

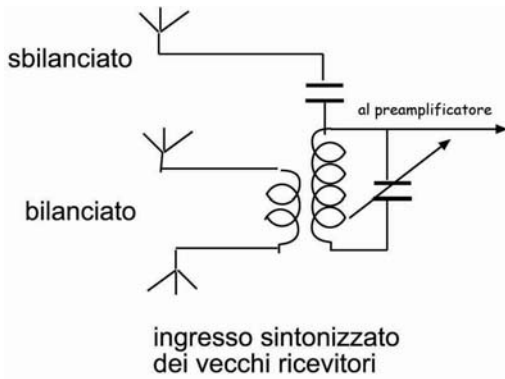
Antenne

Di Carlo Bramanti

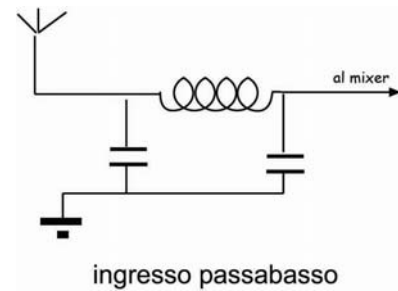
Terza parte

Ricevitori da comunicazione

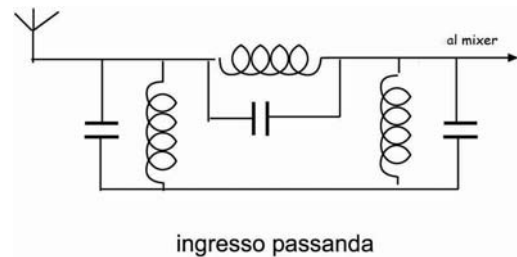
Oltre i ricevitori domestici ai quali ci siamo riferiti sino ad ora, ci sono i ricevitori da comunica-



zione, più che altro dedicati alle HF, anche se alcuni coprono anche le VLF e le OM. La differenza consiste in una migliore qualità dei circuiti di ingresso e nella maggior cura della circuitistica. Nei più



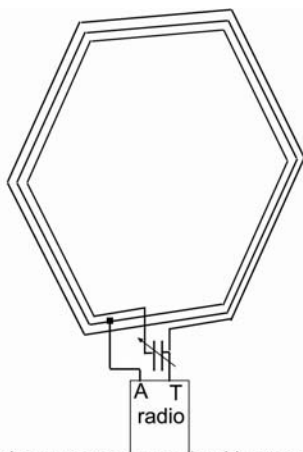
possiamo collegare. Nei più recenti dimentichiamoci la risonanza del circuito di ingresso, e l'antenna va direttamente ad un robusto mixer, altrimenti ad un semplice filtro passa basso per le OL, OM, e dei filtri passa banda che, in quattro o sei bande, coprono l'intera gamma HF. Solo nei casi in cui il ricevitore lavora insieme a dei trasmettitori può essere richiesto un preselettore.



La sensibilità

Per i vecchi ricevitori ne consideriamo la sensibilità indicando i microvolt in ingresso che consentono all'altoparlante di erogare 50 milliwatt. Per quelli da comunicazione la cosa è più complessa e viene data la quantità di microvolt che permette un ascolto con un segnale utile 3 volte superiore al rumore **interno** del ricevitore. Si raggiungono risultati impensabili, limitati dal naturale rumore termico che si sviluppa sull'antenna per l'agitazione degli elettroni nel metallo. La sensibilità aumenterà riducendo la larghezza di banda nell'ascolto (9KHz per l'AM, 3 KHz per l'SSB, 300 Hertz per la Cw) e riducendo la temperatura ambiente, non di pochi gradi, ma almeno di un centinaio!

L'uso di antenne a telaio o ferrite



L'accoppiamento verso un circuito normale di ingresso deve essere eseguito riducendo l'impedenza col concetto di autotrasformatore od aggiungendo un paio di spire per il Link

Certi ricevitori portatili hanno incorporata l'antenna nelle forma di alcune spire avvolte su di un telaio e nelle più recenti una bacchetta di ferrite avvolta con filo di Litz.

Le antenne a telaio danno in uscita un segnale molto inferiore rispetto anche a piccole antenne filari. Dobbiamo qui introdurre il concetto di hfe, altezza efficace od effettiva. Questa corrisponde all'altezza dal suolo di un'antenna a L rovesciata o da metà della lunghezza di uno stilo.

