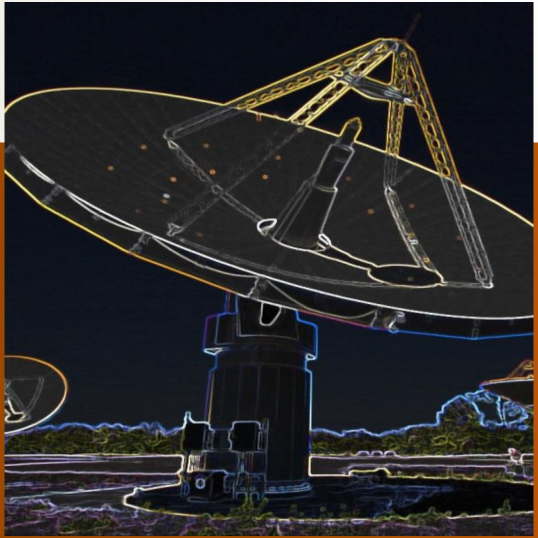


Giacomo Alessandroni

Telecomunicazioni per Informatica

a.s. 2019/2020

ITIS «Enrico Mattei», Urbino

introduzione alla teoria dei segnali

Teoria dei segnali

Si definisce **segnale** tutto ciò che costituisce *informazione utile*, *non nota* a priori.

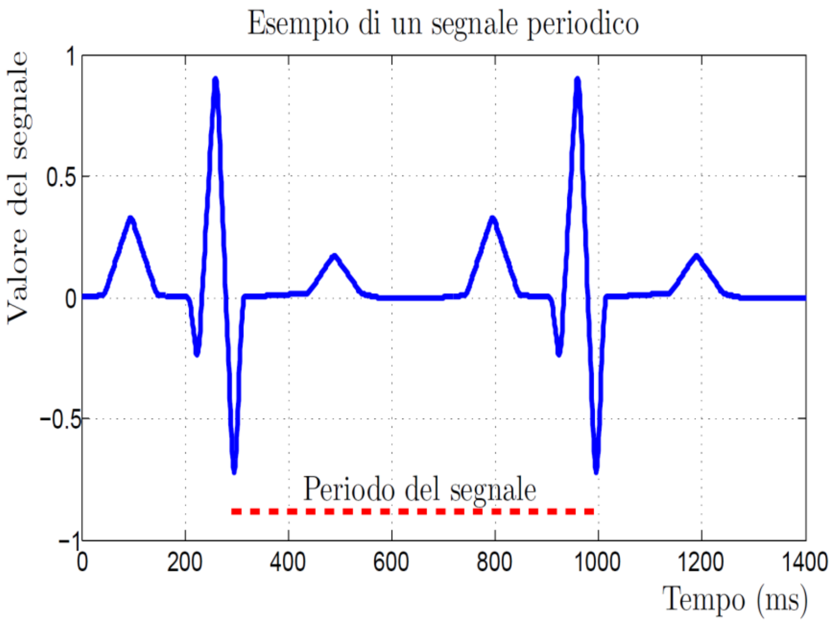
Si definisce **rumore** tutto ciò che *non costituisce informazione*.

In una *trasmissione* vi è un **trasmittente** e un **ricevente**. Il trasmittente invia il segnale, il ricevente riceve sia il segnale, sia il rumore.

Struttura di un segnale

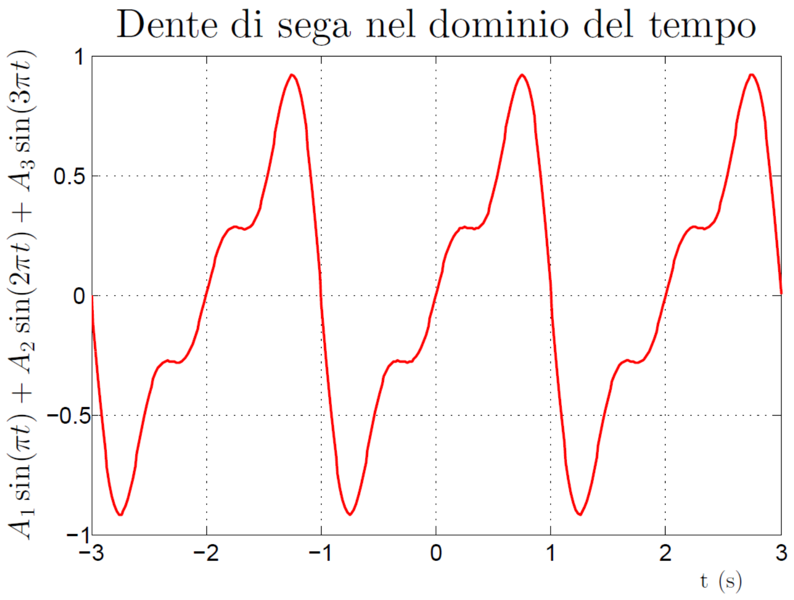
I segnali si dividono in *periodici* e *non periodici*.

