INTRODUZIONE AI SEGNALI

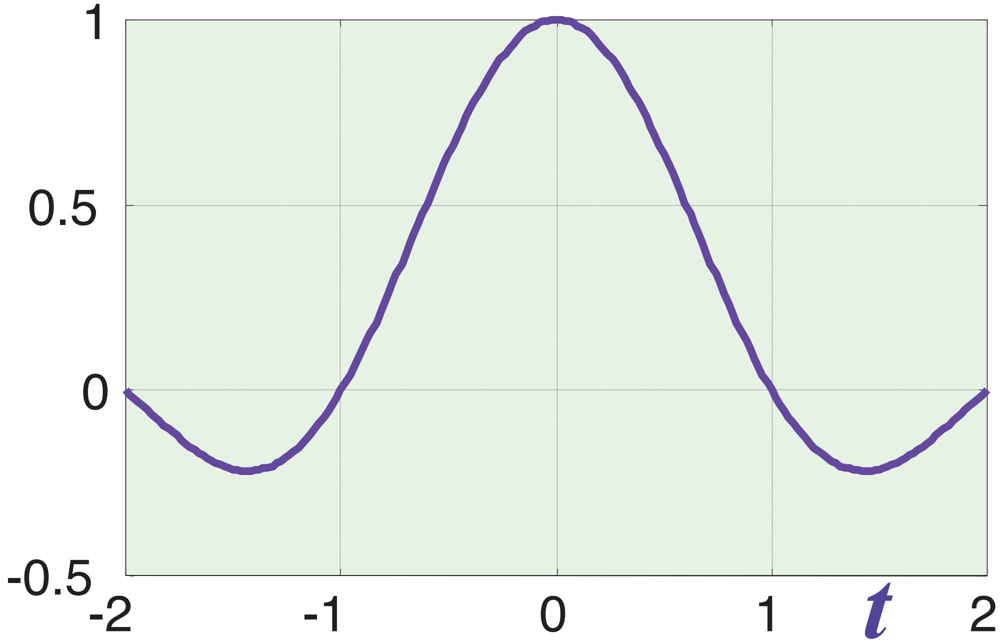
Classificazione dei segnali (1)

I segnali rappresentano il comportamento di grandezze fisiche (ad es. tensioni, temperature, pressioni, ...) in funzione di una o piu' variabili indipendenti (ad es. il tempo *t,* lo spazio *x, ...*).

I segnali *monodimensionali* sono rappresentati da funzioni di una sola variabile e possono essere:

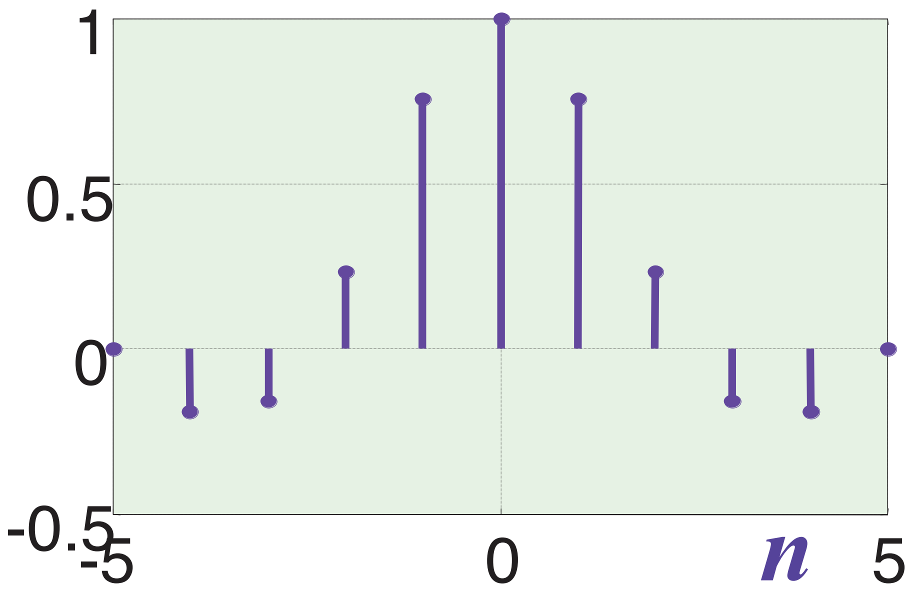
• continui => se la variabile indipendente assume con continuita' tutti i valori reali

