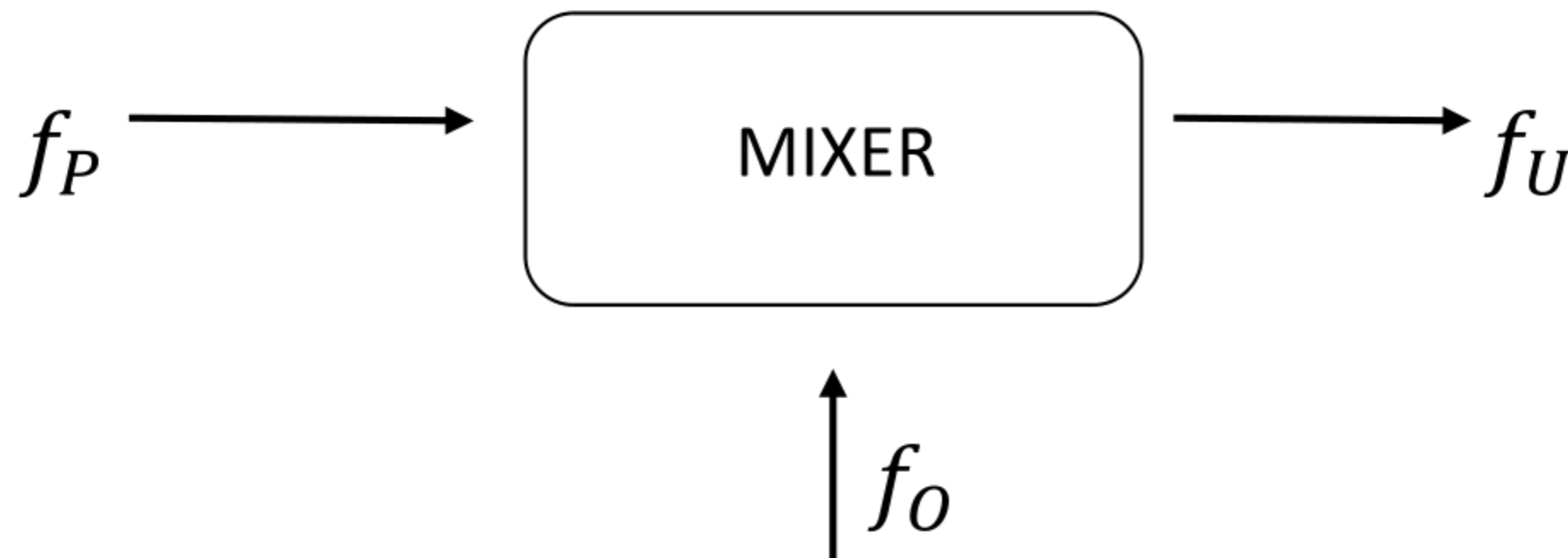


## Approfondimento Decima Lezione

### Convertitori di frequenza (mixer):

Ora, in virtù delle attuali conoscenze, possiamo parlare di convertitori di frequenza (*mescolatori* o *mixer*). Lo scopo e l'uso di suddetti circuiti è quello di convertire in un valore di frequenza risultante per battimento le frequenze di due segnali opportunamente mescolati. Ad uno dei segnali mescolati, verrà attribuito il valore di frequenza portante  $f_P$ , al secondo, valore di frequenza di oscillatore locale  $f_O$  e al terzo valore di frequenza risultante o in uscita  $f_U$ . Il segnale  $f_U$  sarà utilizzato per scopi che verranno analizzati in modo più approfondito quando tratteremo i ricevitori e in tutti quei casi dove necessita una conversione.



