

Il VHF marino e le procedure di radio telefonia

Francesco Rombaldoni
Alias Rombo

Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"



- 1 Premessa
- 2 Contesto
- 3 Proprietà elettromagnetiche della corrente alternata



Premessa

L'obiettivo di questa relazione è di esporre il funzionamento, l'utilizzo e la manutenzione degli apparati radio ricetrasmittenti adottati per le radiocomunicazioni in ambito nautico.

Per fare ciò la relazione sarà suddivisa in due parti:

- La prima parte verterà sulla teoria fisica di base degli apparati radio, al termine della quale si comprenderanno espressioni linguistiche del tipo: *"La maggior parte delle trasmissioni nautiche sono effettuate utilizzando apparati VHF che modulano il segnale in frequenza"*.
- La seconda parte verterà invece sull'utilizzo e la manutenzione degli impianti ricetrasmittenti di bordo, riservando attenzione alle "buone pratiche" e alle procedure per una comunicazione efficace, al termine della parte si sarà in grado di stabilire una comunicazione con un'altra unità marina o con la capitaneria di porto.



Premessa

Argomenti della relazione

Argomenti della prima parte.

- Proprietà elettromagnetiche della corrente alternata.
- Periodo, frequenza e lunghezza d'onda.
- Modulazione di ampiezza e la Modulazione di frequenza.
- Le bande radio.
- La radio e l'impianto ricetrasmittente.



Premessa

Argomenti della relazione

Argomenti della seconda parte.

- La banda nautica.
- I canali VHF.
- L'alfabeto internazionale.
- La classificazione dei messaggi.
- Trasmissione e ricezione.



Contesto

Parte 1

Per trasmettere informazioni, senza disporre di un collegamento fisico tra chi trasmette e chi riceve occorre far transitare su un mezzo non materiale.

Nella trasmissione senza fili il mezzo materiale è costituito da *onde radio*, ovvero da *perturbazioni elettromagnetiche dello spazio*.

Le onde radio possono veicolare le informazioni tra una stazione detta *trasmittente* e una stazione detta *ricevente*.



Contesto

Parte 2

Per trasmettere informazioni occorre:

- Generare un'onda radio, detta *onda portante* (quella che veicola le informazioni).
- Sovrapporre all'onda portante le informazioni che si desidera veicolare, l'onda che si ottiene è definita *un'onda modulata*.

Per ricevere informazioni occorre:

- Captare l'onda radio trasmessa.
- Estrarre dall'onda modulata le informazioni, ovvero *demodulare l'onda*.



Introduzione

Campo elettromagnetico

Nel 1831 Faraday pubblica un resoconto di una serie di esperimenti nei quali, con modalità opportune, era riuscito a *indurre in un circuito metallico una corrente elettrica* facendo muovere un magnete rispetto al circuito.

Il fenomeno esaminato da Faraday sarà spiegato nel 1890 dagli studi sulle interazioni del campo elettrico e del campo magnetico su una carica elettrica svolti da Lorentz; gli studi dimostrano infatti che se una carica elettrica è situata in un campo elettrico e in un campo magnetico sovrapposti, allora su di essa agisce una forza proporzionale: al valore della carica, dalla sua velocità e dall'intensità dei due campi.



Forza di Lorentz

Campo elettromagnetico

La forza di Lorentz si ottiene a partire dalla formula per determinare la forza \vec{F} prodotta da un conduttore di lunghezza \vec{l} attraversato da una corrente d'intensità i e immerso in un campo magnetico uniforme \vec{B} .

$$\vec{F} = i \vec{l} \times \vec{B}$$

Nella quale l'intensità della corrente i è considerabile sulla base dell'interpretazione microscopica della corrente:

$$i = e n S v$$

Dove: i rappresenta l'intensità della corrente, e indica il valore assoluto della carica di un elettrone, n indica il numero degli elettroni di conduzione contenuti nel conduttore considerato, S la sezione del conduttore considerato e v la velocità degli elettroni di conduzione presenti nel conduttore.