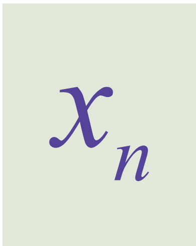
$$x(t)$$



Classificazione dei segnali (2)

• discreti => se la variabile indipendente assume valori multipli interi di un intervallo prefissato





• reali => se il segnale assume solo valori reali

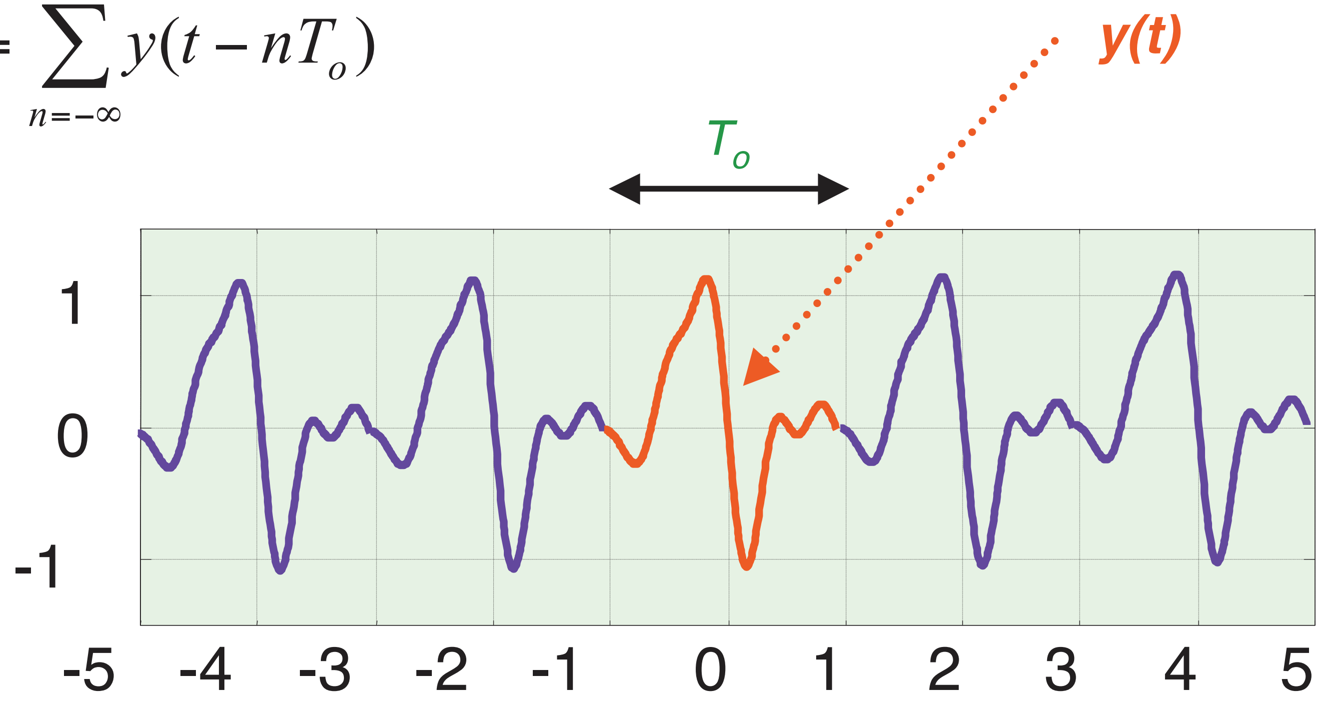
• complessi => se il segnale assume valori complessi (parte reale + parte immaginaria oppure modulo + fase)

Classificazione dei segnali (3)

• periodici => se il segnale si ripete uguale a se stesso dopo un qualsiasi intervallo multiplo di un periodo di durata T_o. L'inverso della durata del periodo viene detto *frequenza fondamentale* f_o del segnale periodico.

Se ***x(t)*** e' periodico, con periodo T_o, e se con ***y(t)*** si indica ***x(t)*** troncato ad un solo periodo, e' evidente che il segnale periodico puo' essere espresso come:

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} y(t - nT_o)$$



Energia, potenza e componente continua (valor medio)

Energia $$E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$$

Potenza istantanea $$P_i = |x(t)|^2$$

Attenzione: non sono energie e potenze "fisiche".

