



## CORSO PER ESAMI PATENTE RADIOAMATORE, ANNO 2016-17. INCONTRO 1

Benvenuto ai futuri OM, o HAM, così almeno ci auguriamo.

È un corso ridotto, con l'obiettivo di superare l'esame a quiz. È un corso che si rivolge a chi intende iscriversi all'ARI RADIO CLUB, con la speranza e l'augurio che divenuto radioamatore passi in seguito a socio ordinario.

I libri di testo consigliati sono:

- Il "solito" Neri, che può essere utilizzato come riferimento.
- Per chi sa l'inglese l'handbook ARRL, qualsiasi edizione.
- Il manuale degli esami, di Sanna, ultima edizione.
- Per chi volesse fare un migliaio di quiz in più, in sezione ci dovrebbe essere il "vecchio" manuale degli esami a quiz, di Gallizia.

Per quanto possibile cercherò di integrare le cose dette a lezione con e-mail di approfondimento, come questa. Queste note sono in un file PDF in allegato.

### ***L'"hobby" radioamatore***

Il radio amatore è un hobby impegnativo, principalmente perché proponendo l'uso della radio e quindi allargando notevolmente il raggio di azione della nostra voce ci pone nella necessità di usare lingue e/o convenzioni diverse dalla nostra. Impegnativo anche dal punto di vista tecnico perché ci propone una competizione tra noi stessi e la tecnologia.

La radio ci *obbliga* a solidarizzare rendendoci veri cittadini del mondo. E anche di più visto che spesso ormai si possono sentire o fare QSO con OM che viaggiano su stazioni spaziali, oppure sfruttando la luna come specchio per parlare con chi sta agli antipodi.

Chi **sa usare** la radio poi facilmente trova coinvolgimento con quelle associazioni che della radio hanno bisogno per fini di emergenza e protezione civile, e può così dare un segno tangibile di solidarietà.

La conoscenza tecnica di un radioamatore è per natura multidisciplinare: sono certamente necessarie cognizioni di elettrotecnica e elettronica, ma anche di fisica, di chimica, di geografia, di informatica, e infine (ma non meno importanti) di regolamenti e di comportamenti. Che i regolamenti siano considerati di primaria importanza lo si capisce dal fatto che nel libro sono ai primi capitoli....

Sembrirebbe un hobby per persone solitarie mentre in realtà esso vive della relazione sociale che crea, sia con amici lontani che in associazioni locali: per caratteristica intrinseca il mondo dei radioamatori è un serbatoio di persone che sono pronte a offrire la loro professionalità di esperti di telecomunicazione presso le autorità locali in caso di calamità o in occasioni di festa. Questo avviene in tutte le nazioni civili. Non si nasce esperti di telecomunicazioni, lo si può diventare con pazienza, e questo è l'inizio.

La parola "radio-amatore" ha un significato parallelo alla parola "filosofia", che tradotto vuol dire amore per il sapere.

### ***Le leggi***

Le telecomunicazioni sono regolate da leggi severe, accettate e fatte proprie da quasi tutti gli stati del mondo. Il radioamatore conosce queste regole, ed in più è portatore di un "galateo" tecnico operativo che lo distingue e che ne esalta la figura. Qualcuno parla di "etica" del radioamatore.

In Italia alcuni articoli della costituzione contengono chiare indicazioni sulla possibilità di essere radio amatori: sono gli articoli 9, 15 e 21.

- **9 La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica.** Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione.
- **15 La libertà e la segretezza della corrispondenza e di ogni altra forma di comunicazione sono inviolabili.** La loro limitazione può avvenire soltanto per atto motivato dell'autorità giudiziaria con le garanzie stabilite dalla legge.