Forza di Lorentz

Campo elettromagnetico

Sostituendo l'intensità della corrente si ottiene:

$$\vec{F} = e n S v \vec{l} \times \vec{B}$$

Tenendo conto del fatto che il vettore \vec{l} ha la stessa direzione della velocità di deriva v e verso opposta ad essa, è possibile considerare la precedente relazione in questo modo:

$$\vec{F} = -e n S l \vec{v} \times \vec{B}$$

Considerando che il prodotto $S l$ corrisponde al volume del conduttore di tratto l immerso nel campo magnetico \vec{B} , ne consegue che il prodotto $n S l$ permette di conoscere il numero \mathcal{N} di elettroni presente nel conduttore di tratto l .

Si può quindi porre:

$$\vec{F} = -e \mathcal{N} \vec{v} \times \vec{B}$$



Forza di Lorentz

Campo elettromagnetico

La precedente espressione può essere estesa al caso più generale di una carica (positiva o negativa) di valore assoluto q che si muove in un campo magnetico caratterizzato, nel punto dove si trova la carica in un certo istante, dal vettore \vec{B} .

Ovvero:

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

Siccome non si può escludere che, unitamente al campo magnetico, sia presente anche un campo elettrico \vec{E} , allora se \vec{E} indica il vettore del campo elettrico nel punto \mathcal{P} allora la carica q sarà sempre soggetta ad una forza:

$$\vec{F} = q \vec{E} + q \vec{v} \times \vec{B}$$



Corrente indotta dalla forza di Lorentz

Campo elettromagnetico

La relazione espressa dalla forza di Lorentz consente di prevedere che, quando, con modalità opportune, si muove un circuito (oppure una sua parte) in un campo magnetico, nel circuito si genera una corrente elettrica che non dipende dall'eventuale presenza di un generatore (ad esempio di tipo elettrochimico), per questo motivo la corrente elettrica prodotta è designata con il termine di **corrente indotta**.



Corrente indotta e campo elettromotore

Campo elettromagnetico

Considerando un *circuito di forma quadrata*, realizzato con un buon conduttore, nel quale sia stato inserito un *amperometro con lo zero centrale*, che sia in movimento (*con velocità costante*) rispetto ad un *campo magnetico uniforme*, in maniera tale che durante il movimento, il circuito entra ed esca dal campo magnetico.

Supponendo che, il circuito si muovi da sinistra verso destra e che il campo magnetico sia posizionato a metà del percorso che il circuito deve compiere, si hanno cinque configurazioni del circuito rispetto al campo magnetico.



Corrente indotta e campo elettromotore

Campo elettromagnetico

- 1 Il circuito si trova al di fuori del campo magnetico, di conseguenza l'amperometro non indica alcun passaggio di corrente.
- 2 Il circuito si trova parzialmente nel campo magnetico, di conseguenza l'amperometro indica la presenza di una corrente d'electroni che si muove in senso orario. Questa cosa è possibile poiché sugli electroni di conduzione agisce la forza di Lorentz, di conseguenza si produce una forza elettromotrice data dalla circuitazione del campo elettromotore.
- 3 Il circuito si trova completamente immerso nel campo magnetico, di conseguenza nel tratto precedentemente non immerso nel campo magnetico, si svilupperà un campo elettromotore. Tenendo presente che il fenomeno della corrente indotta è osservabile solo nei circuiti chiusi, è possibile dedurre che il campo elettromotore generato sia opposto a quello della seconda configurazione, facendo in modo che la circuitazione totale valga zero.



Corrente indotta e campo elettromotore

Campo elettromagnetico

- ④ Il circuito si trova parzialmente nel campo magnetico, di conseguenza l'amperometro indica la presenza di una corrente d'elettroni che si muove in senso antiorario.
- ⑤ Il circuito si trova completamente al di fuori del campo magnetico, di conseguenza in esso non sarà più presente alcun campo elettromotore associato alla forza di Lorentz e quindi non sarà percorso da alcuna corrente.



Legge di Faraday

Campo elettromagnetico

L'esperimento precedente oltre permettere di apprezzare l'esistenza della corrente indotta, permette di dimostrare che la genesi del campo elettromotore (il quale poi genera un flusso d'elettroni) è dipendente da una variazione del campo magnetico, infatti quando il circuito dell'esperimento si trovava completamente immerso nel campo magnetico, in esso la somma dei campi elettromotori individuati era nulla.