A titolo di esempio ipotizziamo una  $f_P = 15\text{MHz}$  e si voglia ottenere una  $f_U = 2\text{MHz}$ , la  $f_O$  potrà essere 13MHz oppure 17 MHz:

- Nel primo caso sarà  $f_U = f_P - f_O = 15\text{MHz} - 13\text{MHz} = 2\text{MHz}$
- Nel secondo caso sarà  $f_U = f_O - f_P = 17\text{MHz} - 15\text{MHz} = 2\text{MHz}$

Analizziamo ora come avviene la conversione:

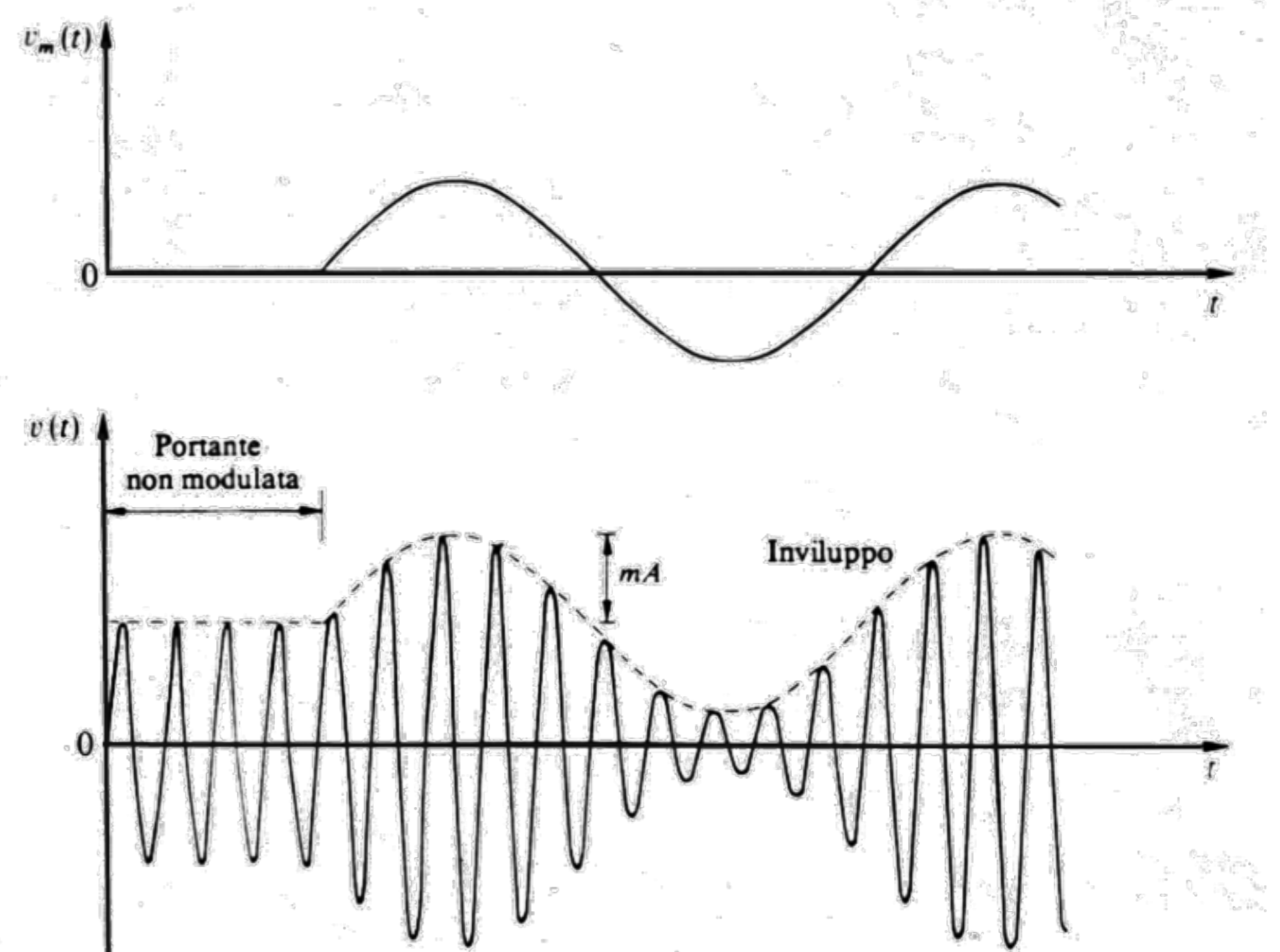
Immaginiamo di avere una  $f_P$  di una certa ampiezza e una  $f_O$  di ampiezza leggermente superiore, sovrapponendo le due frequenze daremo origine ad un'onda di frequenza pari a  $f_P + f_O$  la cui ampiezza varia seguendo il ritmo della differenza fra le due frequenze (principio base della modulazione in ampiezza o AM).

