Tema 4 Mensajes y señales digitales

Formatos de transmisión.

Recuperación del mensaje.

Codificación de niveles múltiples.

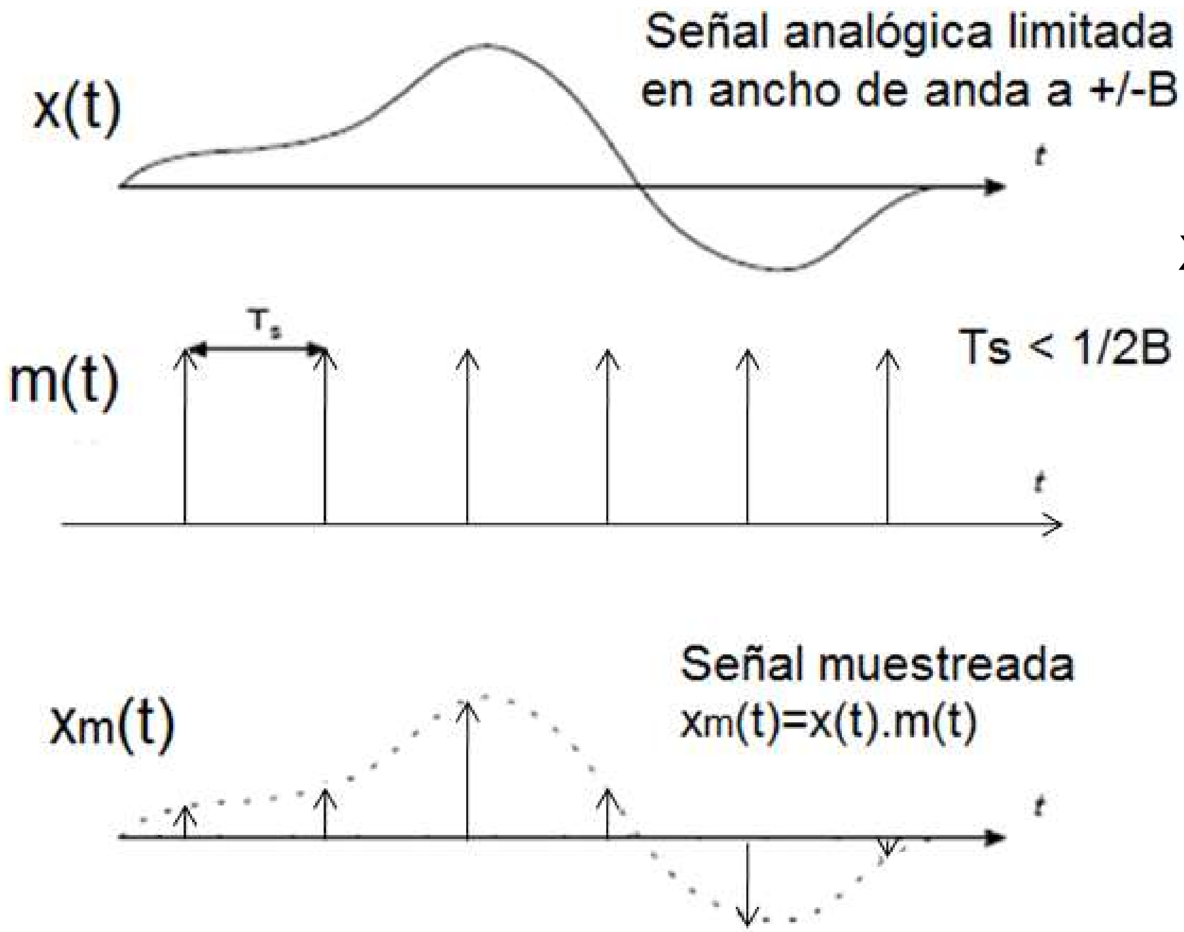
Distorsión intersimbólica.

