

# Sistemas de Comunicación Digital

INF2010

Clase 5:  
Cuantificación no uniforme

# Cuantificación no uniforme

- La cuantificación no debe ser siempre uniforme.
- Existen otro tipo de cuantificaciones en las que los pasos (o niveles) de cuantificación responden a otra ley.
- En general, se usan para adaptarse a las características de las señales a convertir, de manera de minimizar la pérdida de información.
- En el caso de la señal telefónica, la voz tiende a tener valores bajos respecto al máximo valor de cuantificación.



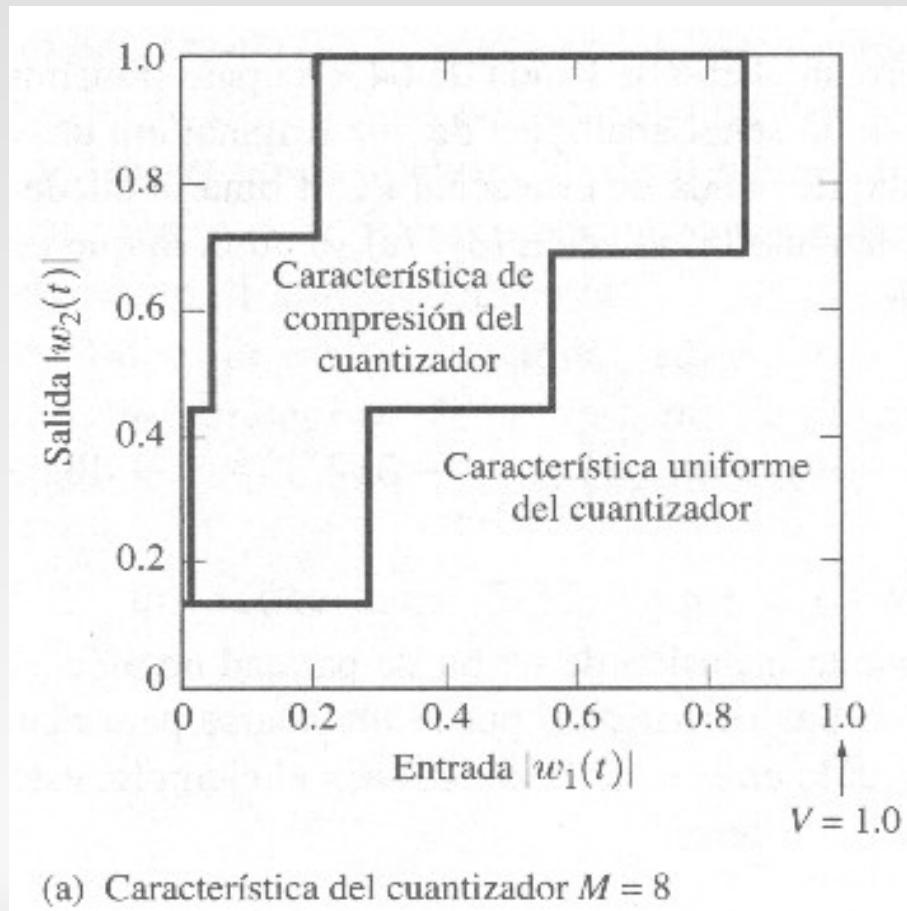
# Cuantificación no uniforme

- En señales de voz, si el peak es de 1V, las señales débiles rondan un valor de 0.1V, esto es, 20dB menos.
- Si queremos digitalizar una señal de 0.1V, el valor de amplitud del paso de cuantificación más pequeño generará un valor de ruido importante a la salida (ruido granular).
- En tal caso, para una misma cantidad de códigos, (osea, sin cambiar M), se usa cuantificación no uniforme.
- Los pasos se reducen para valores cercanos a cero y se aumentan para valores extremadamente grandes.