Potenza media $$P = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} |x(t)|^2 dt$$

Potenza media di un segnale periodico $$P = \frac{1}{T_o} \int_{-T_o/2}^{T_o/2} |x(t)|^2 dt$$

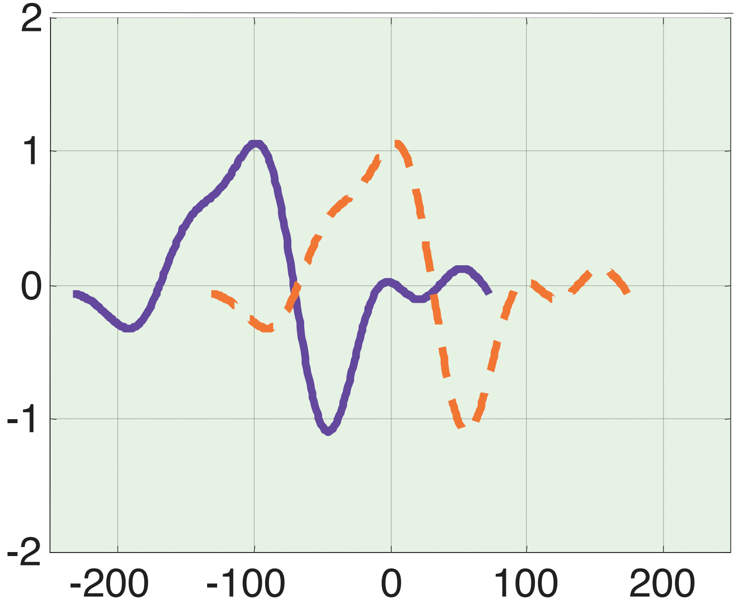
Componente continua (valor medio) $$m = \overline{x(t)} = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t)\, dt$$

Componente continua (valor medio)
di un segnale periodico $$m = \overline{x(t)} = \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} x(t)\, dt$$

Ritardo

Il segnale $x(t-\tau)$ e' ritardato di τ rispetto a $x(t)$;

e' traslato rigidamente verso destra



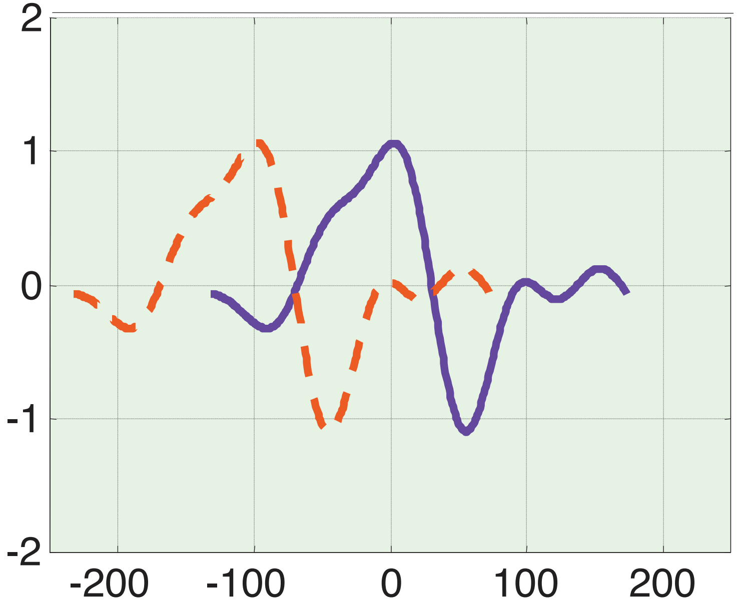
$x(t)$

$x(t-100)$

Anticipo

Il segnale $x(t+\tau)$ e' anticipato di τ rispetto a $x(t)$;