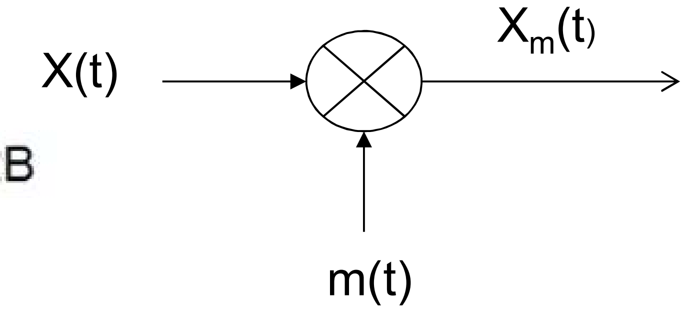
Ancho de banda ocupado por la señal digital.

Señales digitales y ruido, probabilidad de error.

Transmisión de señales analógicas en forma digital. Muestreo. Sistemas PCM.

Error de cuantificación.



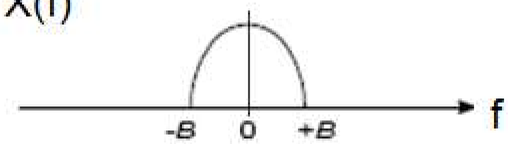


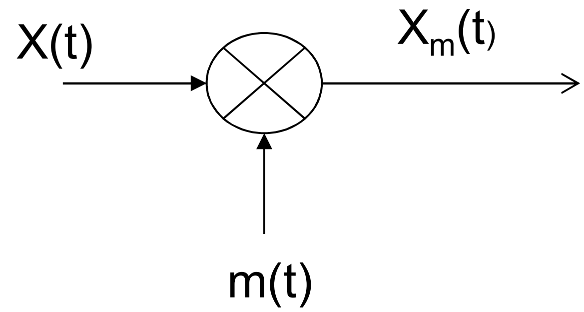
$$x_m(t) = x(t).m(t) = x(t).\left(\sum_k \delta(t - k.T_s) \right)$$

y su espectro, la convolución de los espectros de x(t) y m(t):

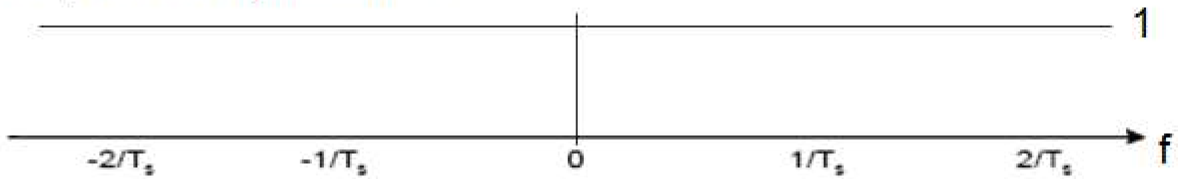
$$X_m(f) = X(f) * M(f) = X(f) * \left(\sum_k \frac{1}{T_s} .\delta(f - \frac{k}{T_s}) \right) = \sum_k \frac{1}{T_s} .X\left(f - \frac{k}{T_s} \right)$$

Espectro de x(t): X(f)