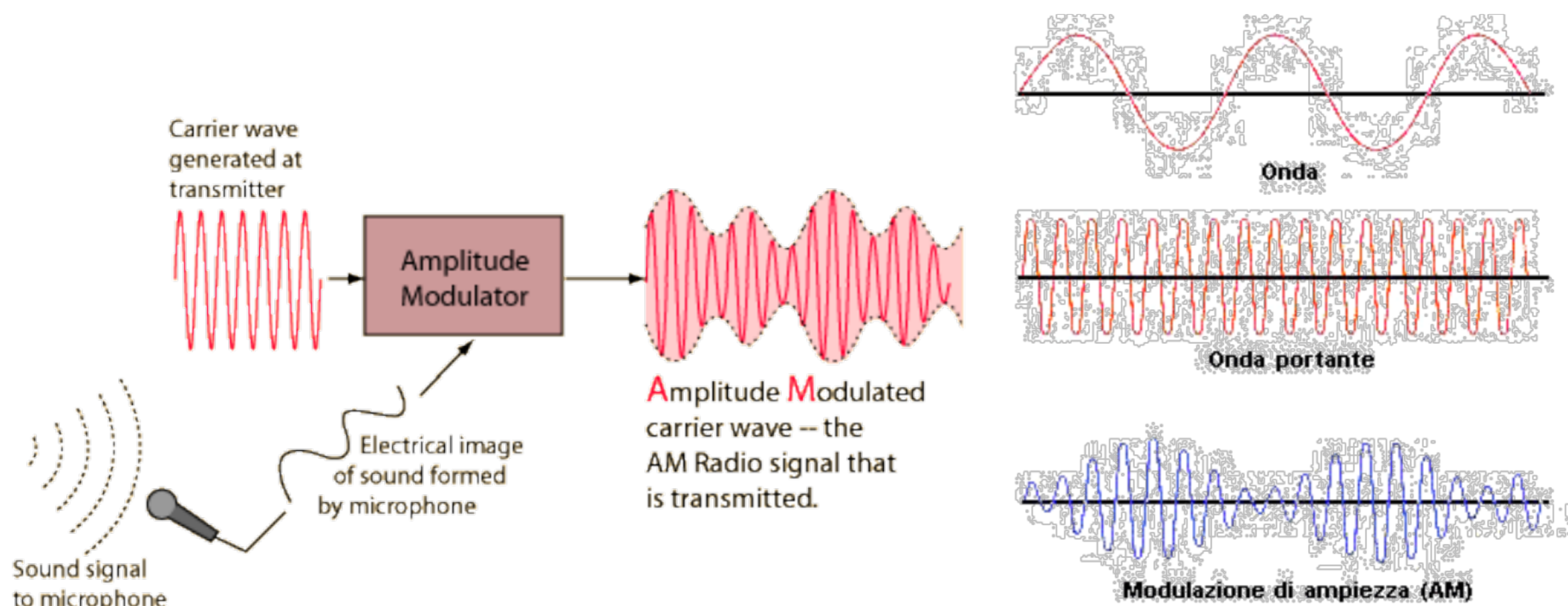
Il risultato di tale sovrapposizione prende il nome di *battimento*.

### Modulazione di ampiezza AM:

Fino ad ora si è trattato di  $f_U$  come risultato della mescolazione fra due segnali  $f_P - f_O$  intesi come segnali a radiofrequenza, cioè ad alta frequenza. Ora manteniamo  $f_P$  e  $f_U$  sostituendo  $f_O$  con  $f_m$  (frequenza modulante) cioè frequenza dello spettro delle audiofrequenze.

La mescolazione di  $f_P$  e di  $f_m$  darà come risultato una  $f_U$  che chiameremo ora *onda modulata in ampiezza* dove il valore picco-picco di  $f_P$  varierà al variare di  $f_m$  (frequenza modulante).