Un segnale periodico ha *periodo* T e *frequenza* pari a $F = 1/T$. La sua *lunghezza d'onda* λ dipende dalla *velocità* del segnale c ed è pari a $\lambda = c/F$.



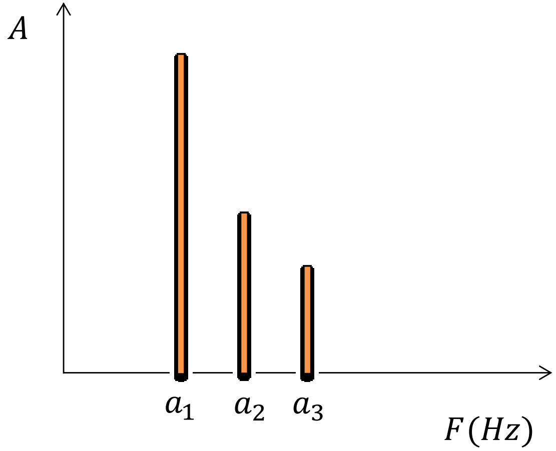
Dominio del *tempo* e della *frequenza*

Dominio del tempo



Dominio della frequenza

Lo stesso segnale, scomposto nelle sue *armoniche*.



Esempi ed esercizi

Di seguito si presenteranno esempi ed esercizi svolti con segnali sia acustici, sia elettromagnetici, dove sarà importante ragionare sulle loro diverse *frequenze* (F), *lunghezze d'onda* (λ) e *velocità di propagazione* (c).

L'eco

Calcolare la frequenza necessaria per generare l'eco.

$$\begin{cases} \lambda = \dfrac{c}{F} \\ F = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{380\ m/s}{3\ m} \cong 130\ Hz \end{cases}$$

Calcolare la distanza minima, tra me e la montagna, per udire l'eco di almeno una sillaba.

$$\begin{cases} t = 0.1\ s \\ d = \dfrac{c \cdot t}{2} = \dfrac{380\ m/s\ \cdot\ 0.1\ s}{2} = 19\ m \end{cases}$$

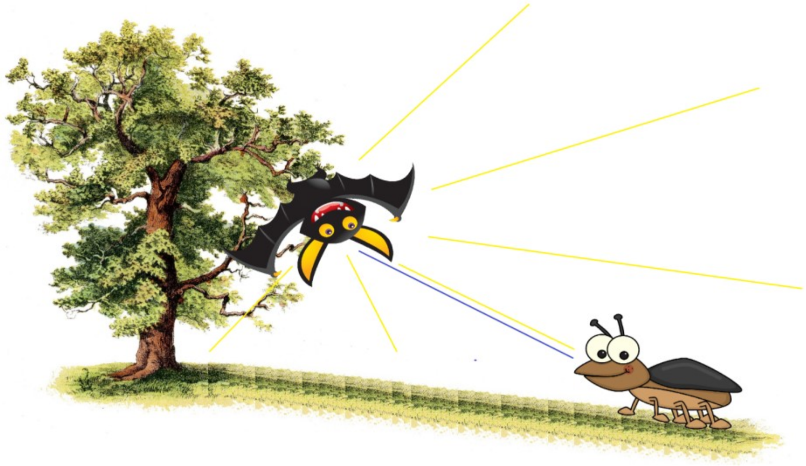
Il pipistrello come fa?

Bat, un pipistrello che ha studiato telecomunicazioni, ha fame e vuole mangiare Bug. Però è un po' sguercio.

Sa che Bug ha una dimensione (per semplicità di calcolo) di circa $0.38\ cm$.