- 21 Tutti hanno **diritto di manifestare liberamente il proprio pensiero** con la parola, lo scritto e **ogni altro mezzo di diffusione**. La stampa non può essere soggetta ad autorizzazioni o censure. Si può procedere a sequestro soltanto per atto motivato dell'autorità giudiziaria nel caso di delitti, per i quali la legge sulla stampa espressamente lo autorizza, o nel caso di violazione delle norme che la legge stessa prescrive per l'indicazione dei responsabili. In tali casi, quando vi sia assoluta urgenza e non sia possibile il tempestivo intervento dell'autorità giudiziaria, il sequestro della stampa periodica può essere eseguito da ufficiali di polizia giudiziaria, che devono immediatamente, e non mai oltre ventiquattro ore, fare denuncia all'autorità giudiziaria. Se questa non lo convalida nelle ventiquattro ore successive, il sequestro s'intende revocato e privo di ogni effetto. La legge può stabilire, con norme di carattere generale, che siano resi noti i mezzi di finanziamento della stampa periodica. Sono vietate le pubblicazioni a stampa, gli spettacoli e tutte le altre manifestazioni contrarie al buon costume. La legge stabilisce provvedimenti adeguati a prevenire e a reprimere le violazioni.

Li ho riportati integralmente anche se le cose che ci riguardano sono nelle prime righe. Perché i dettami della costituzione possano valere ci sono dei regolamenti da rispettare. Essi saranno oggetto dello studio di chi affronterà l'esame. Insieme con la teoria elettronica.

## ***SI INCOMINCIA!***

Diciamo qualcosa sull'argomento base di teoria del nostro corso: l'elettromagnetismo.

Elettricità e magnetismo sono familiari a tutti. Gli effetti dell'elettricità statica nei giorni secchi e ventosi, l'attrazione dell'ago della bussola verso il polo nord, la ricezione e la propagazione delle onde radio sono tutti esempi di fenomeni elettromagnetici.

Anche la radiazione della luce ed il calore prodotto da una stufa sono forme di radiazione elettromagnetica, governata dalle stesse leggi della fisica che si applicano ai più semplici circuiti elettronici.

### ***esempio***

Faccio un esempio usando un amico munito di torcia elettrica ad una certa distanza da noi. Se egli punta la lampada accesa nella nostra direzione la radiazione elettromagnetica (è la luce!!!) raggiunge le piccole antenne che sono dentro ai nostri occhi. Le piccole antenne riconoscono la presenza del trasmettitore (la torcia), selezionano la frequenza portante (quella visibile) e la comunicano al cervello. Il nostro amico allora accende e spegne, con un ritmo che è stato concordato in precedenza tra noi, ed il cervello è così in grado di elaborare il messaggio "portato" dalla luce. Il segnale.

La luce è una radiazione di energia elettromagnetica che noi riceviamo direttamente con il corpo (occhi), possiede una elevatissima frequenza, il suo campo si propaga in direzioni rettilinee, tanto che se ci sono ostacoli non la vediamo più, o, potremmo dire, non la riceviamo più.

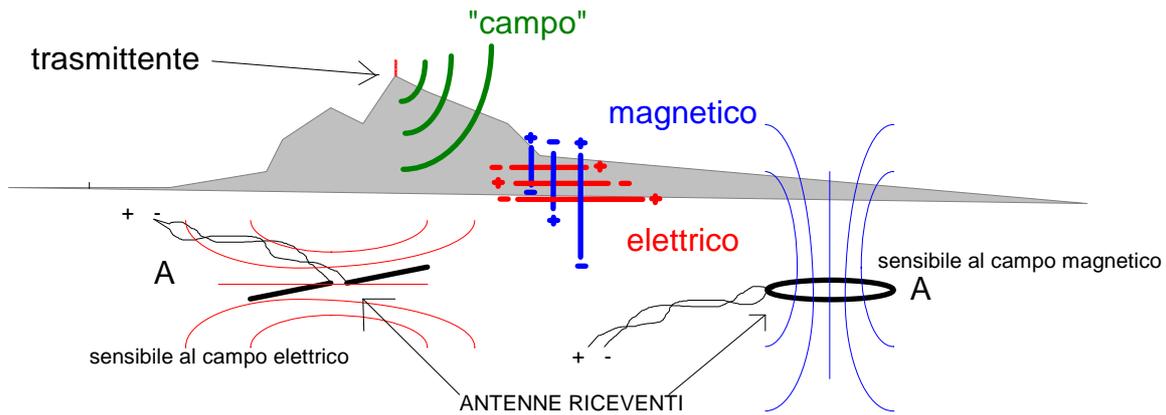
La radio invece si basa su una radiazione elettromagnetica che non riusciamo a rivelare tramite il corpo, ha una frequenza elevata (ma molto meno rispetto alla luce), il suo campo in certe condizioni si propaga anche oltre gli ostacoli, tant'è vero che alla radio si ascoltano emittenti al di là delle pareti, delle colline, ed anche oltre la curvatura della terra.