Altezza effettiva

antenna a telaio $h_{\text{eff}} = \frac{2\pi Na}{\lambda} = \frac{2\pi^2 \cdot 14 \cdot 0,36}{300} = 10 \text{ cm}$

$rr = 640\pi^2 \left(\frac{Na}{\lambda^2}\right)^2 = 640\pi^2 \left(\frac{14 \cdot 0,36}{300^2}\right) = 195 \mu\Omega \quad P = 0,021 \mu W$

antenna filare ad L rovesciato $h_{\text{eff}} = H = 5 \text{ m}$

$rr = 160\pi^2 \left(\frac{h_{\text{eff}}}{\lambda}\right)^2 = 0,437 \Omega \quad P = 470 \mu W \quad (R_0=60 \text{ ohm})$

velocità dell'onda $= \frac{1}{\sqrt{\mu \cdot \epsilon}}$

in $E = 1 \text{ V} \quad P \text{ filar} = \left(\frac{1 \cdot h_{\text{eff}}}{rr}\right)$ dato che $rr \equiv h_{\text{eff}}^2$

$P \equiv \frac{V^2}{rr} \equiv E^2 \frac{h_{\text{eff}}^2}{h_{\text{eff}}^2} \equiv E^2$ ovvero la potenza è proporzionale al solo campo elettrico

$\frac{V^2}{R} = i^2 R$

$i = \frac{E}{rr + Rp} \quad P_{\text{totale}} = i^2 \cdot (rr + rp) \quad P_{\text{resa}} = i^2 \cdot rr$

Rendimento $= \frac{rr}{rr + rp}$

h_{eff} = altezza efficace
 rr = resistenza di radiazione
 rp = resistenza di perdita
 N = n° spire
 a = area in m²
 λ = lunghezza d'onda in m
 ϵ = costante dielettrica assoluta
 μ = costante magnetica assoluta
 E = intensità di campo
 P = potenza
 V = tensione
 i = corrente

L'onda si propaga in un mezzo di impedenza 377 ohm, valore dato dalla radice del rapporto

$$Z = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$$

tra costante elettrica e costante

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$$

magnetica. La velocità a cui si propogherà sarà quella della formula sopra. Nell'acqua di mare si propaga a velocità 9 volte inferiore (così la

lunghezza dell'antenna potrà essere 9 volte inferiore, vedi impiego delle VLF nei sottomarini). Nel metallo, data la bassa resistenza specifica, viaggia pianissimo: gli elettroni della normale corrente elettrica scorrono dentro il filo ad una velocità proporzionale all'intensità della corrente, ma si parla di centimetri al secondo. La luce, passando da un mezzo che le consente una maggior velocità ad uno che la ha minore, si rifrange deviando il raggio od addirittura si riflette come nello specchio. Analogamente l'onda radio incontrando il metallo dell'antenna viene riflessa, e dentro l'antenna appare una corrente elettrica equivalente a quella che sarebbe stata necessaria a generare l'onda riflessa. La radiofrequenza sta tutta al di fuori dell'antenna. La potenza della corrente che circola nell'antenna è proporzionale a quella che è chiamata resistenza di radiazione. È sulla resistenza di radiazione che si sviluppa la potenza. Questa ha relazione di proporzione con l'altezza efficace e la potenza da utilizzare è RV^2 . La resistenza di radiazione è però in serie a quella di perdita dovuta a quelle del terreno ed ostacoli circostanti. Di conseguenza la corrente $I=V/(Rr+Rp)$. Riferendosi alla resistenza di radiazione la potenza $W=I^2 \times Rr$. Spero di essermi fatto capire: questo è un concetto di base. Questo vale per l'antenna filare e per quelle a quadro.

L'antenna a quadro

Ora accade che l'antenna a quadro o telaio o ferrite ha un'altezza effettiva enormemente minore di quella filare, pur considerando che se l'antenna risuona si deve moltiplicare per il Q e se c'è la ferrite, anche per il μ . Vale la tabella illustrata.

L'accoppiamento

Chiaramente un'antenna a telaio risonante ha una resistenza dinamica enorme, adatta ad essere collegata direttamente alla griglia di una valvola, se è disposta subito accanto. Ma per collegarla a distanza od ad un normale ingresso di un ricevitore, bisogna ridurla collegandosi con un link e perderemo molta della tensione.

