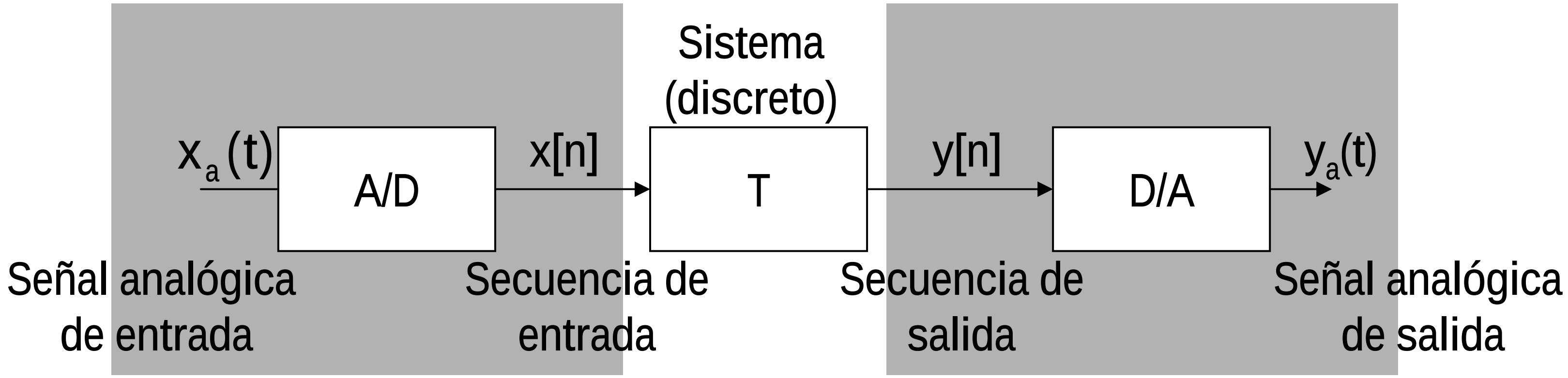
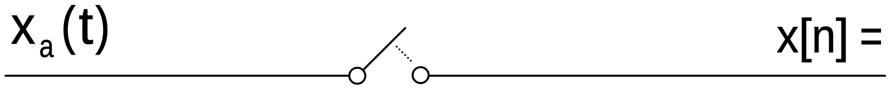
1.2: Entorno analógico de los sistemas discretos (primera aproximación)