Ci vuole un "occhio" particolare per rivelare la presenza del campo elettromagnetico della radio. Tutte le radio, anche il telefonino lo è, possiedono il proprio particolare occhio: l'antenna.

L'occhio umano è costituito da moltissime piccole antenne a loro volta fatte di cellule biologiche conduttrici che tramutano le componenti potenziali del campo, magnetica ed elettrica, in movimento di elettroni che a sua volta produce un cambiamento chimico nelle cellule del sistema nervoso che arriva ad informare finalmente il cervello. Un meccanismo meraviglioso e complesso che non è certo stato progettato dall'uomo stesso, e da me sicuramente descritto in modo approssimativo.

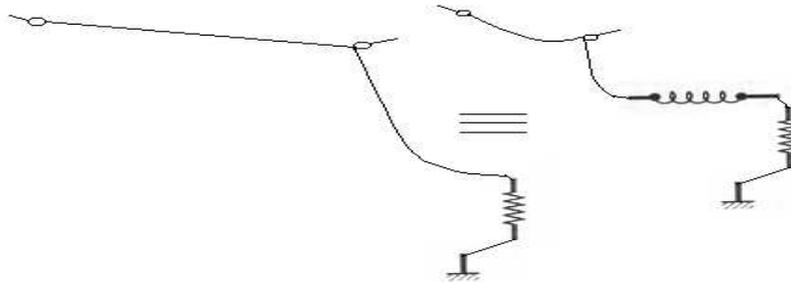
L'antenna della radio invece, per quanto ci possa sembrare difficile, è progettabile anche da un ragazzo. Basta del filo elettrico (conduttore) di dimensioni calcolate con formule matematiche che tengono conto della frequenza di "vibrazione" della radiazione e della velocità con cui essa si propaga.

Il conduttore "antenna" può essere idealmente rappresentato da numerosi piccoli elementi di capacità e induttanza che sono sensibili al campo elettrico e magnetico rispettivamente. In ricezione ogni elemento contribuisce a tramutare l'energia in un movimento di elettroni nel conduttore stesso ed in quelli a lui collegati. In trasmissione il movimento di elettroni che attraversa gli elementi capacità e induttanza "produce" un campo di energia elettromagnetica.



La dimensione del componente antenna è importante in quanto determina in prima misura quale frequenza ricevere. All'interno dell'occhio umano questa misura è data dalle stesse dimensioni delle cellule. In radio le misure sono più alla mano, anche se a volte molto grandi o molto piccole.

È possibile allungare o accorciare artificialmente con dei trucchi la "lunghezza" della nostra antenna in modo che vibri alla frequenza che vogliamo. Aggiungendo il componente L (a volte anche C) nel circuito si fa in modo che il circuito Antenna, e costante L (o C) si sintonizzi sulla frequenza della trasmittente.



La vibrazione selezionata contiene in forma di variazioni della sua intensità il messaggio o segnale che la trasmittente vuole diffondere. È la "portante", con le sue bande laterali.

Queste vibrazioni, o meglio variazioni di flusso di corrente elettrica, avvengono però a frequenze molto superiori a quelle captabili dall'orecchio umano. Il segnale invece portato da essa consiste anch'esso in variazioni di intensità e polarità di corrente elettrica, ma in una gamma adatta ad essere trasformate in vibrazioni sonore ed udite.

### ***Campo elettromagnetico e onde radio come onde elettromagnetiche.***

Le onde elettromagnetiche sono il fenomeno fisico per cui l'energia elettromagnetica può trasferirsi da luogo a luogo per propagazione.

