

Problema PTC0003-18

Se ha construido un bucle de corriente usando el circuito de la figura.

- Determinar el valor de R.
- Determinar la máxima tensión de ruido que se puede introducir en la línea sin que se produzca un error de comunicaciones. (Se induce el mismo ruido en los 2 hilos del cable).
- Determinar el número máximo de receptores que se pueden conectar en serie.
- Determinar el número máximo de receptores que se pueden conectar en paralelo.
- Determinar el número máximo de transmisores que se pueden conectar en serie.
- Determinar el número máximo de transmisores que se pueden conectar en paralelo.

Datos:

$$V_1 = V_2 = 5 \text{ Volt.}$$

Resistencia del cable de conexión: 20 ohmios .

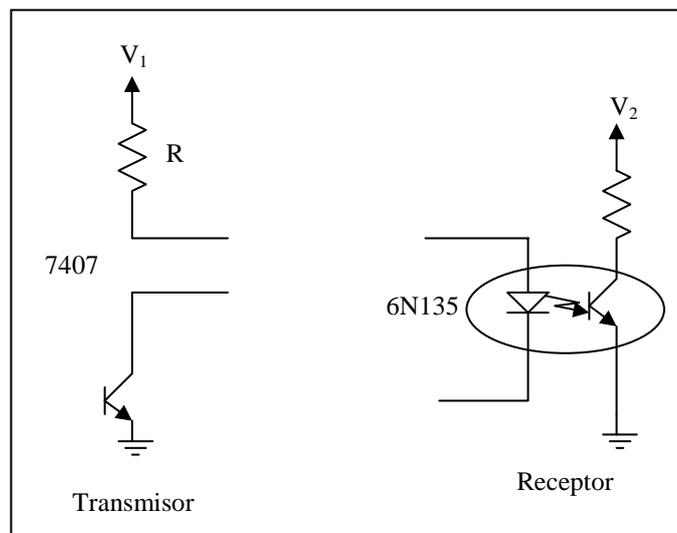
7407: Driver de colector abierto con $V_{OL} = 0,4 \text{ Voltios}$.

6N135: Optoacoplador con

$$V_f = 1,5 \text{ Volt.}$$

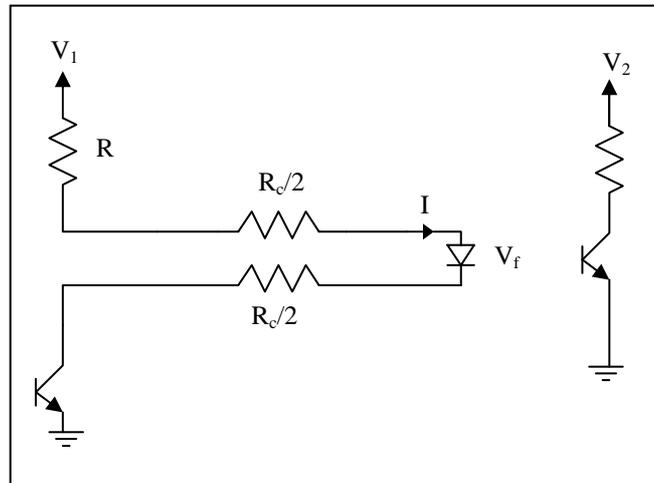
Intensidad mínima para la conducción $I_f = 15 \text{ mA}$.

Intensidad máxima para corte $I_f = 5 \text{ mA}$.



Solución PTC0003-18

Apartado a)



En el dibujo se observa la conexión del transmisor 7407 a la línea mediante un transistor con colector abierto con $V_{OL}=0,4V$. La resistencia R_C del cable de conexión se ha considerado distribuida globalmente, de manera que en cada hilo hay una resistencia de $R_C/2$.