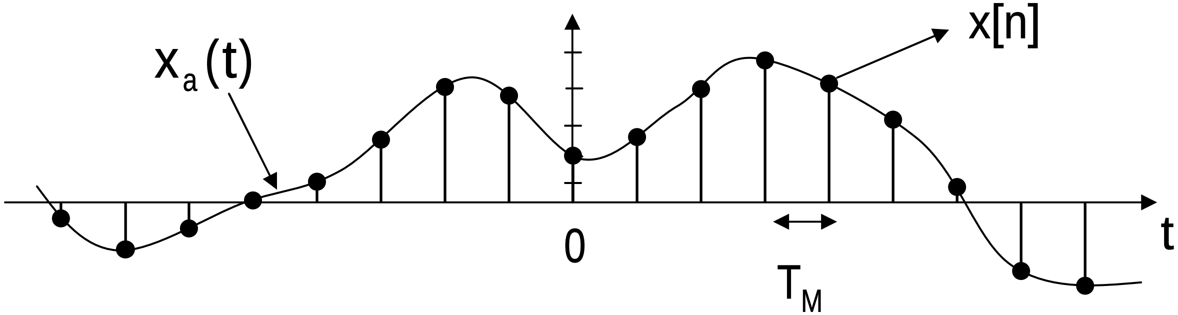


- Conversión A/D
- Muestreo de componentes frecuenciales
- Conversión D/A

Conversión A/D



T_M = Periodo de muestreo

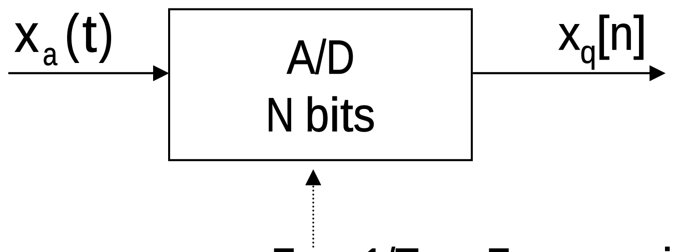


$$x[n] = x_a(nT_M)$$

Dispositivo práctico

Muestreo temporal $\Rightarrow$ Periodo T_M

Cuantificación $\Rightarrow$ Número de bits N



$F_M = 1/T_M$ = Frecuencia de muestreo

$$x_q[n] = Q_N\left[\, x_a(t)\big|_{t=nT_M} \,\right]$$

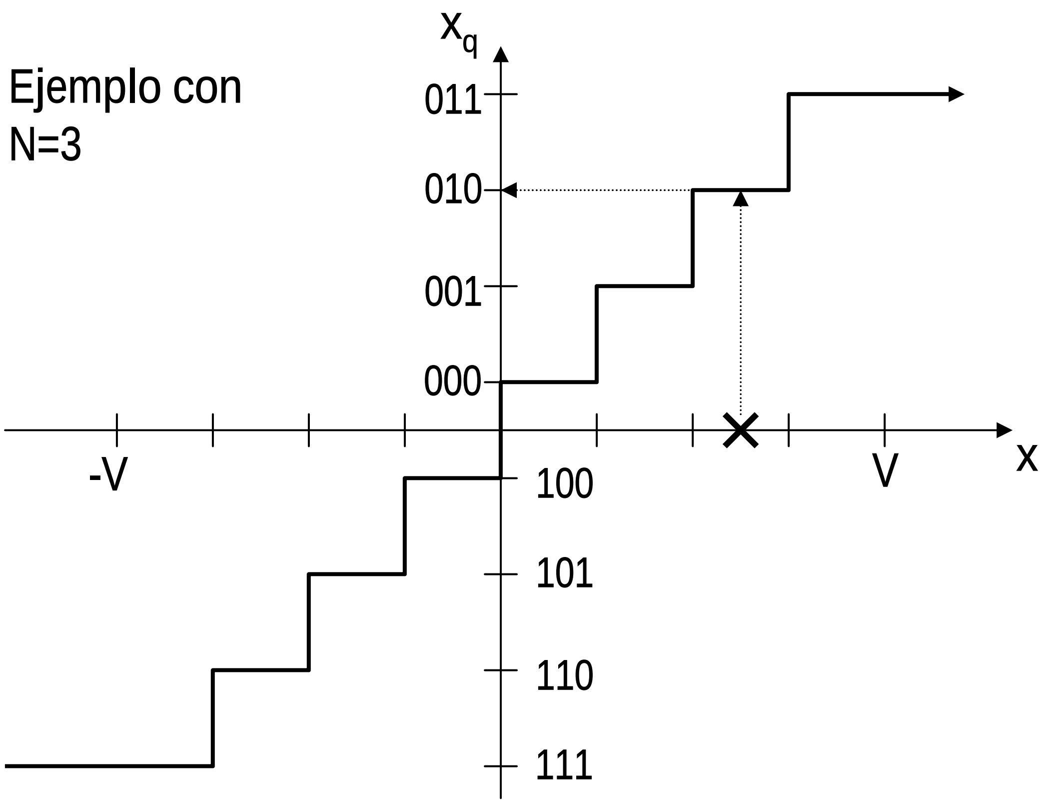
Cuantificación

Muestreo

Cuantificación

$x_q[n] = Q_N [\ x[n]\ ]$ $\Rightarrow$ en [-V,V] se representan 2^N valores

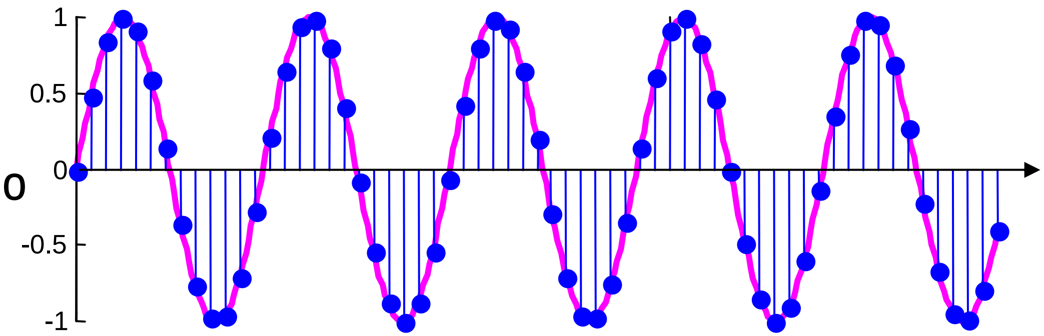
Ejemplo con N=3



Si N >> 1 $\Rightarrow$ $x_q[n] \cong x[n]$

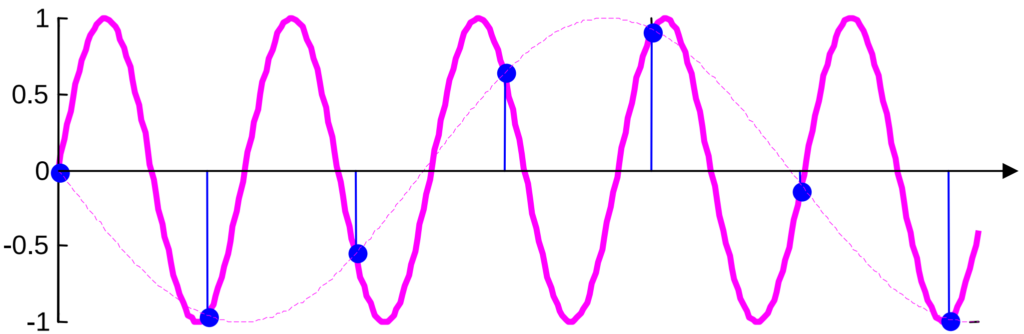
Elección del periodo de muestreo

T_M pequeño



- Buena representación de la señal
- Muchas muestras

T_M grande



- Pérdida de información