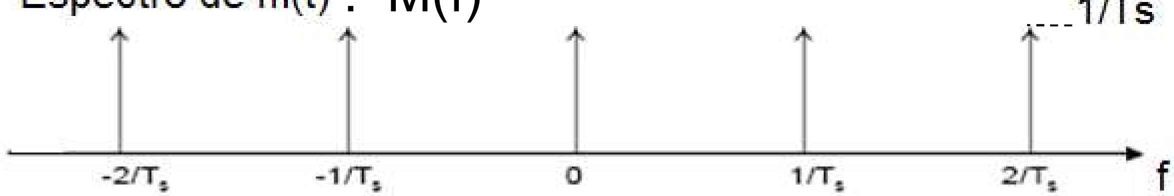




Espectro del pulso delta

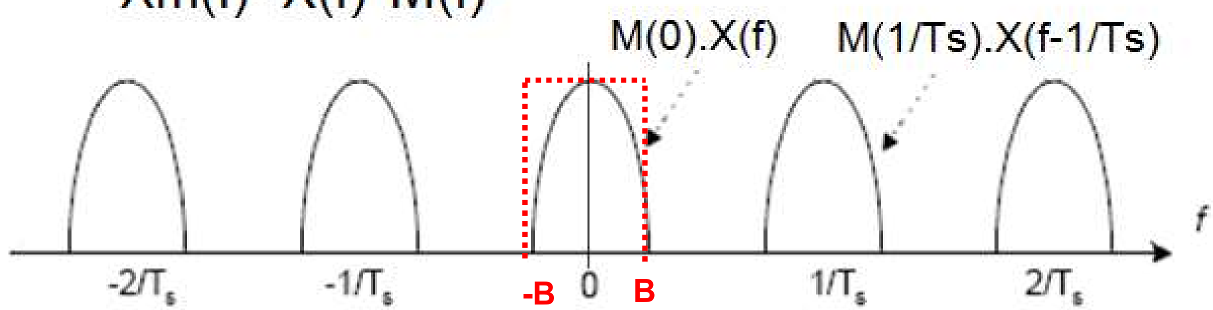


Espectro de m(t) : M(f)



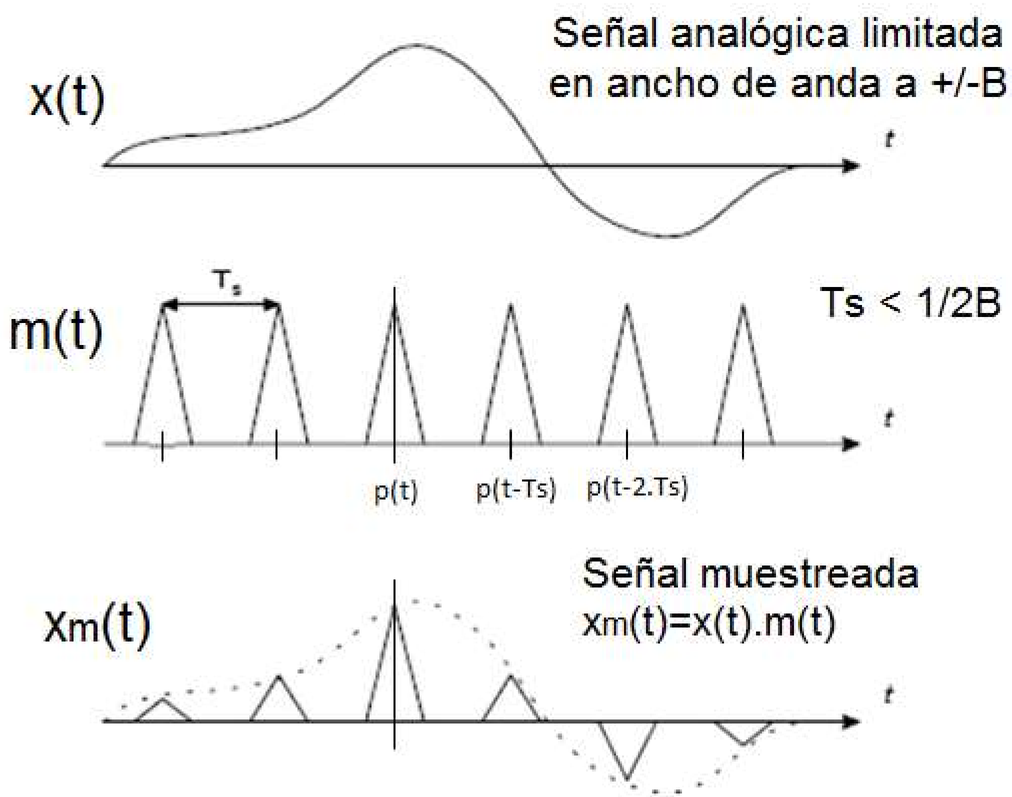
Convolucionando X(f) con M(f)

