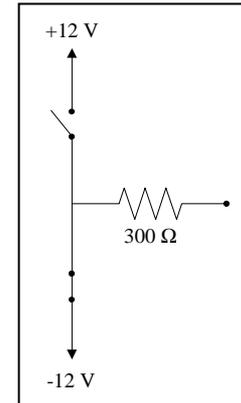


Problema PTC0002-06

- a) La norma RS-232-C y su equivalente V.28 fijan un SLEW RATE máximo de $30 \text{ V}/\mu\text{s}$. Explique las razones de ello.
- b) La etapa de salida de un 1488 (driver de interfaz entre TTL y V.28) es esquemáticamente igual a la de la figura. Como los tiempos de conmutación del circuito son muy pequeños (considerarlos cero), el uso directo de dicho circuito viola el límite del apartado anterior. Razonar que solución habría para ello y, si procede, dar su valor numérico.



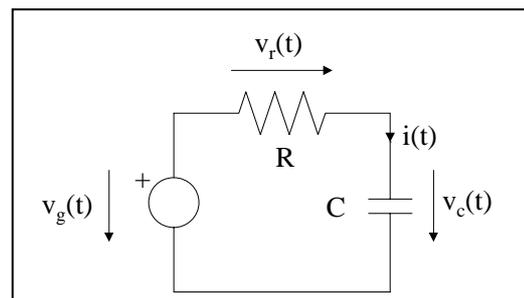
Solución PTC0002-06

Apartado a)

El Slew Rate (SR) está acotado superiormente para evitar efectos de diafonía (crosstalk) entre cables. En efecto, supongamos un cable simple de RS-232-C en el que se utilizan dos circuitos, uno para transmisión y otro para recepción. Estos dos circuitos se constituyen mediante 3 hilos, ya que uno de ellos es común. Supongamos que por el circuito de transmisión estamos enviando información sin limitación de Slew Rate. Ello supone que las tensiones en dicho circuito, y por tanto sus intensidades, están variando muy rápidamente, tan rápido como permiten los tiempos de conmutación del driver 1488. La intensidad que circula por el circuito de transmisión genera un campo magnético a su alrededor. Si la intensidad cambia rápidamente, también lo hará el campo magnético. Este campo magnético atraviesa el circuito de recepción y, al estar variando rápidamente, genera una gran tensión inducida en dicho circuito de recepción. En esto consiste el fenómeno de la diafonía. De forma análoga, las variaciones de tensión e intensidad en el circuito de recepción inducen tensiones en el circuito de transmisión. Si el cable RS-232-C tuviese otros circuitos de control el problema de la diafonía sería aún mayor.

Apartado b)

La solución podría consistir en colocar un condensador a la salida del driver 1488. De esta forma, los cambios rápidos de tensión, de -12 a $+12$ voltios, deben pasar el filtro paso de baja constituido por el condensador y la resistencia de protección del driver de 300Ω . El circuito eléctrico equivalente a cualquiera de los estados lógicos es el de la figura, en el que la fuente de tensión $v_g(t)$ toma el valor $+12$ o -12 voltios, o con mayor generalidad, los valores $+A$ y $-A$. La salida del driver a la línea de comunicaciones no se produce ahora directamente desde la resistencia R de 300Ω , sino a través de un condensador C , es decir, que la tensión que aparece en los hilos de la RS-232-C es la correspondiente a $v_c(t)$. Por tanto, el Slew Rate que se produzca será precisamente el correspondiente a dicha tensión $v_c(t)$.



Supongamos que se pasa de un nivel lógico a otro. Por ejemplo, de 0 a 1, o sea, de $+A$ a $-A$ voltios. Hay que notar que, un instante antes de la conmutación, el condensador debe estar cargado a la tensión $+A$. Resolviendo el circuito con estos datos tenemos las siguientes expresiones:

$$\left. \begin{aligned} v_g(t) &= v_r(t) + v_c(t) \\ v_r(t) &= i(t) \cdot R \\ i(t) &= C \frac{dv_c(t)}{dt} \end{aligned} \right\} \Rightarrow v_g(t) = RC \frac{dv_c(t)}{dt} + v_c(t)$$