Nota

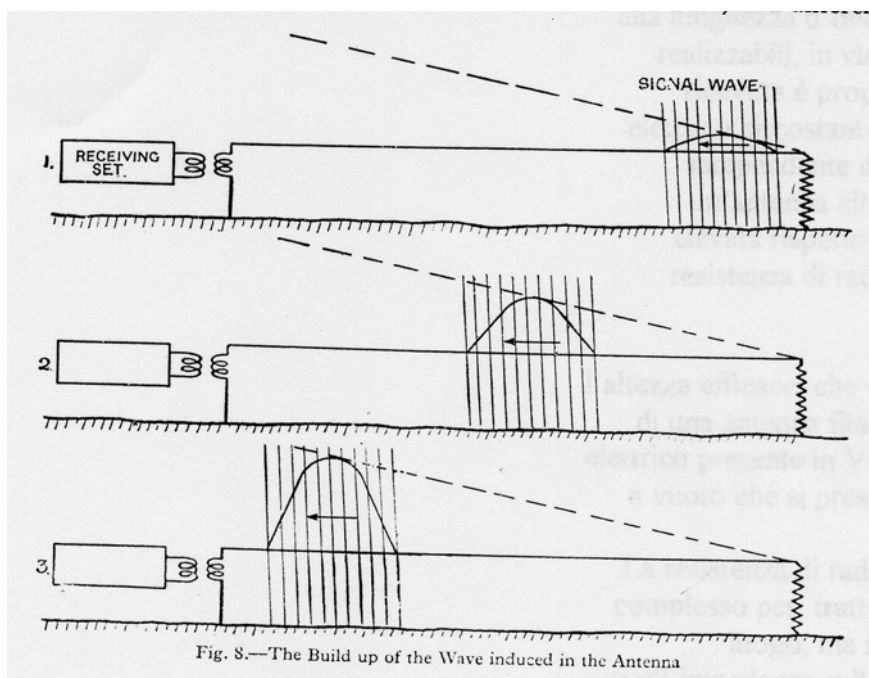
Un telaio a spire in aria tale da stare intorno ad un portatile ha una sensibilità maggiore dell'antenna a ferrite incorporata. La ferrite della lunghezza normalmente usata ha una tale demagnetizzazione che porta il μ della ferrite da 900 a 9. Se si vuole mantenere alto si deve aumentare il rapporto lunghezza/diametro.

Un trucco

Se realizziamo un'antenna a telaio risonante da 40 o 60 cm di lato, 18 o 14 spire, immergendoci una radiolina a transistor il livello aumenterà paurosamente quando la stazione corrisponderà alla sintonizzazione del loop.

Antenna di Beverage

Il sogno per gli ascoltatori delle onde medie è l'antenne di Beverage ad onda progressiva, bassa, terminata con 600 ohm al suo estremo lontano e pesta nella direzione dell'onda che si vuol ricevere. In Norvegia c'è chi ne ha diverse in direzioni tali da coprire il mondo civile, geograficamente sottostante.

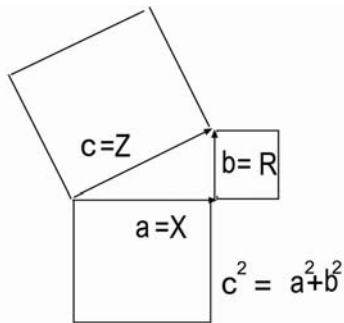


Antenna di Beverage, estesa per una lunghezza di varie lunghezze d'onda

Quarta parte

L'impedenza

Definire il termine impedenza con un solo concetto è impossibile.



calcolo dell'impedenza complessa

Il contrasto alla circolazione di corrente che per la resistenza è appunto la resistenza stessa, per un induttanza è la reattanza induttiva, sempre in ohm e per il condensatore è la reattanza capacitiva. Dato che nei tre elementi la corrente ha una fase diversa rispetto alla tensione, quando mettiamo in parallelo od in serie ad una resistenza, un'induttanza od un condensatore li calcoliamo disegnando un triangolo in cui i cateti sono resistenza e reattanza, la ipotenusa l'impedenza. Vale la regola di Pitagora la somma dei quadrati costruiti sui cateti è uguale al quadrato costruito sull'ipotenusa

Una bobina

Normalmente viene chiamata impedenza anche una semplice induttanza, solitamente in nucleo di ferro simile ad un trasformatore, ovvero l'impedenza di filtro.