- Pocas muestras

T_M óptimo: mayor posible sin pérdida de información

Ejemplos clásicos

	F_M	N	Bits/s
Telefonía	8 kHz	8 (256 niveles)	64k
Audio	44,1kHz	16 (65536 niveles)	700k
Vídeo	13,1MHz	24 (RGB)	300M

Muestreo de componentes frecuenciales

- **Motivación:**
  - Análisis de Fourier
    señal = Σ sinusoides

  1 Muestreo de una sinusoide
  2 Muestreo de una señal arbitraria

- **Componente frecuencial analógica**

$$x_a(t) = e^{j\Omega t}$$

  - Pulsación: Ω (rad/s)
  - Frecuencia: $F = \Omega \; / \; 2\pi$ (Hz)
  - Periodo: $T = 1 / F = 2\pi / \Omega$ (s)

- **Componente frecuencial discreta :**

$$x[n] = x_a(nT_M) \quad \Rightarrow \quad x[n] = e^{j\Omega n T_M} = e^{j\omega n}$$

$$\boxed{\omega = \Omega \, T_M} \qquad \boxed{f = \frac{F}{F_M}}$$

Pulsación discreta (rad)

Pulsación analógica (rad/s)

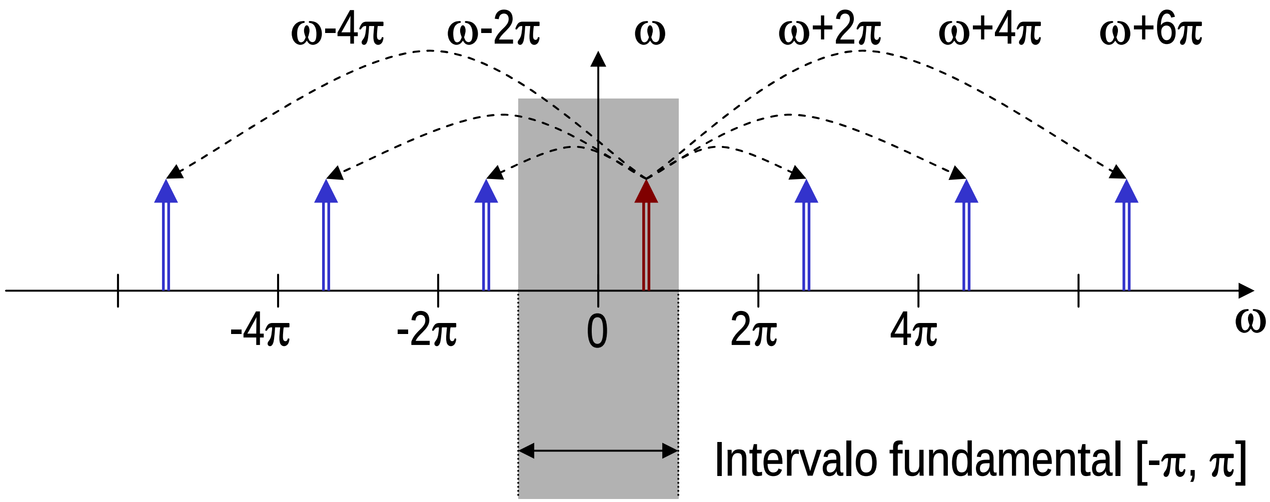
Frecuencia discreta (sin dim.)