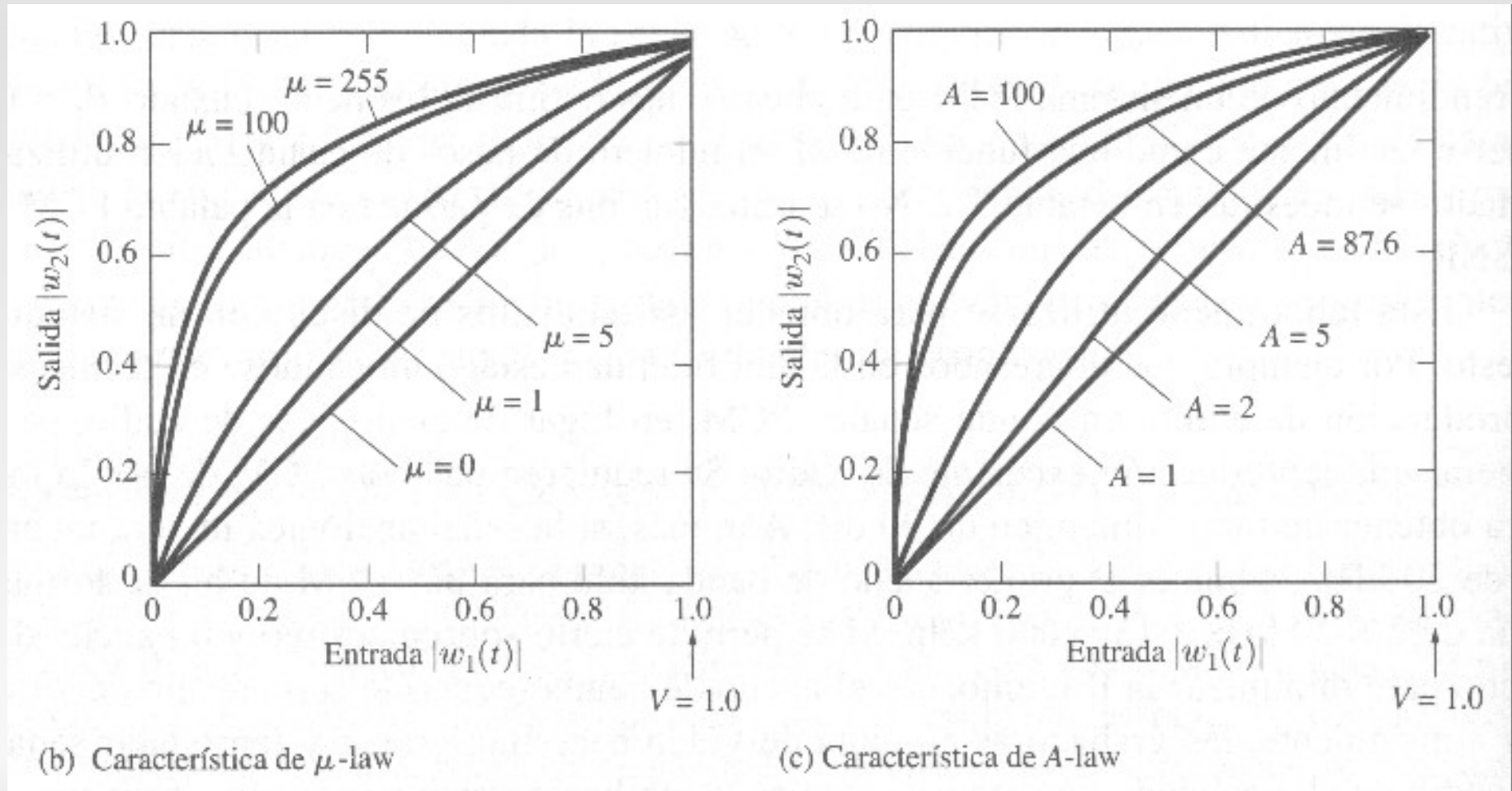
# Cuantificación no uniforme

- Vamos a especificar una característica logarítmica de cuantificación no uniforme:



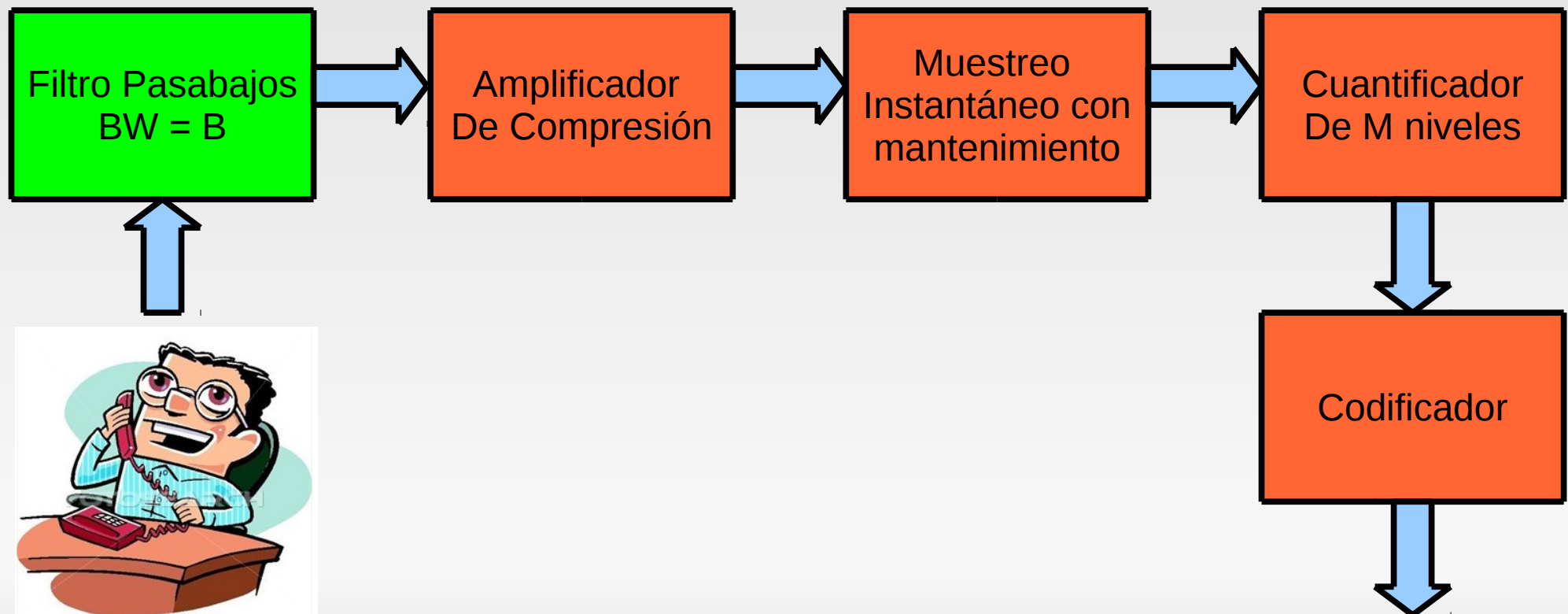
# Cuantificación no uniforme

- Para lo que existen dos leyes que son las más utilizadas:



# Cuantificación no uniforme

- Esto se logra pasando en principio la señal por un amplificador no lineal (de compresión)
- Y luego cuantificando el resultado.