Si fijamos el origen de tiempos, $t=0$, en el instante de la conmutación y resolvemos el circuito para $t \geq 0$, tenemos que $v_g(t) = -A$, y que en el momento de la conmutación el condensador todavía conserva la tensión correspondiente a la tensión anterior, es decir, $v_c(0) = +A$. Con estos datos tenemos que la ecuación anterior se convierte en

$$-A = RC \frac{dv_c(t)}{dt} + v_c(t)$$

Resolviendo esa ecuación diferencial obtendremos la tensión $v_c(t)$.

$$-RC \frac{dv_c(t)}{dt} = v_c(t) + A$$

$$\frac{dv_c(t)}{v_c(t) + A} = \frac{-dt}{RC}$$

$$\int \frac{dv_c(t)}{v_c(t) + A} = \int \frac{-dt}{RC}$$

$$\text{Ln}[v_c(t) + A] = \frac{-t}{RC} + K_1$$

expresión en la que K_1 es una constante de integración. Por tanto,

$$v_c(t) + A = e^{\frac{-t}{RC} + K_1} = e^{K_1} e^{\frac{-t}{RC}} = K_2 e^{\frac{-t}{RC}}$$

$$v_c(t) = K_2 e^{\frac{-t}{RC}} - A$$

Para calcular el valor de la constante K_2 veamos cual es el valor de la tensión en las condiciones iniciales $t=0$.

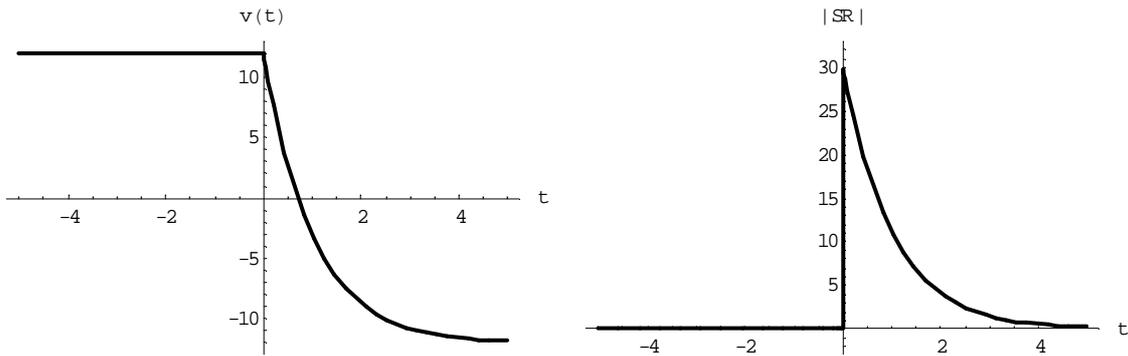
$$\left. \begin{aligned} v_c(0) &= +A \\ v_c(0) &= K_2 e^{\frac{-0}{RC}} - A \end{aligned} \right\} \Rightarrow A = K_2 e^{\frac{-0}{RC}} - A = K_2 - A \Rightarrow K_2 = 2A$$

De esta forma la tensión de salida del circuito es

$$v_c(t) = 2A e^{\frac{-t}{RC}} - A$$

$$v_c(t) = A \left(2e^{\frac{-t}{RC}} - 1 \right)$$

La evolución de la tensión de salida aparece representada en la figura, en ella se observa que el Slew Rate, es decir, la pendiente de dicha curva es mayor (en valor absoluto) en el instante inicial y ese será, por tanto, el valor máximo que no debemos superar.



Analíticamente tenemos que

$$SR(t) = \frac{dv_c(t)}{dt} = \frac{-2A}{RC} e^{\frac{-t}{RC}}$$

$$|SR|_{max} = |SR(0)| = \frac{2A}{RC} e^{\frac{-0}{RC}} = \frac{2A}{RC}$$

Si denominamos C_{SR} a la cota del Slew Rate fijada por la norma RS-232-C tenemos que

$$|SR|_{max} = \frac{2A}{RC} \leq C_{SR}$$

$$C \geq \frac{2A}{R \cdot C_{SR}}$$

Sustituyendo los valores numéricos de nuestro caso tenemos

$$C \geq \frac{2 \cdot 12 \text{ voltios}}{300 \Omega \cdot 30 \frac{\text{voltios}}{\mu\text{s}} \frac{1 \mu\text{s}}{10^{-6} \text{ s}}} = 2'67 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 2'67 \text{ nF}$$