e' traslato rigidamente verso sinistra



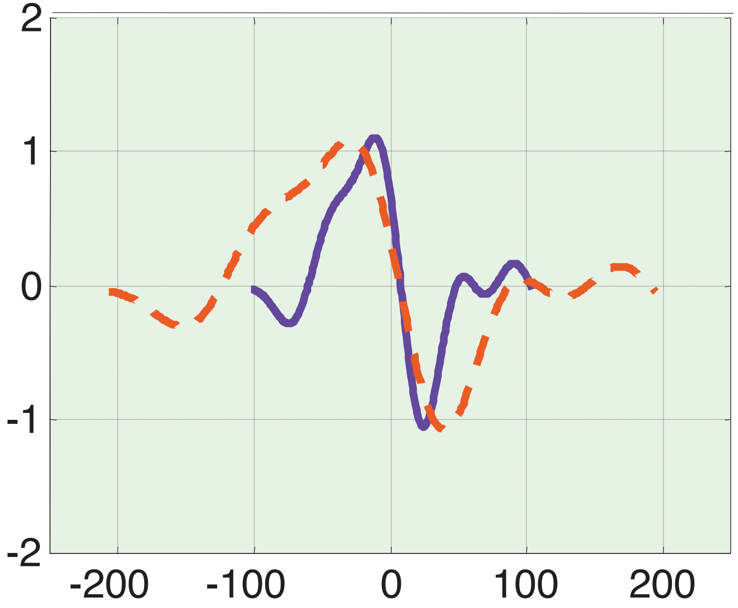
$x(t)$

$x(t+100)$

Scalatura

Il segnale $x(at)$ e' scalato di a rispetto a $x(t)$;