# Cuantificación no uniforme

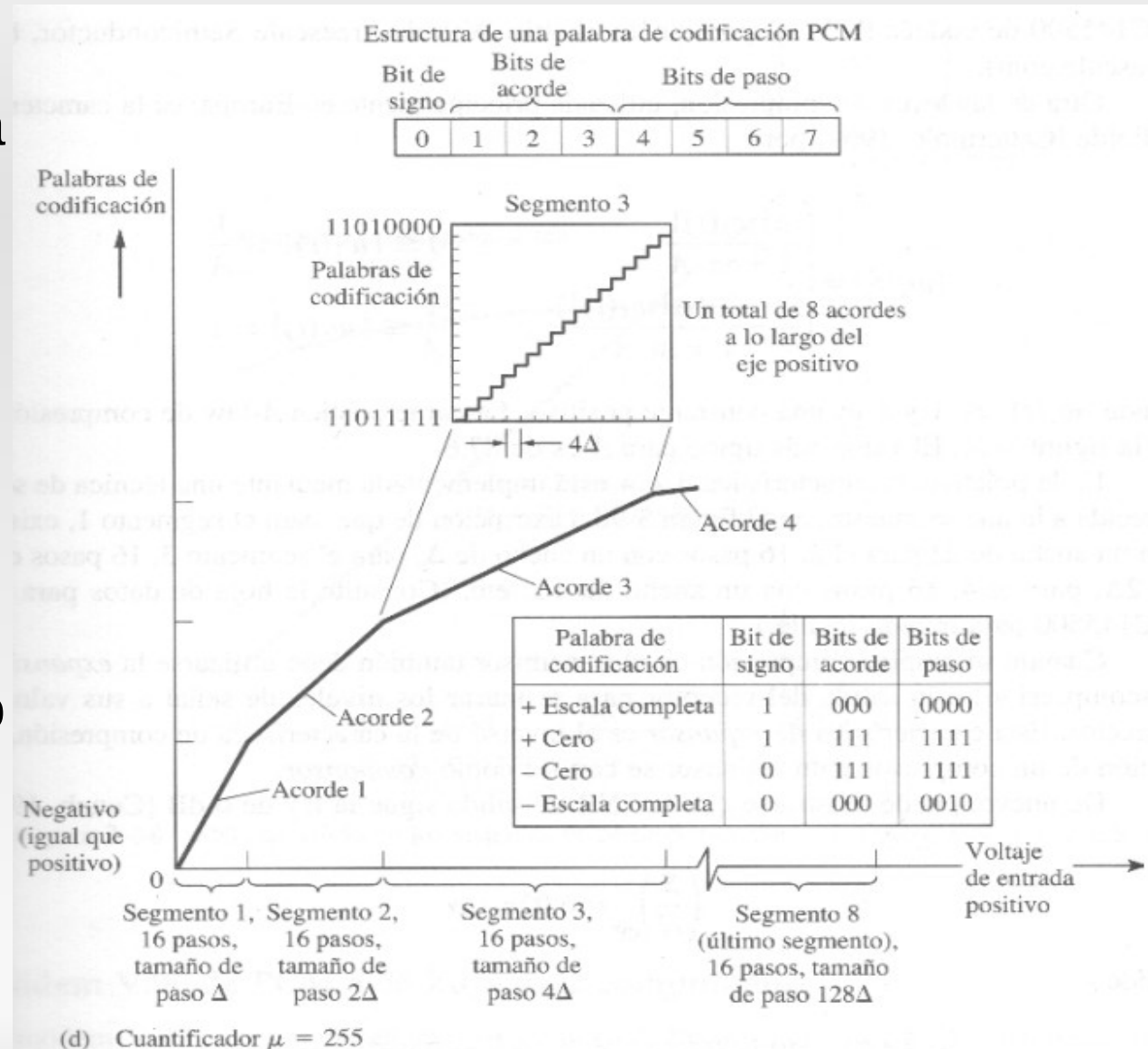
- Esta característica de compresión se define con una función, que para el caso de la ley  $\mu$  es:

$$|w_2(t)| = \frac{\ln(1 + \mu |w_1(t)|)}{\ln(1 + \mu)}$$

- Aquí la señal se normaliza a valores máximos de  $\pm 1$ , y  $\mu$  es una constante positiva.
- Para  $\mu=0$ , la relación se convierte en lineal, mientras que para otros valores de  $\mu$ , la curva cambia según los gráficos anteriores.
- Se usa en USA, Canadá y Japón el valor de  $\mu=255$  para sistemas PCM.