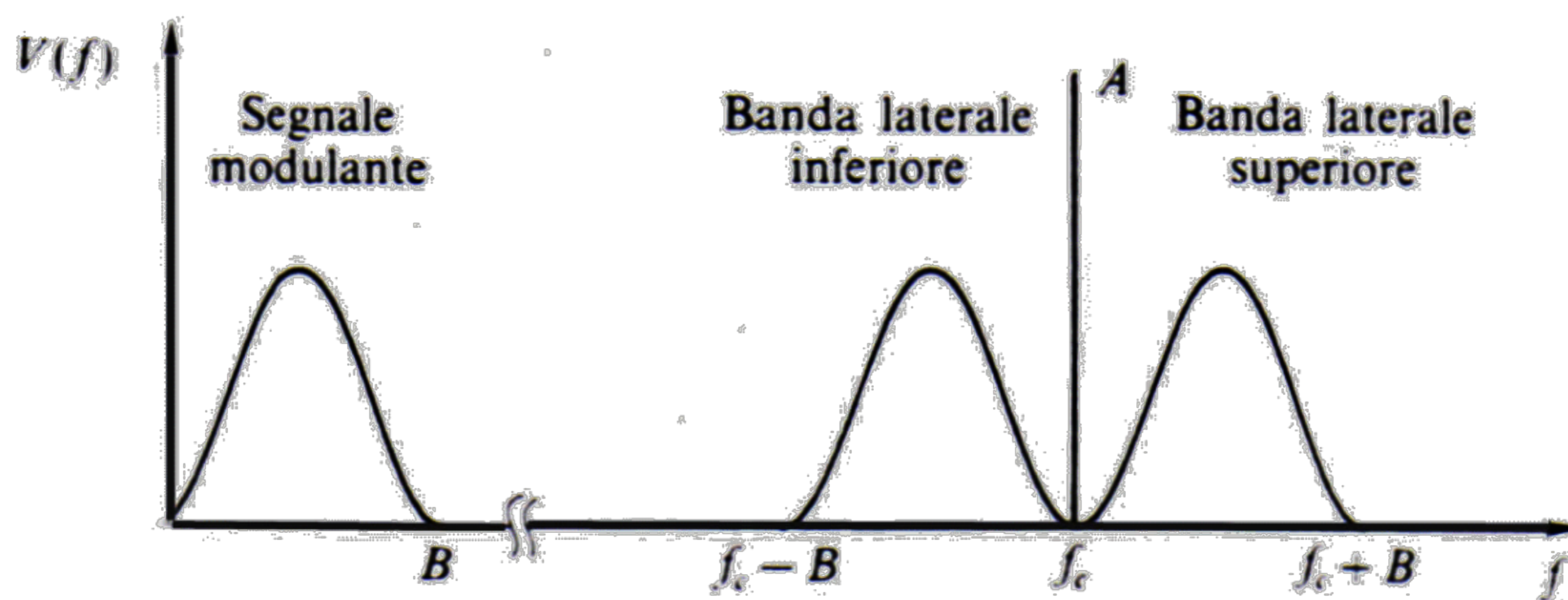




Come rivelare una portante modulata in ampiezza l'abbiamo già visto nella lezione sui semiconduttori in cui avevamo visto un circuito composto da un diodo rivelatore ed un condensatore di mantenimento, tale circuito svolge una funzione assai simile ad un filtro passa basso, eliminando la  $f_p$  e fornendo in uscita solamente lo spettro del segnale modulato (una delle due bande laterali).

### Le bande laterali:

Il circuito di mescolazione, dove  $f_p$  e  $f_m$  vengono fatte interagire, si chiama *modulatore*, alla cui uscita saranno presenti tre frequenze:  $f_p$ ,  $f_p + f_m$  e  $f_p - f_m$ .



A questo punto giova ricordare che il segnale modulante non è costituito da una sola frequenza ma da una serie di frequenze (spettro) che occuperanno una certa banda una al di sotto e l'altra di sopra di  $f_p$ , ciò sta a significare che la larghezza di banda totale dell'AM sarà il complessivo della portante  $f_p$  e di due bande dette *bande laterali*.