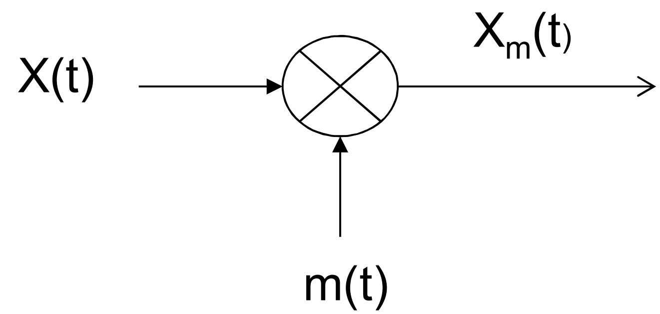
Xm(f)=X(f)*M(f)



El mayor Ts admisible (frecuencia de muestreo) está limitado por el aliasing

<u>Con pulsos arbitrarios, "p(t)"</u>...





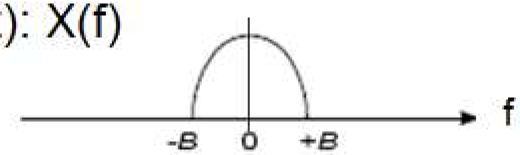
$$x_m(t) = x(t).m(t) = x(t).\left(\sum_k p(t-k.T_s)\right) = x(t).\left(p(t) * \sum_k \delta(t-k.T_s)\right)$$

$$x_m(t) = x(t).m(t) = x(t).\overbrace{\left(\sum_k p(t - k.T_s) \right)}^{m(t)} = x(t).\left(p(t) * \sum_k \delta(t - k.T_s) \right)$$

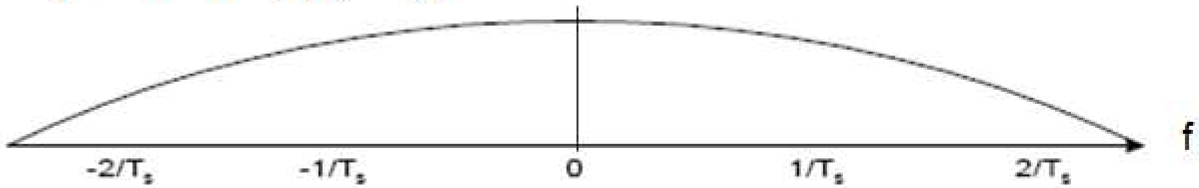
$$X_m(f) = X(f) * M(f) = X(f) * \underbrace{\left(P(f).\sum_k \frac{1}{T_s}.\delta(f - \frac{k}{T_s}) \right)}_{M(f)} =$$

$$= X(f) * \left(\sum_k P(\frac{k}{T_s}).\frac{1}{T_s}.\delta(f - \frac{k}{T_s}) \right) = \sum_k \frac{1}{T_s}.P\left(\frac{k}{T_s}\right).X\left(f - \frac{k}{T_s}\right)$$

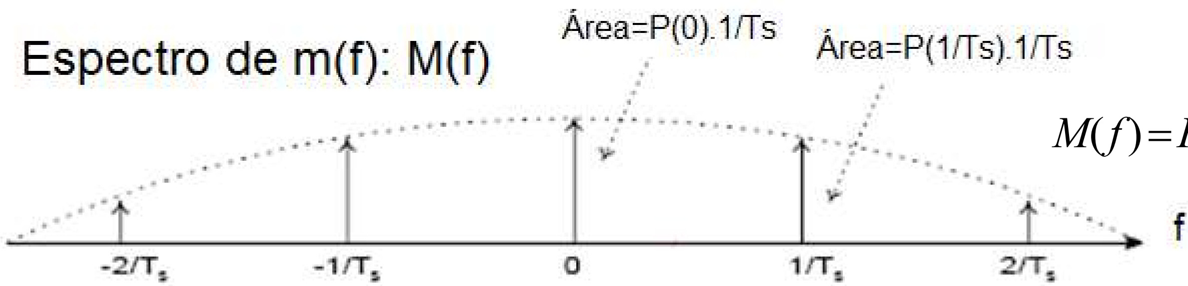
Espectro de x(t): X(f)



Espectro de p(t): P(f)

