

### 3.1] Modulazione in ampiezza

A] Si faccia il grafico qualitativo delle seguenti funzioni reali di variabile reale:

- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) $f(t) = \mathbf{Re} e^{(1-j)t}$    | 2) $f(t) = \mathbf{Im} e^{3jt}$      |
| 3) $f(t) = \mathbf{Re} 3e^{(-2+7j)t}$ | 4) $f(t) = \mathbf{Im} 5e^{(3-4j)t}$ |

Nello svolgere gli esercizi precedenti si tenga presente che il grafico di una funzione

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

con  $y(t)$  periodica di periodo T e tale che:

$$-1 \leq y(t) \leq 1$$

si può pensare come una modulazione in ampiezza di  $y(t)$  mediante  $x(t)$ . Si disegni perciò nello stesso piano  $x(t)$  e  $-x(t)$  e poi si deformi con continuità il grafico di  $y(t)$  in modo che nei punti  $t_i$  ove  $y(t_i) = 1$  si abbia  $f(t_i) = x(t_i)$  e nei punti  $t_j$  ove  $y(t_j) = -1$  si abbia  $f(t_j) = -x(t_j)$ . Vedi la figura.

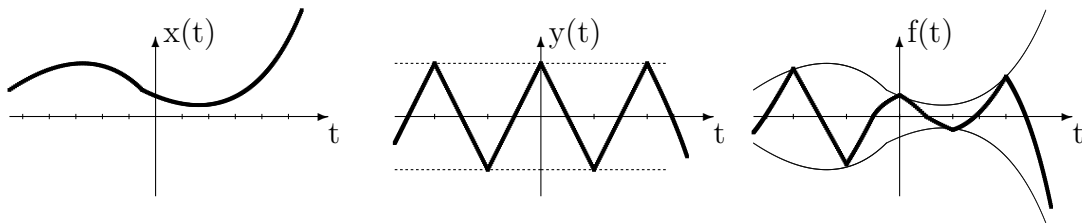


Figure 1: Modulazione in ampiezza

B] Dalle seguenti funzioni di variabile reale a valori complessi:

$$\begin{aligned} f(t) &= e^{4\pi jt} \\ f(t) &= e^{(2+6\pi j)t} \end{aligned}$$

si ricavino le due funzioni:

$$\begin{cases} u(t) = \mathbf{Re} f(t) \\ v(t) = \mathbf{Im} f(t) \end{cases}$$

e si provi a rappresentare la curva di coordinate  $(u,v)$  nel piano complesso delle immagini di  $f(t)$ . Per svolgere questo esercizio si calcoli

$$r(t) = \sqrt{u^2(t) + v^2(t)}$$

osservando che  $r(t)$  rappresenta la distanza di un punto della nostra curva dall'origine del piano complesso.

### 3.2] Periodo, frequenza e frequenza angolare

C] Siano date le seguenti funzioni periodiche:

$$\begin{aligned}x_1(t) &= 3 \cos 7t \\x_2(t) &= 5 \sin(4t - \frac{\pi}{2})\end{aligned}$$

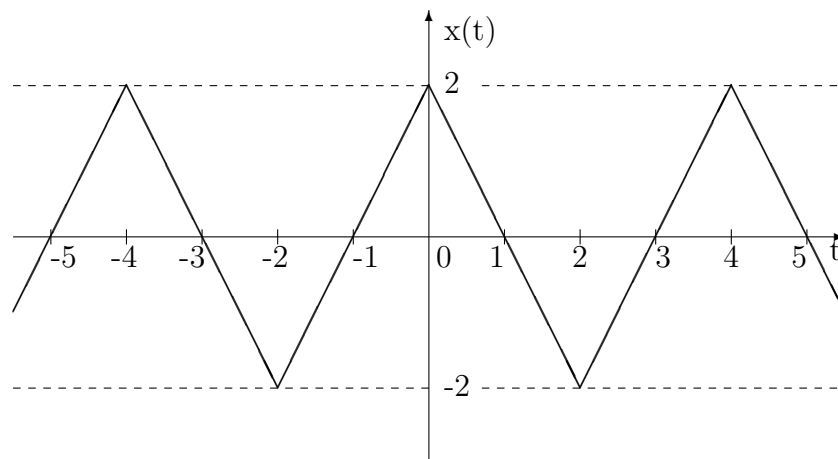
si risponda alle seguenti domande:

- 1) Per ciascuna di esse si dica quale è la frequenza angolare  $\omega$ , quale è il periodo fondamentale (o lunghezza d'onda)  $T$ , quale è la frequenza  $f$ ;
- 2) si disegni  $x_1(t)$  e  $x_2(t)$ ;
- 3) si disegni  $x_1(2t)$  e  $x_2(\frac{t}{2})$  confrontando i grafici con quelli del punto 2);
- 4) si disegni

$$\begin{aligned}5 + x_1(\frac{t}{7}) \\-5 + x_2(t + \frac{\pi}{8})\end{aligned}$$

confrontando i grafici con quelli del punto 2) e 3).

D] Sia data graficamente la seguente funzione periodica:



- 1) Si determini il periodo, la frequenza angolare e la frequenza di  $x(t)$ ;
- 2) si disegni  $x(t-2)$ ;
- 3) si disegni  $x(2t)$ ;
- 4) si disegni  $2+x(2t-1)$ .