### Profondità di modulazione:

va da sé che se  $f_U = f_P - f_m$ , l'ampiezza di  $f_m$  non potrà essere maggiore dell'ampiezza di  $f_P$  altrimenti si porterà il mixer in uno stato chiamato *sovramodulazione*, in cui non è più possibile ottenere una  $f_U$  seguendo la relazione vista finora, con il risultato di creare una distorsione del segnale in uscita (nel caso in cui si tratti di fonia, il segnale ricevuto dal corrispondente sarà quasi incomprensibile) con la conseguente creazione di armoniche indesiderate.

La profondità di modulazione dipende quindi dal rapporto delle ampiezze dei due segnali  $f_P$  e  $f_m$ , questo rapporto prende il nome di *percentuale di modulazione* e si calcola come:

$$m_{\%} = \frac{V_m}{V_P} \times 100$$

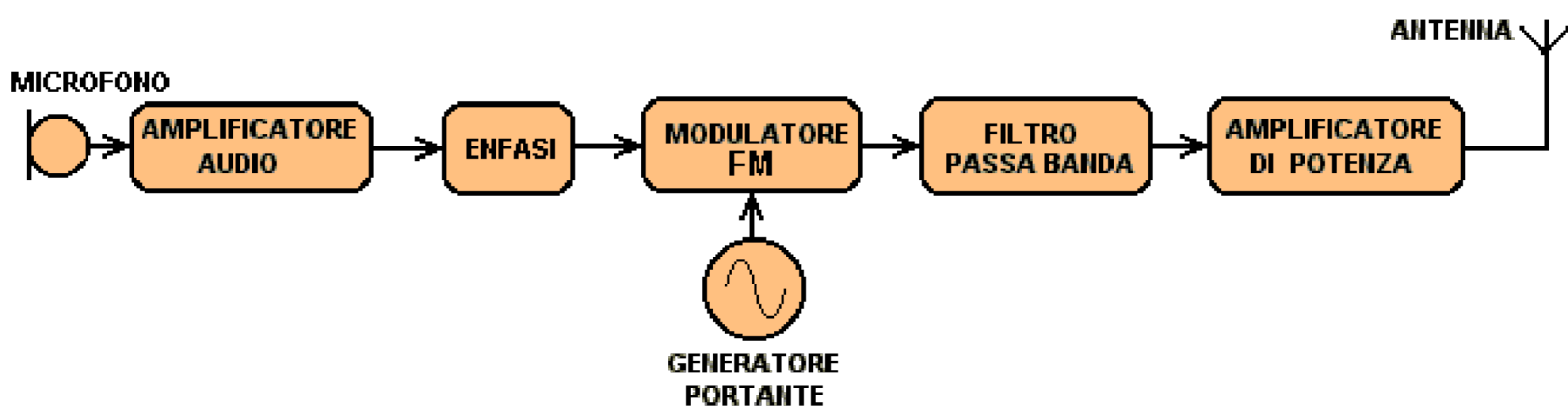
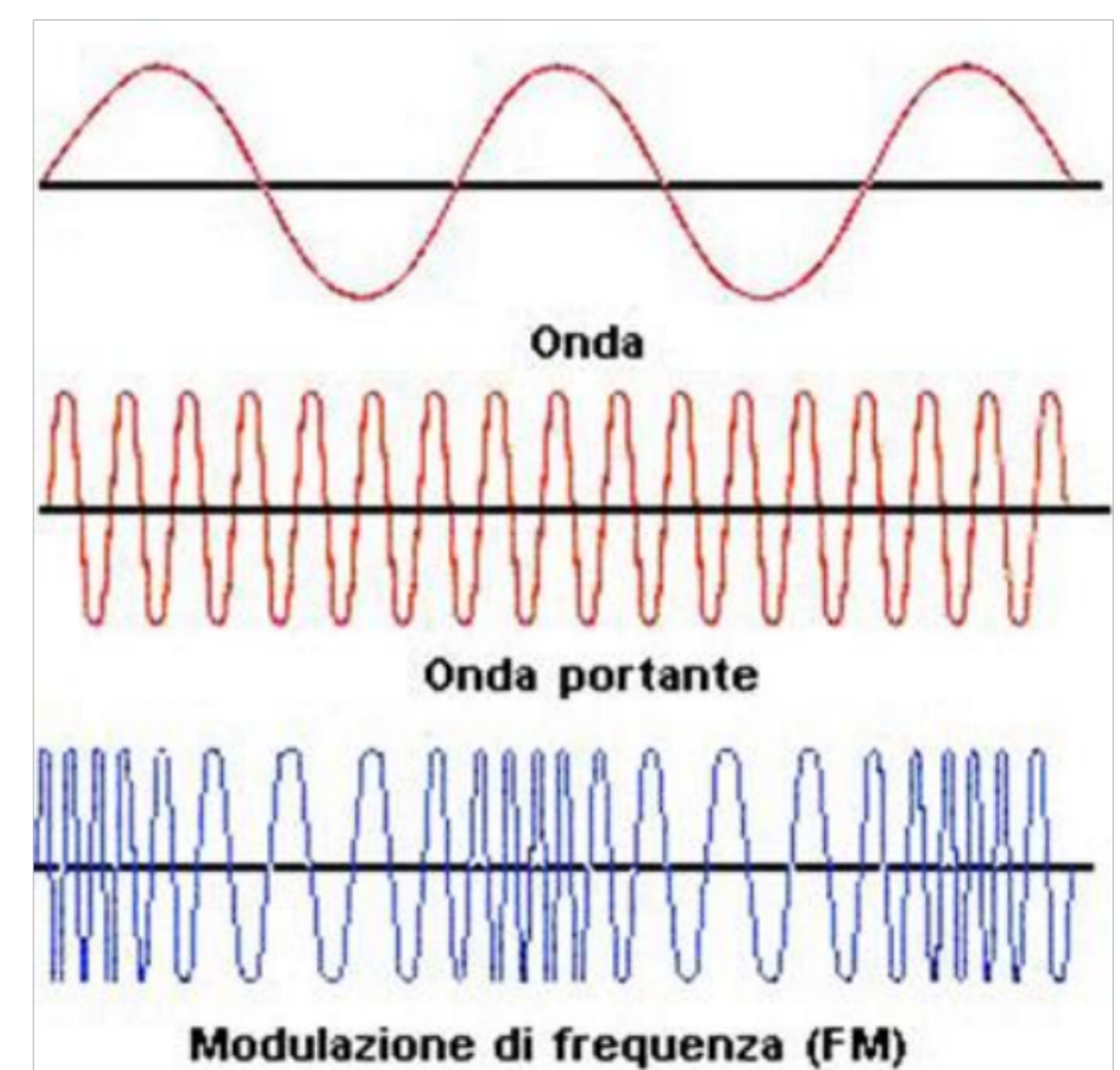
A titolo di esempio consideriamo un  $f_m$  con una  $V_{PP}$  di 0,5V e una  $f_P$  che abbia una  $V_P$  di 1V, l'onda risultante  $f_U$  sarà quindi modulata al 50%, Infatti

$$m_{\%} = \frac{0,5V}{1V} \times 100 = 50\%$$

### Modulazione di frequenza FM:

Nella modulazione di frequenza, l'ampiezza della portante rimarrà invariata, mentre varierà la sua frequenza per gli effetti della modulante  $f_m$ . In presenza dei picchi negativi di  $f_m$ , la frequenza di  $f_P$  toccherà valori minimi, al contrario, in presenza dei picchi positivi della  $f_m$ , la frequenza di  $f_P$  toccherà il valore massimo.

Per generare questo tipo di modulazione occorre un particolare circuito che prende il nome di VCO, tale circuito varia la frequenza del segnale di uscita in funzione della tensione in ingresso, creando così il segnale FM.



Per quanto riguarda la sua ricezione, si utilizzerà un circuito chiamato *rivelatore a prodotto* o *discriminatore*.