Frecuencia analógica (Hz)

Limitación de la representación discreta

$\{ \omega+2k\pi \}, \forall k$

1) Pulsaciones diferentes
2) Misma forma de onda



Consecuencias:

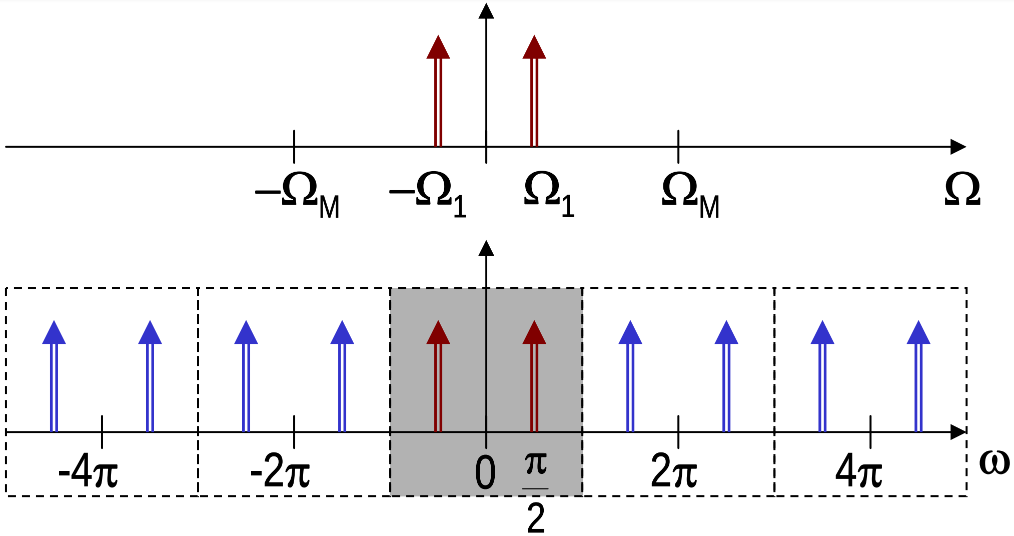
- la componente $e^{j\omega n}$ representa todas las pulsaciones $\omega_k=\omega+2\pi k$
- La representación frecuencial es periódica de periodo 2π

Muestreo de una sinusoide (I)

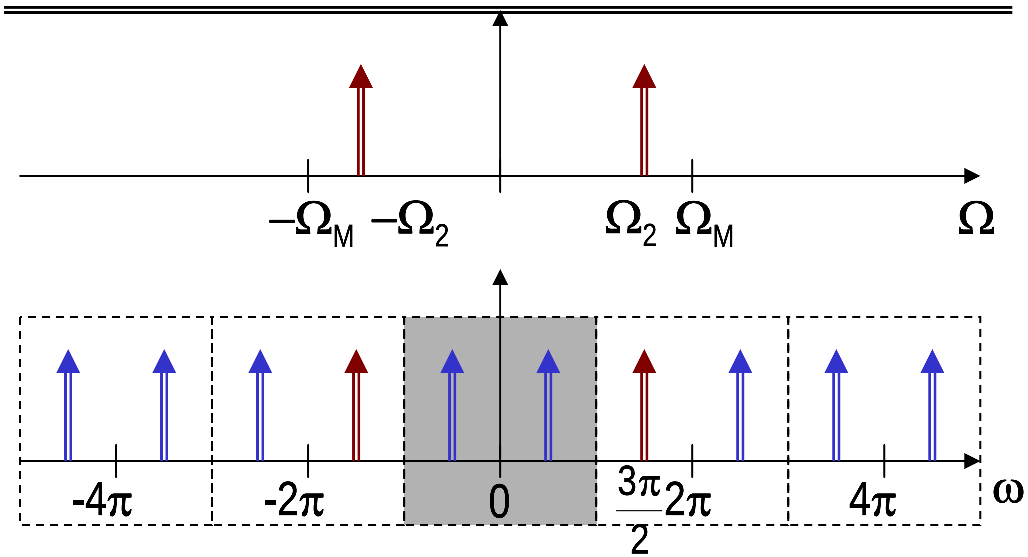
<u>3 pasos</u>

1) Duplicación de las componentes
2) Normalización $\omega = 2\pi\Omega / \Omega_M$ $(f = F / F_M)$
3) Periodización