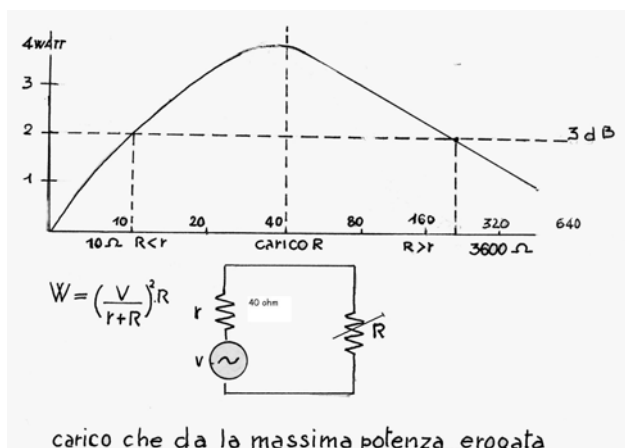
Una linea di trasmissione

Se prendiamo due fili che corrono paralleli od un cavetto coassiale questi hanno un'induttanza ed una capacità distribuite lungo i conduttori. Se li prendiamo in forma di linea di lunghezza infinita questa si presenta come carico ad una sorgente in forma di impedenza resistiva, dipendente dal diametro dei conduttori, dalla distanza tra di loro e dal dielettrico usato che si chiama impedenza caratteristica, che è una resistenza pura e si misura in Ohm. Se chiudiamo una linea anche breve su una resistenza uguale a quella caratteristica, l'impedenza ai capi sarà di nuovo quella caratteristica.

Un carico

Se colleghiamo una linea infinita o terminata sulla sua impedenza caratteristica ad un generatore, tutta l'energia del generatore di corrente alternata si svilupperà in potenza utile, se la sorgente ha la stessa impedenza di quella caratteristica. Se invece queste impedenze non sono uguali l'onda della corrente alternata o radiofrequenza si rifletterà all'indietro tornando verso il generatore con conseguente calo di potenza utilizzata e di rendimento.

L'etere



alto è il rapporto L/C .

Anche l'etere e la normale atmosfera possono essere, per l'onda radio, una linea di trasmissione con la sua impedenza data dalla costante dielettrica diviso per la costante magnetica del vuoto che corrisponderà a 377Ω . Chiaramente quando si trasmette nell'etere il generatore o l'antenna per trasmettere a pieno rendimento devono essere adattati a questa impedenza.

Nota

Ricordiamo anche che un circuito risonante alla sua frequenza di risonanza si presenta come una resistenza pura, che è anche il valore della sua impedenza che è tanto più alta quanto più

Trasferimento di potenza

Per il maggior trasferimento di potenza e la minor degradazione di segnale vale la regola che la resistenza di carico deve avere lo stesso valore di quella interna del generatore. Se vediamo la potenza e facciamo, con $V=1$, $(V/(R_i+R_c))^2 \times R_c$ e vedremo che il massimo è per $R_i=R_c$.

Dunque il gruppo RCL deve avere una resistenza dinamica 74 volte maggiore. Come fare?

Soluzioni

La cosa più semplice è risolvere con il principio dell'autotrasformatore: si fa risonare il circuito di griglia con induttanza e condensatore reali, poi colleghiamo il filo di antenna ad un certo numero di spire dalla base dell'induttanza. La selettività resterà praticamente quella propria della bobina, ma non sfrutteremo al meglio l'intensità di segnale, in quanto l'alta resistenza dell'antenna non permetterà una circolazione di corrente ottimale nelle prime spire. E' un sistema regolarmente usato negli apparecchi meno antichi, quando possiamo sfruttare la maggior amplificazione della valvola, poi ha il vantaggio che se sostituiamo l'antenna, la variazione di frequenza del circuito è inapprezzabile.

Analogamente possiamo collegare, questa volta sul top della bobina, un piccolo condensatore in serie all'antenna. Nemmeno così riusciremo a far circolare la massima corrente nell'antenna, ma è un sistema molto usato.

Soluzione ideale

La soluzione impiegata quando vogliamo sfruttare al meglio il segnale è di far risonare direttamente l'antenna su una induttanza ad hoc, usare un circuito risonante induttanza/condensatore ad elevato Q sulla griglia, e poi accoppiare le due induttanze avvicinandole tra loro quanto basta: questo aggiustamento è critico.

Eccezione

Non sempre interessa il massimo trasferimento, ma mai ci deve essere degradazione del segnale. Per questo un'uscita a bassa impedenza può andare su un ingresso ad alta, mai viceversa.