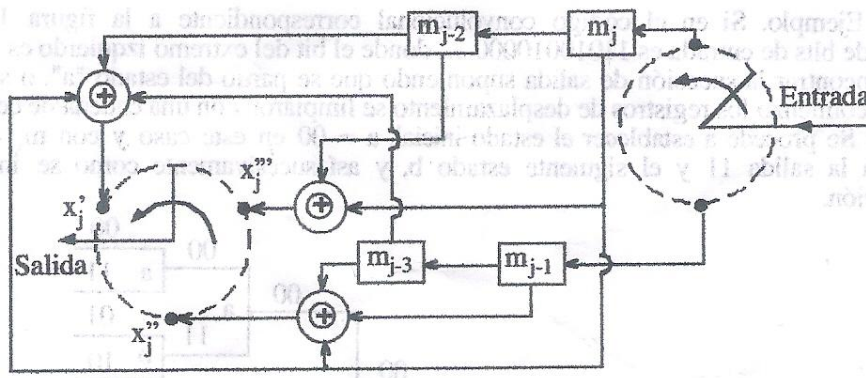

Figura 10.3
Ejemplo de un codificador convolucional de razón 2/3

El estudio del comportamiento de los codificadores convolucionales se facilita mediante la introducción de tres ayudas gráficas: *el árbol de códigos, el enrejado y el diagrama de transición de estados*. Tales ayudas se estudiarán para el ejemplo específico de la figura 10.2. Se supondrá que el contenido de los registros de desplazamiento, antes de que llegue el primer bit m_1 del mensaje, es de puros ceros. Así, el estado inicial es $m_{-1}m_0$ = 00 y la salida del codificador será 00 si $m_1 = 0$ y 11 si $m_1 = 1$. A continuación se estudiará el árbol de códigos de la figura 10.4, el cual empieza en un punto de ramificación o *nodo* designado por "a" que representa el estado inicial 00. Si $m_1 = 0$ se toma la rama superior desde el nodo a para encontrar la salida $x_1'x_1'' = 00$ y el siguiente estado, el cual también se designa por "a" ya que $m_0m_1 = 00$ en este caso. Si $m_1 = 1$ se toma la rama inferior desde el nodo a para encontrar la salida $x_1'x_1'' = 11$ y el siguiente estado $m_0m_1 = 10$, el cual se designa por b. De esta manera el código avanza progresivamente para cada nuevo bit de entrada. Los nodos se designan por letras que corresponden a los cuatro estados posibles $m_{j-1}m_{j-2}$, a saber a = 00; b = 10; c = 01 y d = 11. El proceso continúa y sería de poca utilidad si el árbol sigue duplicando sus ramas cada vez que entra un bit. Sin embargo, se observa que después de tres niveles de división (igual al número de etapas del registro de desplazamiento) la mitad superior del árbol es idéntica a la mitad inferior.

La repetición observada es útil para simplificar el árbol y llegar a una estructura de *enrejado*, como la mostrada en la figura 10.5. Las letras de los nodos corresponden a los cuatro estados posibles. El tiempo avanza, como de costumbre, de izquierda a derecha, de manera que $t_{j+1} > t_j$. De cada rama, el nodo a la izquierda representa el estado actual y el nodo a la derecha el siguiente estado. Las líneas sólidas corresponden a una rama o transición originada por $m_j = 0$, mientras que las punteadas corresponden a $m_j = 1$. Cada rama se identifica con los bits de salida correspondientes $x_j'x_j''$. Nótese que para $t > t_2$ la estructura del enrejado se hace repetitiva. De hecho, la porción repetitiva serviría para representar completamente el código convolucional. Esto permite prescindir de la dimensión del tiempo y unir los extremos izquierdo y derecho del la porción repetitiva para obtener el *diagrama de transición de estados* de la figura 10.6.

Las transiciones se indican por flechas y al lado de las flechas se indican los bits de entrada. Los bits de salida correspondientes se indican entre paréntesis, adyacentes al bit de entrada. Por ejemplo, arrancando en el estado "b", un bit 1 de entrada causa una transición al estado "d", con bits de salida 10. Nótese que un 0 de entrada en el estado "a" o un 1 en el estado "d" no cambian el estado y resultan en una salida 00. Dada una sucesión de bits de entrada y el estado inicial, se puede usar el enrejado o el diagrama de transición de estados para encontrar la sucesión de bits de salida. El proceso queda ilustrado con el siguiente ejemplo.