- $\Omega_1 = \Omega_M / 4$



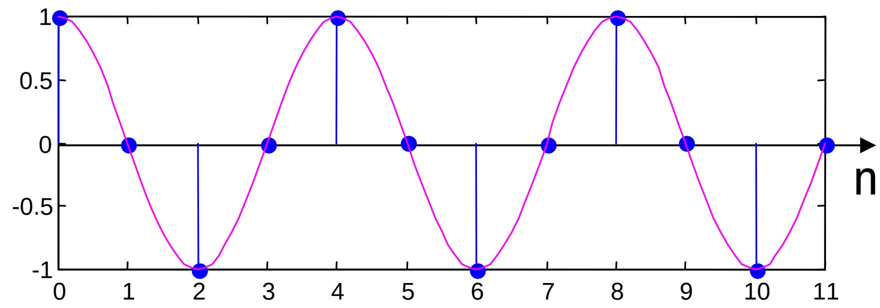
- $\Omega_2 = 3\,\Omega_M / 4$



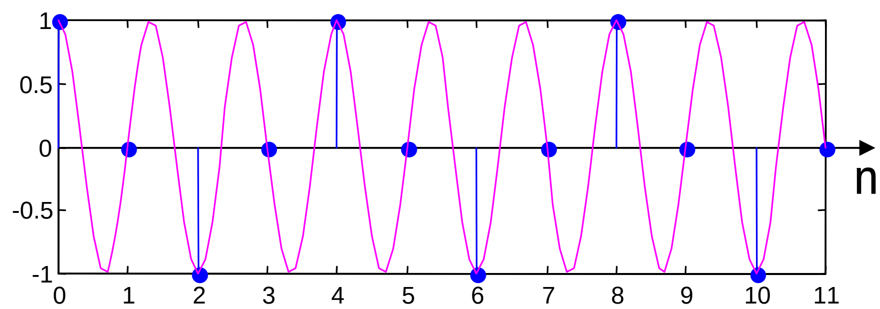
Muestreo de una sinusoide (II)

- En el intervalo fundamental:
  - Mismas componentes frecuenciales: $\pm \pi/2$
  - Ω_1 y Ω_2 ‖ Misma representación en discreto
    Indistinguibles después del muestreo