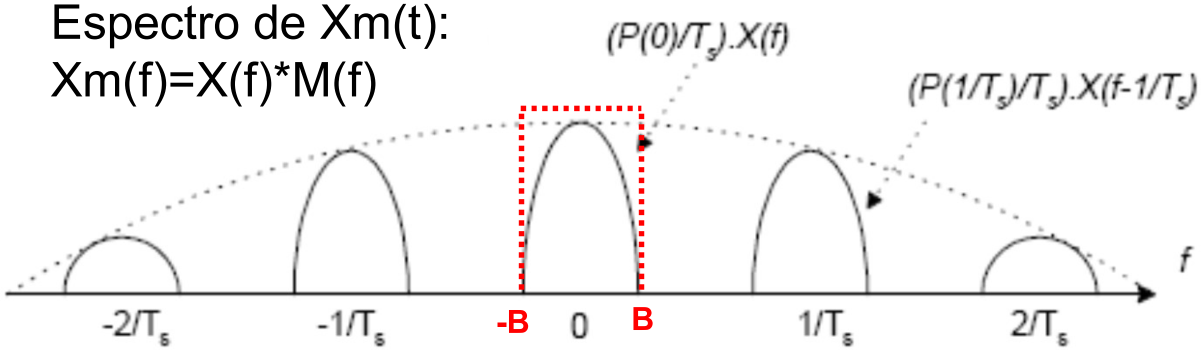


Espectro de m(f): M(f)

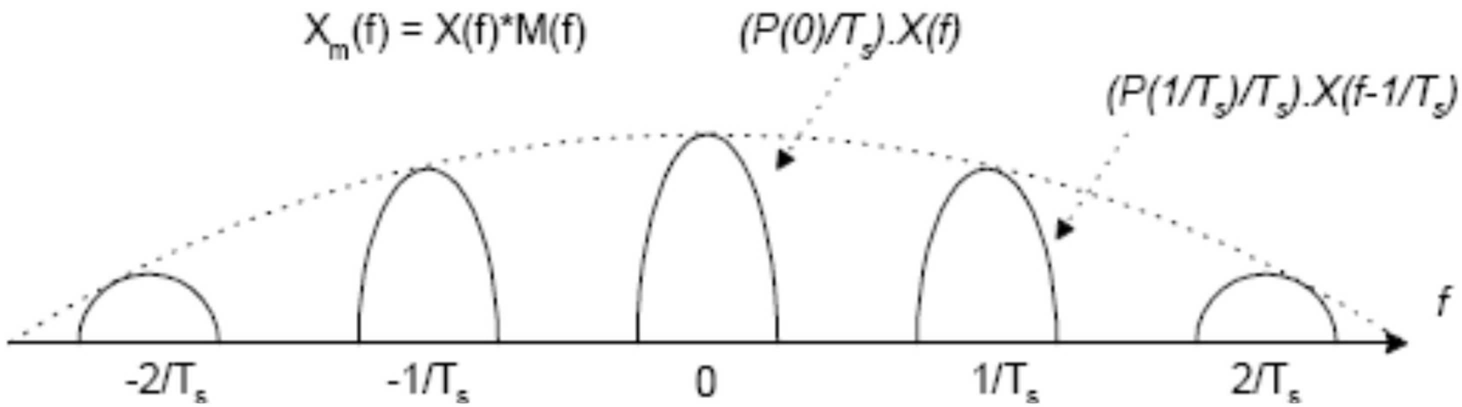


$$M(f) = P(f).\sum_k \frac{1}{T_s}.\delta(f - \frac{k}{T_s}) = \sum_k P(\frac{k}{T_s}).\frac{1}{T_s}.\delta(f - \frac{k}{T_s})$$