♦ Ejemplo. Si en el código convolucional correspondiente a la figura 10.2 la sucesión de bits de entrada es 11010010000..., donde el bit del extremo izquierdo es el más antiguo encontrar la sucesión de salida suponiendo que se partió del estado "a", o sea que antes del comienzo los registros de desplazamiento se limpiaron con una cadena de ceros.
Solución: Se procede a establecer el estado inicial, a = 00 en este caso y con $m_1 = 1$ se determina la salida 11 y el siguiente estado b, y así sucesivamente como se indica a continuación.

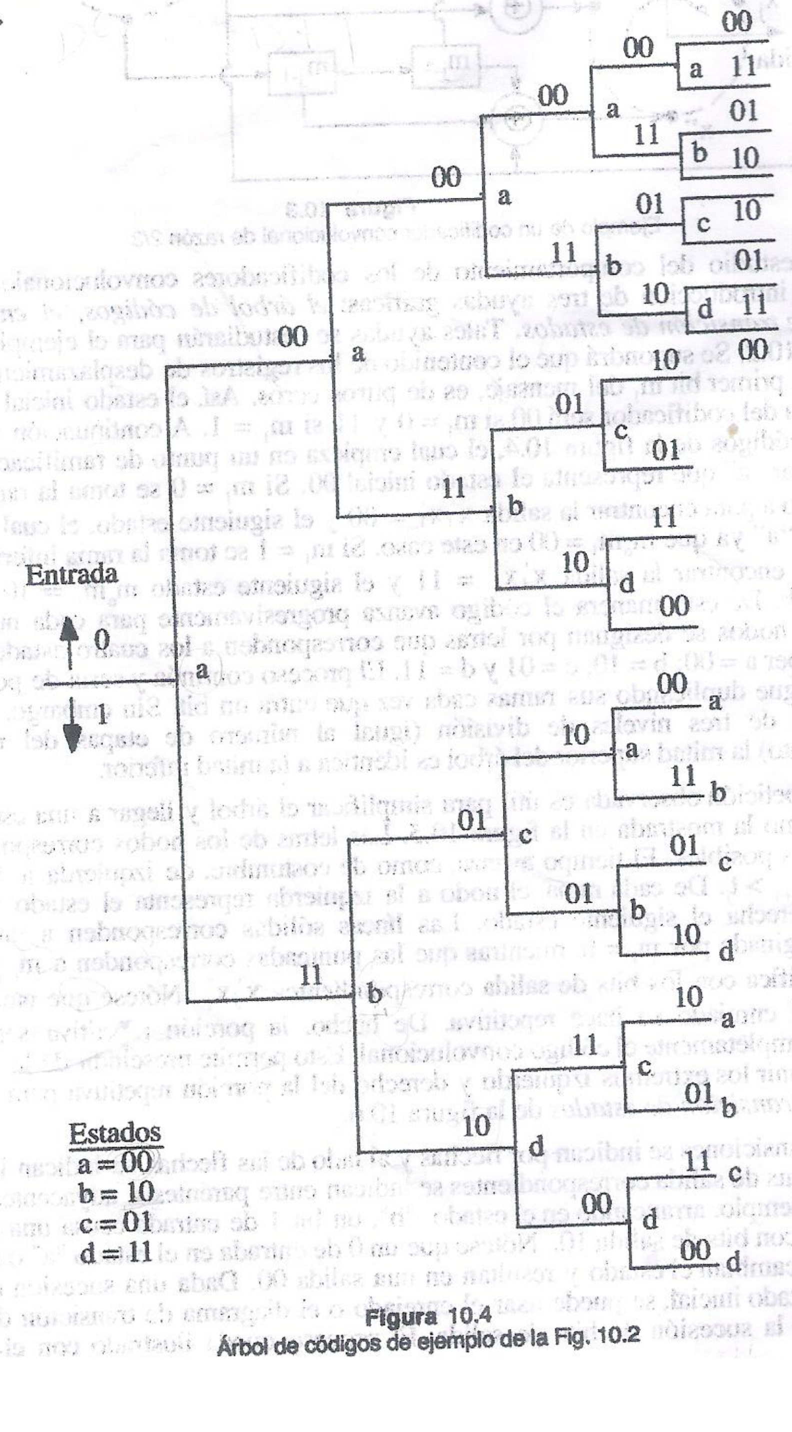

Figura 10.4
Árbol de códigos de ejemplo de la Fig. 10.2