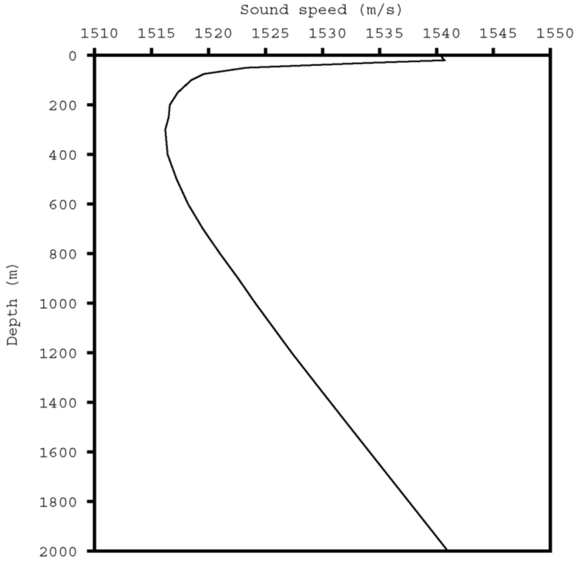
Quale frequenza deve emettere per trovarlo e… mangiarlo?

$$\begin{cases} \lambda = \dfrac{c}{F} \\ F = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{380\ m/s}{0.38\ cm} = 100\ kHz \end{cases}$$



The Hunt for Red October (1)

Il principio di funzionamento del *sonar*, è il medesimo del pipistrello: cambia la dimensione del sottomarino ostile da localizzare ($10\ m$) e la velocità di propagazione del suono nell'acqua marina (compresa tra $1516\ m/s$ e $1540\ m/s$).



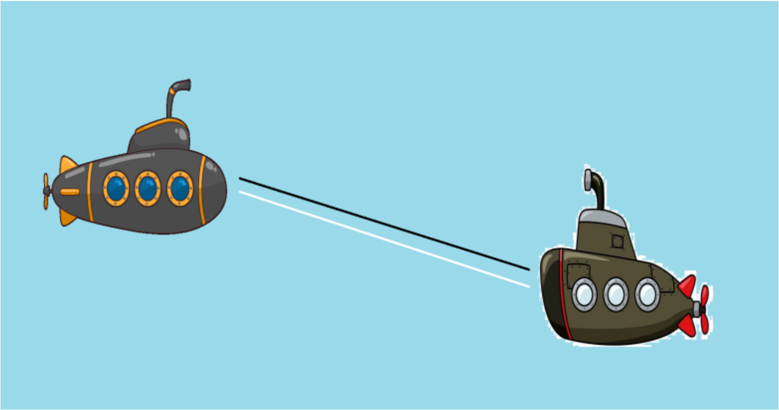
John J. Audet, Jr. & Gregory G. Vega, (1974) *AESD Sound-Speed Profile Retrieval System (RSVP)*, AESD Technical Note TN-74-03, 14.

The Hunt for Red October (2)

Supponiamo di trovarci a una profondità di $1200\ m$, pertanto la velocità del suono sarà $1530\ m/s$.

Quale frequenza dovrà utilizzare il marconista per localizzare il sottomarino ostile prima che sia troppo tardi?

$$\begin{cases} \lambda = \dfrac{c}{F} \\ F = \dfrac{c}{\lambda} \cong \dfrac{1530\ m/s}{10\ m} = 153\ Hz \end{cases}$$



PS Si consiglia la lettura del romanzo *La grande fuga dell'Ottobre Rosso*, di Tom Clancy (ed. BUR, Rizzoli, 1988).

Le cuffie (non quelle per la doccia)

Quanto devono essere lunghe le cuffie per poter ascoltare RTL 102.5?

Per questo calcolo si ricorda che la velocità della luce nell'aria non è – come nel vuoto – $300{,}000\ km/s$, ma, approssimativamente, circa $200{,}000\ km/s$.

Le cuffie svolgono la funzione di antenna e devono essere lunghe la metà della lunghezza d'onda.

$$l = \frac{\lambda}{2} = \frac{\frac{c}{F}}{2} = \frac{\frac{200{,}000\,\frac{km}{s}}{100\ MHz}}{2} = 1\ m$$

Con un segnale opportunamente modulato, è possibile attivare comandi vocali quali «Ok Google», o simili?

Sì o no. E perché?