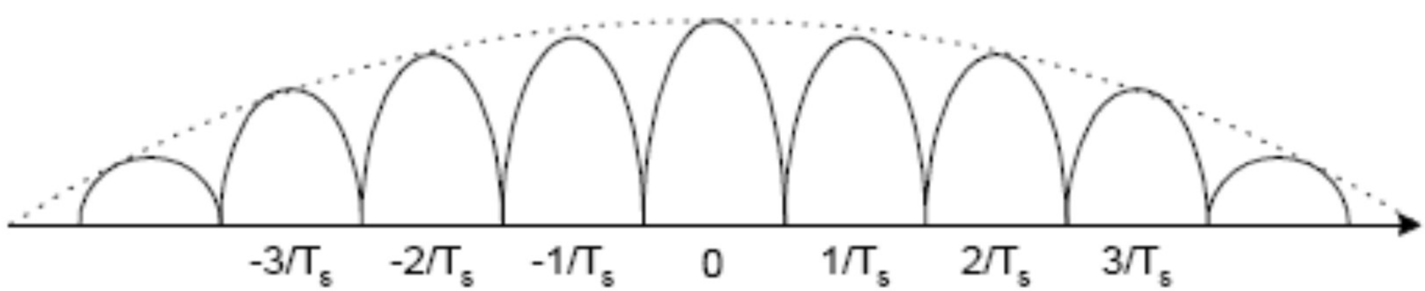
Espectro de Xm(t):
Xm(f)=X(f)*M(f)



$$X_m(f) = X(f) * \left(\sum_k P(\frac{k}{T_s}).\frac{1}{T_s}.\delta(f - \frac{k}{T_s}) \right) = \sum_k \frac{1}{T_s}.P\left(\frac{k}{T_s}\right).X\left(f - \frac{k}{T_s}\right)$$

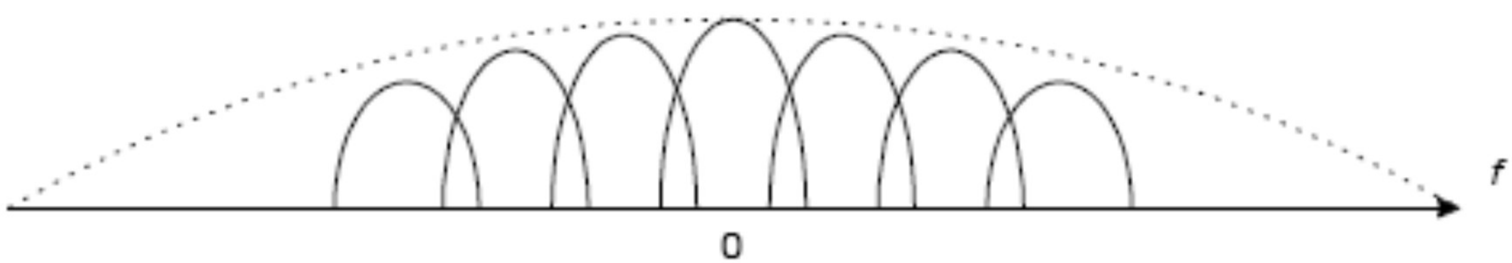


$X_m(f)$



Caso para $T_s=1/2B$

$X_m(f)$



Caso para $T_s>1/2B$

RESUMEN:

1. El muestreo ideal, hecho con un tren de deltas de Dirac, resulta en un espectro periódico, de energía infinita, constituido por repeticiones del espectro original de la señal muestreada. (La). Aunque en extremo artificial, tal espectro resulta un buen modelo para ser asignado a la secuencia de números obtenidos por el muestreo.

2. En el caso de pulsos (no Dirac) modulados en amplitud el espectro resultante, de energía finita, ya no es periódico sino que presenta lóbulos que van perdiendo amplitud al crecer la frecuencia.

3. La frecuencia de muestreo debe ser como mínimo el doble del ancho de banda de la señal muestreada para evitar el fenómeno de aliasing. El espectro con alias, contiene componentes no presentes en la señal original, o con amplitudes distorsionadas de manera irreversible.

4. La velocidad de muestreo puede estar por debajo de la frecuencia máxima de la señal, si se respeta que $Fs>2B$.

5. En algunos casos, como en los osciloscopios de muestreo, pueden usarse con provecho frecuencias de muestreo muy por debajo de 2B y de la máxima contenida en la señal.