e' dilatato se $|a| < 1$ e compresso se $|a| > 1$



$x(t)$

$x\left(\frac{t}{2}\right)$

ESEMPI: costante e rettangolo

$$x(t) = C$$

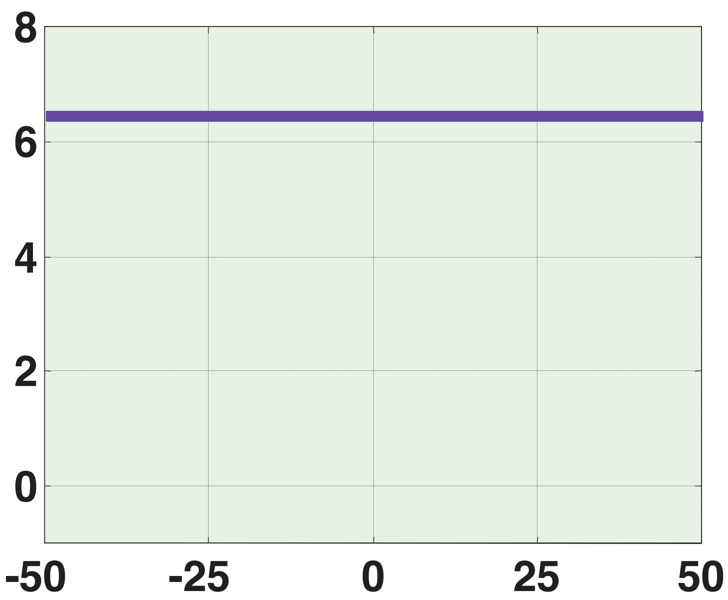
$$x(t) = rect(t)$$

Costante

$$E = \infty$$

$$P = C^2$$

$$m = \overline{x(t)} = C$$

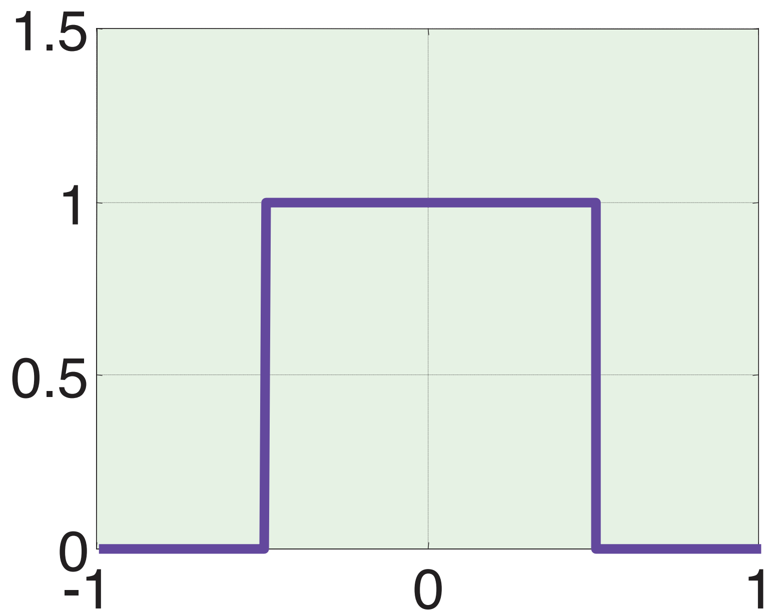


Rettangolo

$$E = 1$$

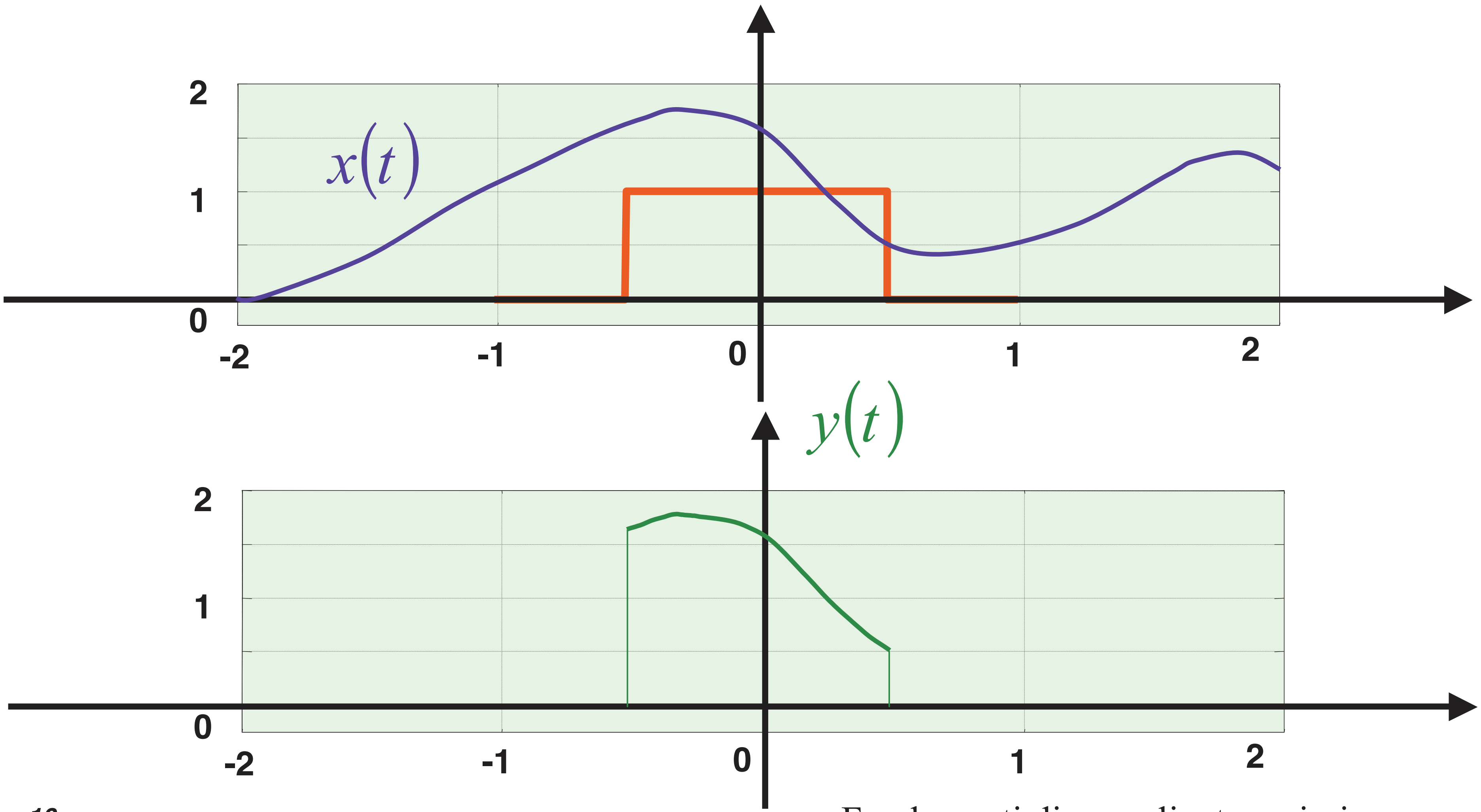
$$P = 0$$

$$m = \overline{x(t)} = 0$$



Moltiplicazione di un segnale per il rettangolo

$$y(t) = x(t) \cdot rect(t)$$



ESEMPI: scalino ed esponenziale

$$x(t) = u(t) = \begin{cases} 1 & t > 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