# Cuantificación no uniforme

- En la práctica, se usa una curva por tramos:
- 16 pasos por cada segmento, a partir de un paso básico  $\Delta$ .
- En la codificación se usa un bit de signo, 3 bits para el segmento y 4 bits para el paso.





# Cuantificación no uniforme

- La otra ley que se utiliza es la ley A,

$$|w_2(t)| = \begin{cases} \frac{A \cdot \ln(1 + \mu |w_1(t)|)}{1 + \ln(A)}, & 0 \leq |w_1(t)| \leq \frac{1}{A} \\ \frac{1 + \ln(A \cdot |w_1(t)|)}{1 + \ln(A)}, & \frac{1}{A} \leq |w_1(t)| \leq 1 \end{cases}$$

- Usada en Europa.
- El valor más típico de la ley A es 87.6, y se usan los dos primeros segmentos con pasos  $\Delta$  simples, y a partir del tercer segmento se usan potencias de 2.

# Cuantificación no uniforme

- Cuando se comprime, hace falta también expandir para obtener la señal inicial.
- El dispositivo que hace ambas tareas se denomina compansor.
- Para ambos, se conserva la relación de 6 dB por bit utilizado,

$$\left\{ \frac{S}{N} \right\}_{dB} = 6.02n + \alpha$$

- Usando

$$\alpha = 4.77 - 20 \log(V / x_{rms})$$

- Siendo V el nivel máximo de tensión y  $x_{rms}$  el valor RMS de la señal de entrada. Esta relación  $V/x_{rms}$  se denomina factor de carga.