Il Radar

Il funzionamento del Radar è analogo al caso precedente. Come mezzo da localizzare, si utilizzano le dimensioni di un Boeing (circa 50 m).

$$\begin{cases} \lambda = \dfrac{c}{F} \\ F = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{200{,}000\ km/s}{50\ m} = 4\ MHz \end{cases}$$

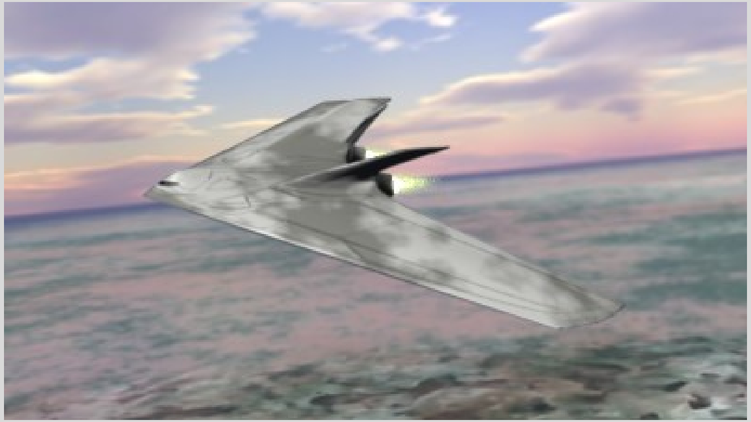
Naturalmente, utilizzando più frequenze e valutando quale viene riflettuta maggiormente, si identifica anche il modello del velivolo.

E gli aerei stealth?
Sono davvero invisibili?

Aerei della categoria *Stealth*: parliamone

In realtà, *nessun* velivolo è totalmente invisibile al radar. Rispetto a un aereo ordinario, uno stealth ha solo un 15% di possibilità di essere attaccato.

Dalla guerra in Bosnia (1995-1999) si sa che gli stealth sono rilevabili anche a grandi distanze, con l'uso di radar trans-orizzontali che usano onde corte ad ampiezza modulata (diversamente dai radar convenzionali).



No, non sono proprio invisibili.
More info @ Stealth aircraft.

Urbino chiama Sydney, rispondi Sydney…

La Terra è uno sferoide (fidatevi) di raggio pari a circa $40{,}000\ km$; Sydney è una delle città più lontane in assoluto da noi, quindi possiamo stimare la lunghezza dei cavi in $20{,}000\ km$.

Pertanto, il ricevente ascolterà la nostra voce con un ritardo Δt pari a:

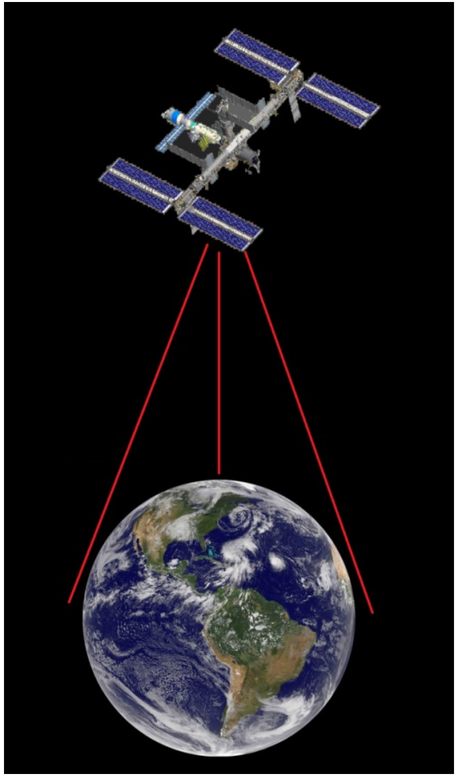
$$\Delta t = \frac{s}{c} = \frac{20{,}000\ km}{200{,}000\ km/s} = 0.1\ s$$

Ciao Astrosamanta!

Consideriamo l'atmosfera sino all'Aurora (troposfera, stratosfera, mesosfera e un tratto della termosfera) per un totale di $100\ km$. L'apogeo della *International Space Station* (ISS), il punto più lontano dalla Terra, è $410\ km$.

Quanto *tempo* serve per inviare un messaggio alla ISS, se si considera $c_a = 200{,}000\ km/s$ nell'atmosfera e $c_s = 300{,}000\ km/s$ nello spazio?

$$\begin{cases} t_a = \dfrac{s_a}{c_a} = \dfrac{100\ km}{200{,}000\ km/s} = 0.5\ ms \\ t_s = \dfrac{s_s}{c_s} = \dfrac{310\ km}{300{,}000\ km/s} \cong 1\ ms \\ \Delta t = t_a + t_s = 0.5\ ms + 1\ ms = 1.5\ ms \end{cases}$$



Grazie per l'attenzione e… studiate!