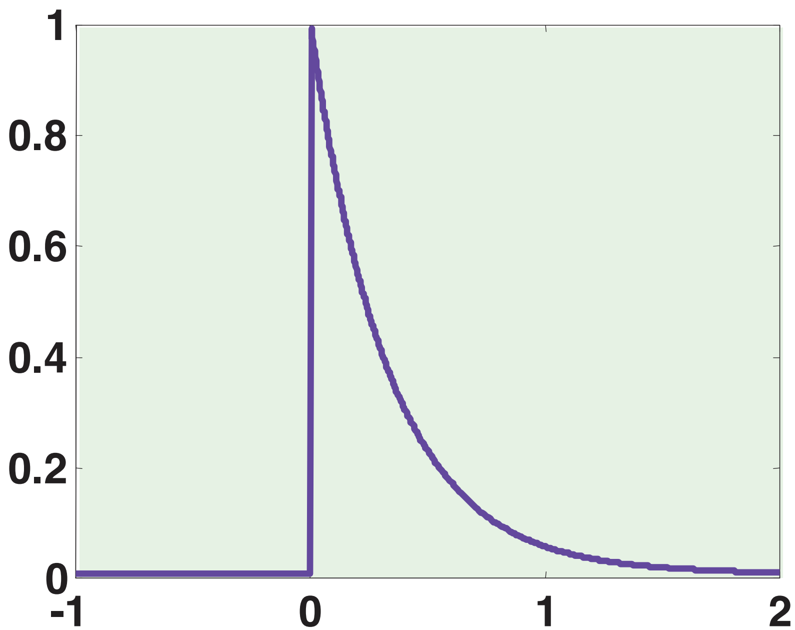
$$x(t) = \exp(-at)u(t)$$

Scalino

$E = \infty$ $P = \frac{1}{2}$ $m = \frac{1}{2}$

Esponenziale $a > 0$

$E = \frac{1}{2a}$ $P = 0$ $m = 0$



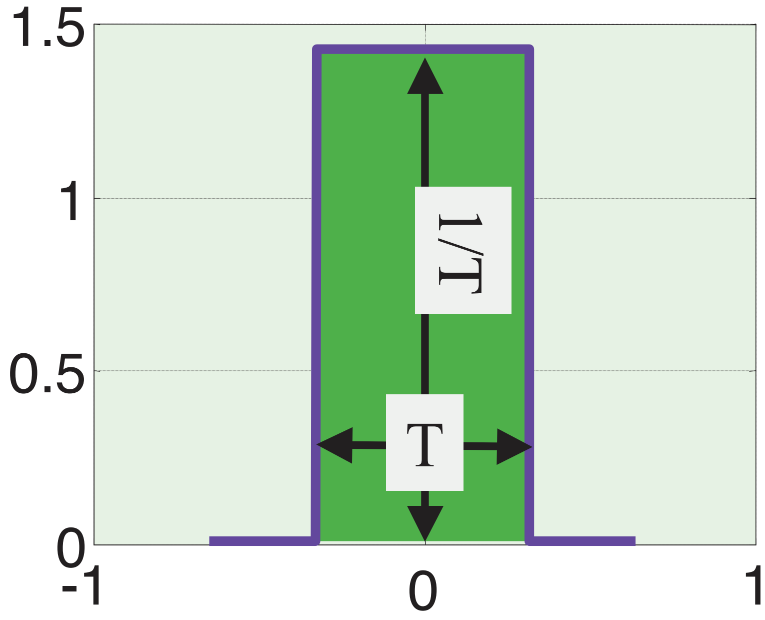
L'impulso: definizione

L'impulso (detto anche delta di Dirac) puo' essere definito (tralasciando il rigore matematico) come un rettangolo di base *T* e altezza *1/T* quando *T* tende a zero:

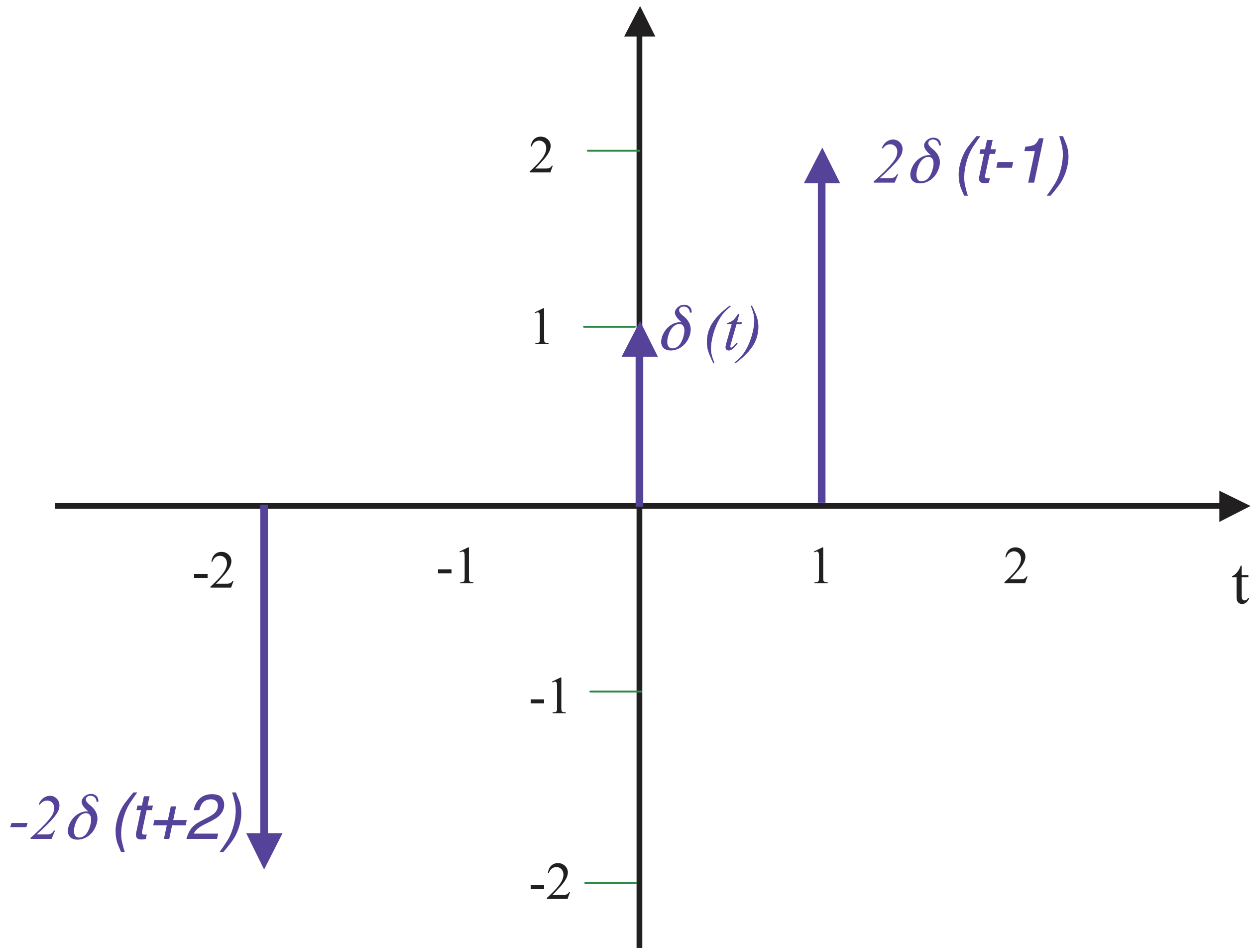
$$\delta(t) = \lim_{T \to 0} \frac{1}{T} rect\left(\frac{t}{T}\right)$$

L'impulso e' dunque un segnale localizzato nell'origine con base infinitesima, ampiezza infinita, ma area (integrale) unitaria:

$$A = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)\, dt = 1$$



Simbolo dell'impulso



Cosinusoide

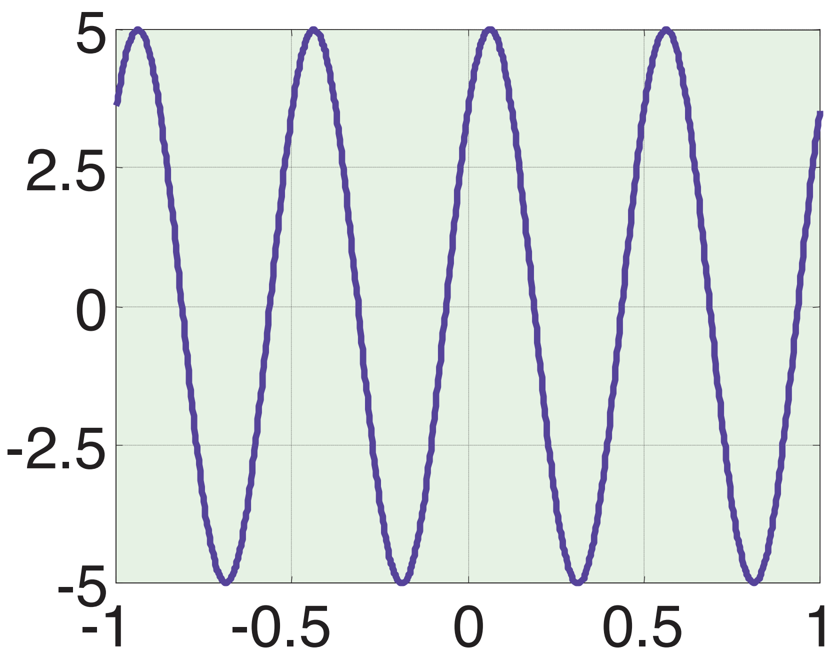
$$x(t) = A\cos\left(2\pi f_o t + \varphi\right)$$