# Cuantificación no uniforme

- Y para valores suficientemente grandes de señal,

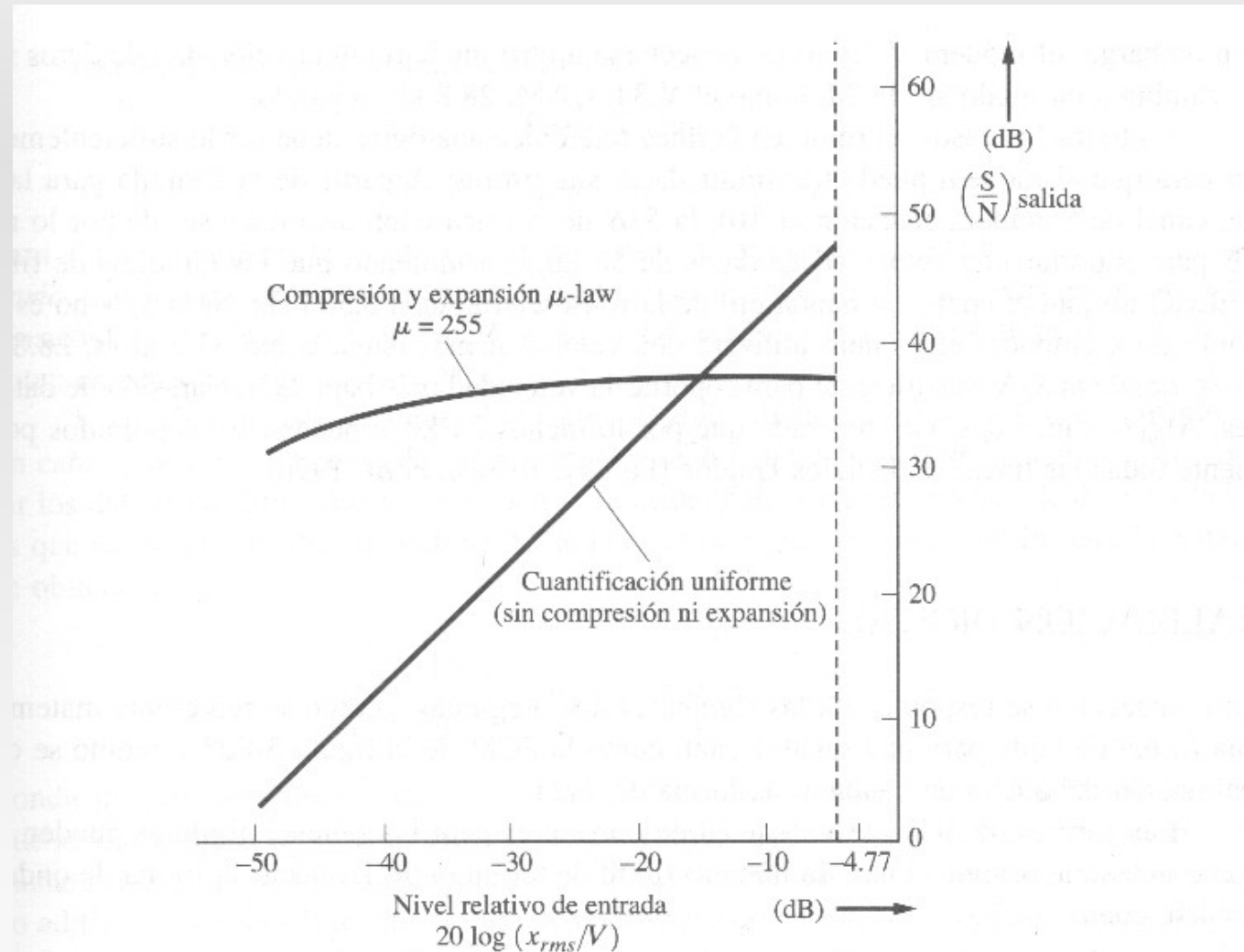
$$\alpha = 4.77 - 20 \log [\ln (1 + \mu)]$$

- De la misma manera,

$$\alpha = 4.77 - 20 \log [1 + \ln (A)]$$

# Cuantificación no uniforme

- Y Gráficamente:



**Figura 3-10** SNR de salida de los sistemas PCM de 8 bits con y sin compresión y expansión.

# Cuantificación no uniforme

- Problema:
  - Cuál es la ganancia en utilizar un compresor/expansor  $\mu$  si tengo un conversor cuyo  $\mu$  es de 255, la señal máxima es de 10V y el valor RMS de la señal de entrada es de 1V?

# Cuantificación no uniforme

- Respuesta:
  - La ganancia es la diferencia (logarítmica) o la relación (lineal) entre el compresor/expansor y la respuesta lineal de un conversor.

- El caso lineal da:

$$\left( \frac{S}{N} \right)_{salida [dB]} = 6.02 \cdot n \quad \alpha = 4.77 - 20 \log(V / x_{rms})$$

- El caso con ley  $\mu$  da:

$$\left\{ \frac{S}{N} \right\}_{dB} = 6.02n + \alpha \quad \alpha = 4.77 - 20 \log[\ln(1 + \mu)]$$

# Cuantificación no uniforme

- Respuesta:

- Para el caso lineal:

$$\alpha = 4.77 - 20 \log(V / x_{rms})$$

$$\alpha = -15.23\text{dB}$$

- Para el caso con ley  $\mu$ :

$$\alpha = 4.77 - 20 \log[\ln(1 + \mu)]$$

$$\alpha = -10.10\text{dB}$$

- La ganancia es de 5.13dB.

# Cuantificación no uniforme

Resumen:

- La cuantificación no uniforme sirve para mejorar la SNR cuando la señal es débil
- Se usan 2 leyes distintas:  $A$  y  $\mu$ .
- Son leyes similares en su objetivo, sólo cambian en la curva de respuesta