En el circuito sabemos que la intensidad vale

$$I = \frac{V_1 - V_f - V_{OL}}{R + R_C}$$

Sabemos que el bucle se construye de modo que $I=20 \text{ mA}$. Por tanto, la resistencia vale

$$R = \frac{V_1 - V_f - V_{OL}}{I} - R_C$$

Sustituyendo tenemos

$$R = \frac{5 - 1,5 - 0,4}{0,02} - 20 = 135 \Omega$$

Apartado b)

Si se induce una tensión de ruido equilibrada (la misma en los dos hilos del cable), nos encontramos con una situación como la de la figura. En ella sabemos que la intensidad vale

$$I = \frac{V_1 - V_f - V_{OL} + V_r - V_r}{R + R_C} = \frac{V_1 - V_f - V_{OL}}{R + R_C}$$

Vemos por tanto que no influye la tensión de ruido. Esto es debido al aislamiento galvánico existente en el circuito, es decir, al aislamiento eléctrico de las masas de transmisor y receptor (suponemos que las masas del receptor y transmisor no están conectadas a las tomas de tierra de los respectivos edificios).

$$V_1 - nV_f - V_{OL} \geq I_{f \min} (R + R_C)$$

$$nV_f \leq V_1 - V_{OL} - I_{f \min} (R + R_C)$$

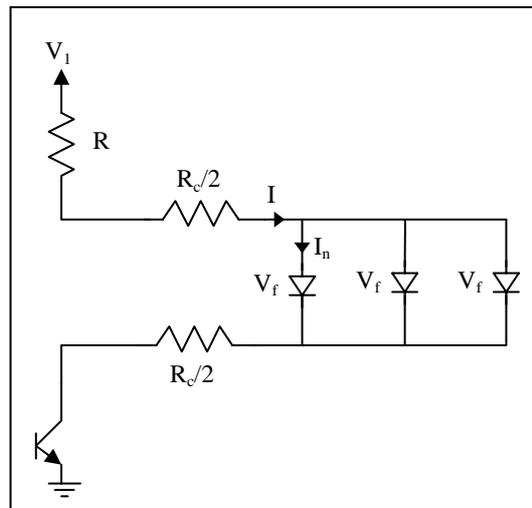
$$n \leq \frac{V_1 - V_{OL} - I_{f \min} (R + R_C)}{V_f} = \frac{5 - 0'4 - 155 \cdot 0'015}{1'5}$$

$$n \leq 1'52$$

Luego el numero máximo de receptores que puede haber es 1, y no es posible la conexión de receptores adicionales. NOTA: aumentar V_1 puede hacer $n > 1$.

Apartado d)

Gráficamente la conexión de receptores en paralelo es:



Sea n el numero de receptores conectados en paralelo. La intensidad que circula por cada optoacoplador es $I_n = I/n = 20\text{mA}/n$. Mientras I_n sea mayor que $I_{f \min}$, pueden conectarse nuevos optoacopladores.

$$I_n = \frac{I}{n} \geq I_{f \min}$$

$$n \leq \frac{I}{I_{f \min}} = \frac{20}{15} = 1'3$$

Por tanto, el numero máximo de receptores posibles es 1.

Apartado e)

La conexión en serie de los transmisores adoptaría una forma como la de la figura. En ella observamos cómo el transistor del transmisor 1 no influye para nada en la intensidad de salida. Esta intensidad viene únicamente determinada por el estado del transistor del transmisor 2, por lo que la conexión no tiene ningún sentido. Por tanto, el número máximo de transmisores que se pueden conectar en serie es 1.

$$I = \frac{V_1 - V_f - V_{OL}}{R/2 + R_C}$$

Lo primero que observamos es que esta conexión se comporta como la función lógica OR de las salidas de los transmisores (lo que habitualmente se denomina una puerta OR cableada, es decir, lograda mediante la simple conexión de las puertas individuales). Por lo tanto, a menos que sea esa la función que se requiere, la conexión en paralelo de los transmisores no es posible. Pero, además, la intensidad que circula es superior a la nominal, debido al efecto de poner en paralelo las resistencias R de “pull-up”. Por lo tanto el número de puertas que se pueden conectar de esta forma estará limitado por la intensidad máxima que es capaz de soportar el diodo del optoaclopador (dato no suministrado en el enunciado). Si denominamos I_{max} a dicha intensidad máxima, tenemos que, para transmisores en paralelo, se cumple

$$I = \frac{V_1 - V_f - V_{OL}}{R/n + R_C} \leq I_{max}$$

$$\frac{R}{n} + R_C \geq \frac{V_1 - V_f - V_{OL}}{I_{max}}$$

$$\frac{R}{n} \geq \frac{V_1 - V_f - V_{OL}}{I_{max}} - R_C$$

$$n \leq \frac{R}{\frac{V_1 - V_f - V_{OL}}{I_{max}} - R_C}$$

$$n \leq \frac{R \cdot I_{max}}{V_1 - V_f - V_{OL} - R_C \cdot I_{max}}$$