$$P = \frac{A^2}{2}$$

$$T_o = \frac{1}{f_o}$$

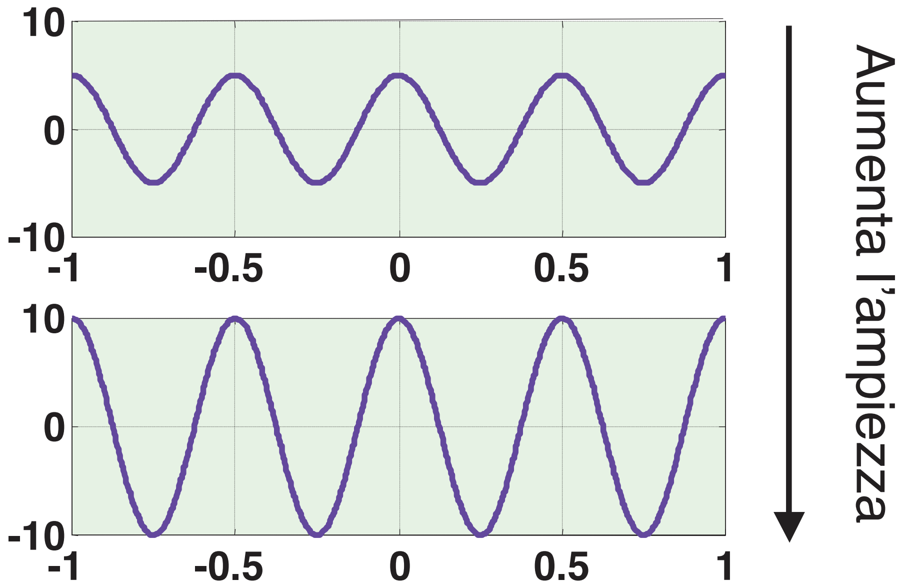
Periodo

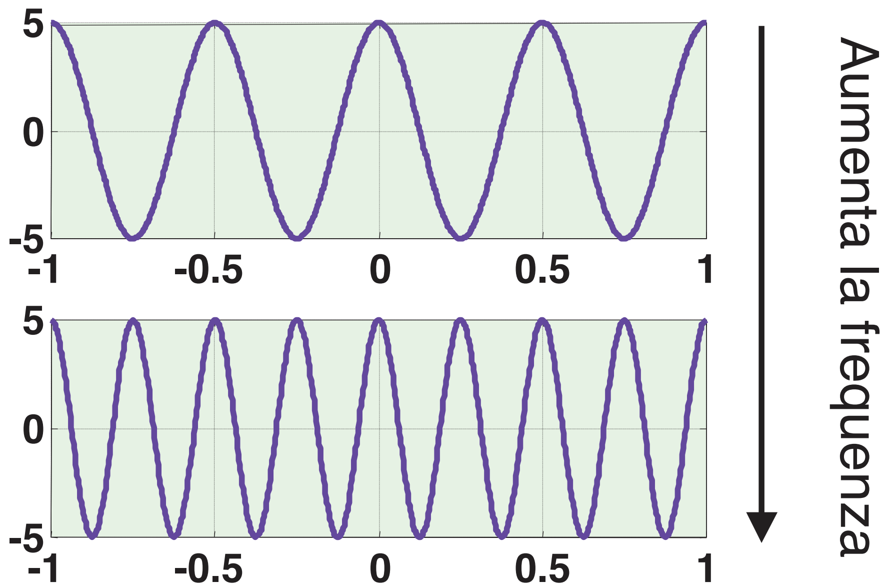
Ampiezza **Frequenza** **Fase (iniziale)**



$$x(t) = 5\cos\left(2\pi 2t - \pi/4\right)$$

Cosinusoide: ampiezza, fase, frequenza





Cosinusoide

$$x(t) = A\cos(2\pi f_o t + \varphi) =$$

$$= A\cos\left\{2\pi f_o\left(t + \varphi / 2\pi f_o\right)\right\}$$

Aumentare la fase della cosinusoide equivale ad anticipare