Questo fenomeno di trasferimento di energia può avvenire sia nello spazio libero, una volta detto etere, che pure attraverso corpi materiali e appositi conduttori come linee di trasmissione, guide d'onda e cavi coassiali.

L'onda elettromagnetica è un fenomeno oscillatorio di tipo sinusoidale tra le due intensità di campo, elettrica e magnetica. Quando il campo è lontano (varie lunghezze d'onda dal generatore) le oscillazioni dei due campi sono in fase, ortogonali tra loro e trasversali rispetto alla direzione di propagazione. L'energia elettromagnetica quindi esiste in forma di campi, un modello dipendente da spazio e tempo.

L'analisi di questi campi elettromagnetici e la loro interazione con la materia forma la base di tutte le leggi dell'elettricità. Ogni volta che un singolo problema relativo ai campi elettromagnetici è stato analizzato, i risultati sono stati applicati su larga scala anche per i più generici e banali problemi.

La sintesi di queste leggi è stata realizzata da James Clerk Maxwell con le sue 4 equazioni che hanno valore universale. Come casi particolari delle equazioni di Maxwell si citano i lavori di Ampere e Faraday, anche se dal cui sviluppo le prime furono determinate. Le equazioni di Maxwell non sono certamente tema d'esame ma è importante citarle per una corretta comprensione della materia.

Le leggi di Maxwell dicono che esiste una stretta relazione tra lo scorrere di un flusso di elettroni in un conduttore ed il campo magnetico, tra la variazione del flusso elettromagnetico e la forza elettromotrice indotta, la quantità di carica ed il flusso elettrico, così di come le linee di campo magnetico sono chiuse.



Non ci addentriamo oltre perché la spiegazione in base alle formule matematiche esula dallo scopo di questo corso, ma ricordiamo ancora che esse sono la formula generale e sintetica da cui sono tratte le definizioni di corrente, di tensione e delle entità che via via incontreremo.

Più semplicemente esse definiscono una forma di energia, e forniscono le regole per cui l'uomo si rende capace di sfruttare questa energia "addomesticandola", trasformandola e manipolandola per comunicare.

### **Velocità di propagazione e relazione con la frequenza e la lunghezza d'onda**

Ad ogni dato istante e per la direzione di propagazione la intensità dell'onda del campo elettromagnetico assume differente valore se osservata da un punto fisso. Per l'osservatore che misura la distanza che esiste tra due valori uguali ed in fase dell'intensità di campo essa appare come la lunghezza d'onda, detta Lambda

e scritta con la lettera greca  $\lambda$ , che vale  $\lambda = \frac{Vel.}{freq.}$ .

Fase distanza e tempo sono proporzionali.

Con velocità costante la differenza di fase tra due punti lungo la direzione di propagazione può essere espressa in frazioni di lambda, in gradi(°): per  $\frac{1}{2}\lambda$  180°, per  $\frac{1}{4}\lambda$  90° etc.

Nel vuoto la velocità di propagazione è costante per tutti i tipi di onda. Le varie onde differiscono tra loro per la diversa frequenza e/o lunghezza d'onda.

Si possono distinguere diverse caratteristiche di un'onda elettromagnetica.

- La velocità **c** che nel vuoto è la velocità della luce, 300'000 km al secondo, che è sempre uguale... mai sentito parlare di Einstein? . ( notare che anche il vuoto è un mezzo trasmissivo per l'energia).
- La frequenza **f**, ovvero il numero di oscillazioni compiute nell'unità di tempo, il secondo.
- Il **periodo** ovvero il tempo in cui l'onda compie un ciclo completo. La lunghezza d'onda  $\lambda$  ovvero lo spazio percorso dall'onda tra una cresta e la successiva (periodo).
- L'ampiezza, ossia il valore massimo assunto dalla forza dell'onda.

Osservate le relazioni che vi propongo alla riga successiva: esse sono tutte unite tra loro.

