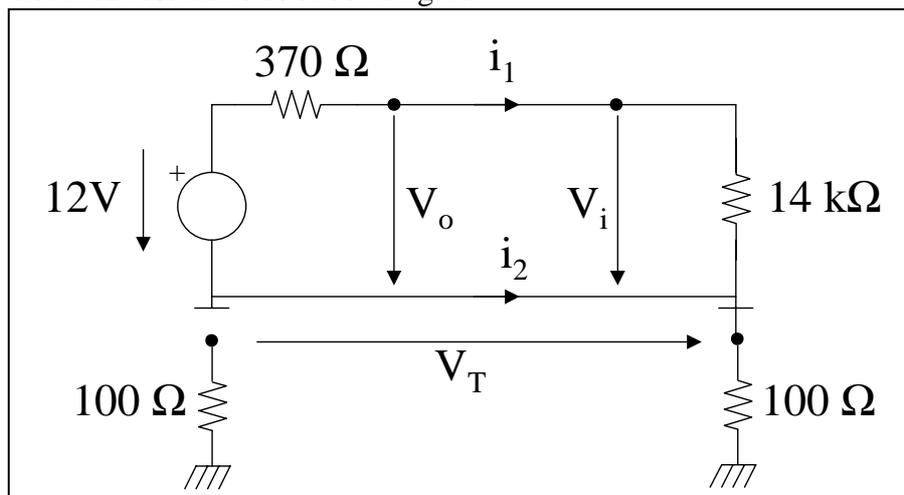
$$V_i = i_1 \cdot 14k\Omega$$

$$i_1 = \frac{V_i}{14k\Omega} = \frac{11'68\text{voltios}}{14k\Omega} = 0'83\text{mA}$$

Observamos que la intensidad es del orden de 100 veces mayor a la intensidad típica. Esto puede hacer que se sobrepasen los límites operativos de intensidad de los dispositivos y, por tanto, se cause su avería.

Apartado c.

El transmisor tiene una fuente de alimentación lineal mientras que el receptor tiene una fuente de alimentación conmutada sin aislamiento galvánico. Eso hace que el punto de masa del transmisor esté aislado de su correspondiente toma de tierra, mientras que en el receptor el punto de masa y la toma de tierra están unidas eléctricamente. Por tanto el esquema eléctrico resultante es el de la figura.



Como puede comprobarse la diferencia de potencial entre las tomas de tierra no influye para nada en el comportamiento del circuito. El aislamiento galvánico proporcionado por la fuente de alimentación lineal elimina el problema de la tensión entre tierras. Numéricamente vemos que

$$V_i = \frac{14k\Omega}{14k\Omega + 0'37k\Omega} 12\text{voltios} = 11'69\text{voltios}$$

Es el mismo caso que el apartado a. Es suficiente con que una de las fuentes tenga aislamiento galvánico.