$\Omega_1 = \Omega_M / 4$



$\Omega_2 = 3\ \Omega_M / 4$

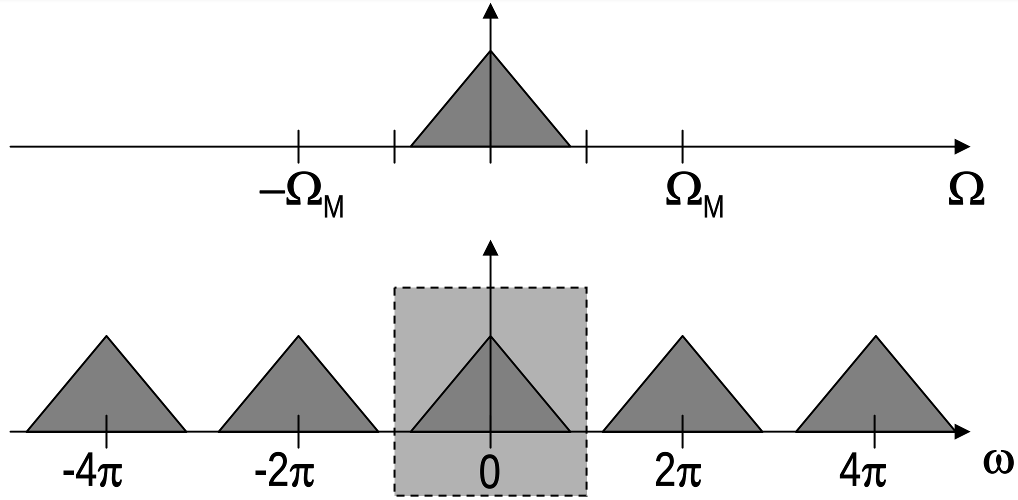


Muestreo de una señal compuesta

<u>3 pasos</u>

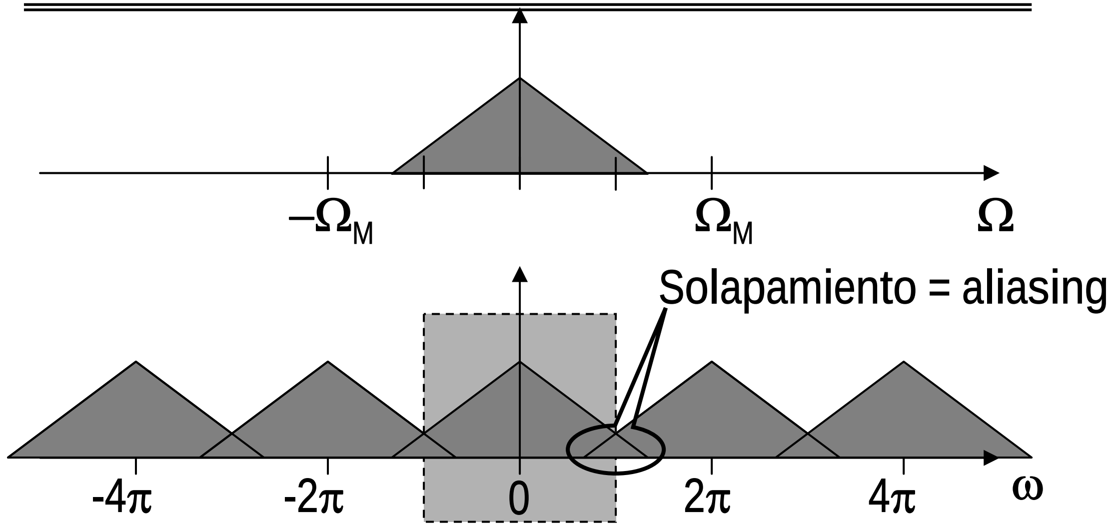
1) Duplicación de las componentes
2) Normalización $\omega = 2\pi\Omega / \Omega_M$ $(f = F / F_M)$
3) Periodización

- Anchura de banda $< \Omega_M / 2$



Periodización sin alteración

- Anchura de banda $> \Omega_M / 2$



Periodización con alteración

Para evitar el aliasing

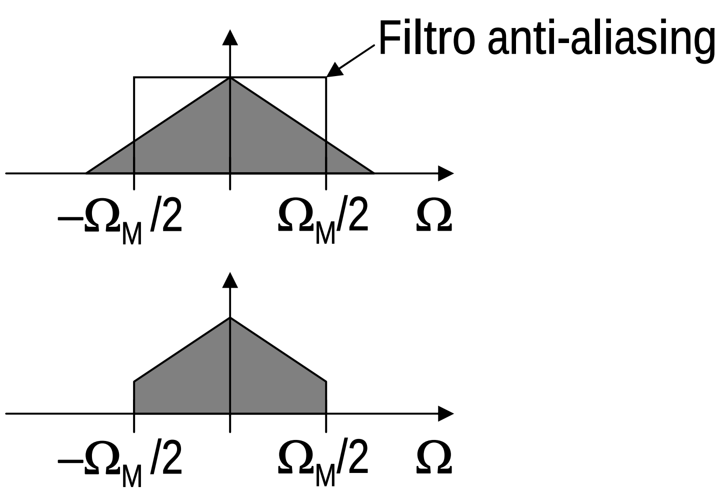
Criterio de Nyquist: $B < \Omega_M / 2$

- Actuar sobre la frecuencia de muestreo:

  Tomar Ω_M TQ $2B < \Omega_M$

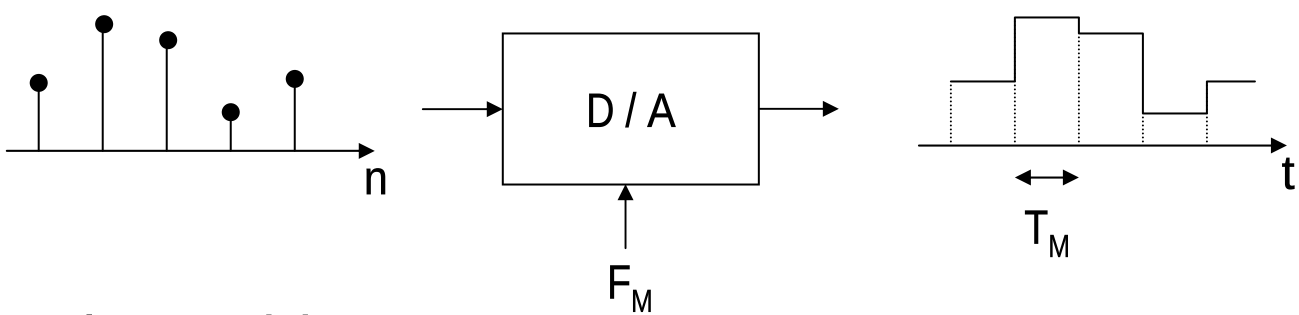
- Actuar sobre la señal:

  Limitar el ancho de banda de la señal

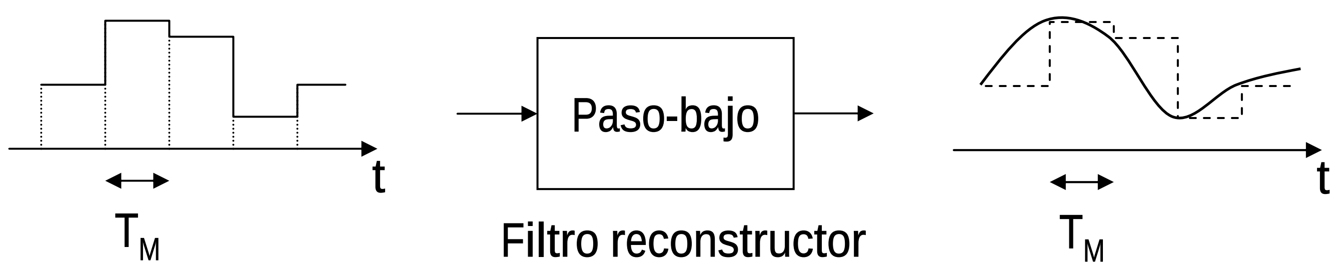


Conversión D / A

- A intervalos fijos (de tiempo T_M) se genera una tensión proporcional a los valores de x[n]



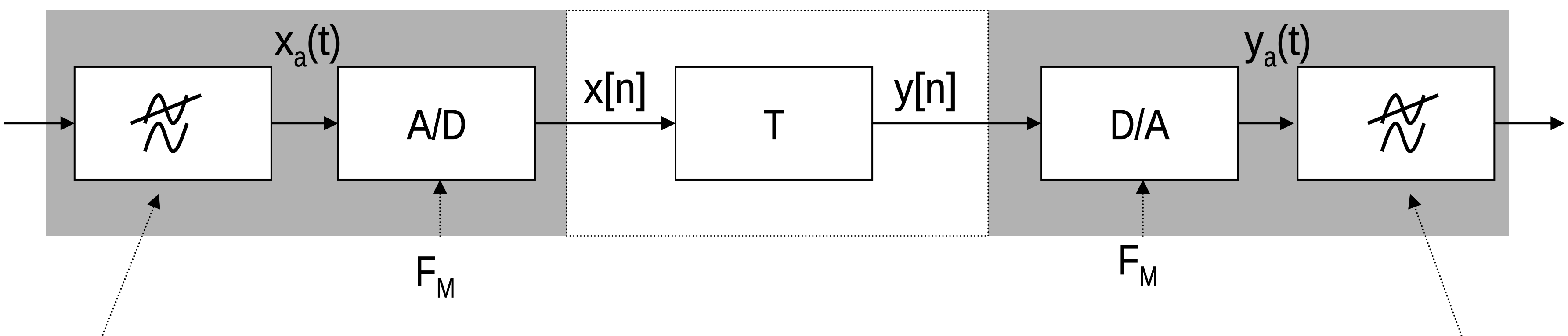
- Se suavizan las transiciones



Filtro reconstructor
Frecuencia de corte: $F_c = F_M/2$

Resumen

El entorno analógico de los sistemas discretos



Filtro anti-aliasing:
$F_c < F_M / 2$

Filtro reconstructor:
$F_c < F_M / 2$

$x_a(t)$	$(-F_M/2, F_M/2)$
$x[n]$, $y[n]$	$(-1/2, 1/2) \pm k$
$y_a(t)$	$(-F_M/2, F_M/2) \pm k\,F_M$