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \lambda \times f = c \quad f = \frac{c}{\lambda} \quad f = \frac{1}{periodo} \quad periodo = \frac{1}{f}$$

È possibile memorizzare solo il concetto essenziale, per esempio la prima formula, che le altre possono essere ricavate col ragionamento ed in breve tempo.

Poiché la velocità di propagazione è di 300'000 km/s possiamo immaginare degli scenari pratici:

- in un secondo una corrente alternata a 50 Hertz avrà completato 50 cicli, nel tempo che la prima frangia dell'onda che si propaga ha raggiunto la distanza di 300'000 km.
- una corrente a 100 MHz invece avrà completato 100'000'000 di cicli nello stesso secondo.

Come la frequenza aumenta le dimensioni di un circuito diventano critiche. A 3 GHz una lunghezza di conduttore di 2,5cm corrisponde ad un quarto d'onda, un segnale che passa nel conduttore incontra differenza di fase tra gli estremi. Il semplice conduttore si è comportato come una reattanza. Il modo di funzionamento di questo "filo" va considerato adeguatamente poiché si tratta di un'onda di energia che si muove in esso. Possiamo parlare di linea di trasmissione.



LUNGHEZZA D'ONDA (in m)	TIPO DI RADIAZIONE	SORGENTE CARATTERISTICA
10 <sup>-15</sup> 10 <sup>-14</sup> — 10 <sup>-13</sup> 10 <sup>-13</sup> — 10 <sup>-11</sup>	fotoni cosmici raggi $\gamma$ raggi X	stelle nuclei radioattivi orbite interne degli atomi, annichilazione elettrone-positone, bombardamento di un corpo con elettroni
10 <sup>-10</sup> — 10 <sup>-7</sup> 10 <sup>-7</sup>	raggi ultravioletti luce visibile	gas eccitati molecole, corpi incandescenti
10 <sup>-6</sup> — 10 <sup>-4</sup> 10 <sup>-3</sup> — 10 <sup>-1</sup>	raggi infrarossi microonde, radar	molecole, sorgenti di calore dispositivi elettronici
1 — 10 <sup>3</sup>	onde radio	dispositivi elettronici

Ripeto la formula principale usando termini ed unità di misura più pratici, sembra diversa ma è la stessa:

$frequenza = \frac{300}{lunghezza\ d'onda}^1$  (con la frequenza in MegaHertz e la lunghezza d'onda in metri). (300 è la velocità della luce).

## MATEMATICA

Quella che serve è a livello di scuola media.

Le operazioni applicate oggi sono la moltiplicazione, la divisione e l'elevamento a potenza.

- Il segno per la moltiplicazione può essere sia il puntino “.” che il per “X”, che l'asterisco “\*”. O anche niente, inteso che due lettere vicine intendono la moltiplicazione dei due numeri che esse rappresentano.
- La divisione invece è indicata con “:”, “/” e il segno di frazione “ $\frac{\quad}{\quad}$ ”.
- L'elevamento a potenza si esprime così:  $numero^{esponente}$ .

È bene prendere confidenza con le semplici manipolazioni che si possono fare in presenza di una formula come la seguente:  $a = \frac{b}{c}$ . Essa dice quanto vale a in funzione di b e c.

Infatti manipolandola si può facilmente dire quanto vale b in funzione di a e c.

Vediamo: poiché la eguaglianza rimane vera se moltiplico o divido per un numero entrambi i termini ai lati del segno uguale, diventa  $a \times c = \frac{b}{c} \times c$ .

Poiché nel termine a destra ora compare c diviso c, posso semplificare e cancellare i due c, lasciando b da solo.

Diventa:  $a \times c = b$ . Che si può anche scrivere scambiando i termini ai due lati dell'uguale. La eguaglianza è vera e dice che b è uguale ad a per c.

Con un procedimento analogo si può fare risaltare c. Provate da Voi.

## Alessandro Frezzotti

Castelfranco di Sotto (PI)  
+39 328 8243406  
email: [Alessandro@frezzaotti.eu](mailto:Alessandro@frezzaotti.eu)  
IZ5AGZ - JN53JQ

<sup>1</sup> Radiotecnica per radioamatori ediz. 1989, N.Neri, pag.38