Il fenomeno appena descritto è interpretabile utilizzando il concetto di flusso del campo magnetico:

*Quando ad un circuito si concatena una variazione $\Delta\Phi(\vec{B})$ del flusso del campo magnetico nel tempo Δt , nel circuito si produce una corrente indotta determinata dalla presenza di una **forza elettromotrice** espressa dalla relazione seguente*

$$fem = \frac{\Delta\Phi(\vec{B})}{\Delta t}$$



Legge di Faraday-Lenz

Campo elettromagnetico

La descrizione della forza elettromotrice indotta espressa dalla legge di Faraday è incompleta, perché in base ad essa non è possibile stabilire il verso di circolazione della corrente indotta. Faraday aveva dato delle indicazioni chiare sul modo di determinare il verso di circolazione, tuttavia Lenz nel 1834 espose delle osservazioni in grado di semplificare il procedimento proposto da Faraday.

Le osservazioni che Lenz espose sono sintetizzabili in questo modo:

La forza elettromotrice indotta in un circuito genera una corrente (detta corrente indotta) il cui effetto deve essere tale da opporsi alla causa che la produce.

Per tenere conto della legge di Lenz, la legge di Faraday viene riscritta in questo modo:

$$\mathcal{f}_{em} = - \frac{\Delta \Phi(\vec{B})}{\Delta t}$$



Corrente autoindotta

Campo elettromagnetico

Fino a questo momento la legge di Faraday-Lenz è stata usata per interpretare l'effetto che un campo magnetico variabile produce su un circuito chiuso.

Ma un circuito in cui fluisce corrente è un elemento che, a sua volta, genera un campo magnetico al quale (di conseguenza) si concatena un flusso del campo magnetico.

Se quindi si fa variare l'intensità della corrente che fluisce nel circuito considerato, varierà anche il flusso del campo magnetico che si concatena ad esso. Questa condizione in base alla legge di Faraday-Lenz, determinerà nel circuito stesso la genesi di una corrente indotta.

Trattandosi di corrente indotta dalla variazione dell'intensità della corrente che fluisce nel circuito stesso, essa viene usualmente denominata **Corrente autoindotta**.



Corrente autoindotta

Campo elettromagnetico

L'intensità della **corrente autoindotta** è determinata dal valore della variazione nel tempo del flusso che si concatena al circuito. Ricordando che il valore del flusso autoconcatenato dipende a sua volta dalle caratteristiche geometriche del circuito e dalle caratteristiche del mezzo con cui il circuito è realizzato.

*In generale, ad ogni circuito è possibile associare una grandezza, denominata **coefficiente di autoinduzione** (detto anche induttanza) che si indica con il simbolo \mathcal{L} , che connette il valore dell'intensità di corrente che fluisce nel circuito con il valore $\Phi(\vec{B})$ del flusso del campo magnetico autoconcatenato, secondo la relazione:*

$$\Phi(\vec{B}) = \mathcal{L} i$$



Radiazione elettromagnetica

Campo elettromagnetico

In generale, nella realtà, un flusso variabile di \vec{B} (o di \vec{E}) non genera un campo \vec{E} (o un campo \vec{B}) anch'esso variabile; tuttavia in opportune condizioni ciò può accadere.

Se \vec{B} variasse sinusoidalmente secondo l'equazione:

$$B = C_1 \sin(\omega t)$$

Il campo elettromotore associato alla variazione del flusso di \vec{B} rispetto al tempo sarebbe del tipo:

$$E = C_2 \cos(\omega t)$$

D'altra parte, ad un campo elettrico di questo tipo, è associato un flusso la cui variazione rispetto al tempo genererà un campo \vec{B} del tipo:

$$B = C_3 \sin(\omega t)$$



Radiazione elettromagnetica

Campo elettromagnetico

Per cui si deduce che:

*Un campo magnetico variabile in modo opportuno concatena a sè un campo elettromotore, variabile in modo tale da concatenare a se un campo magnetico variabile... e così via.
In questo caso, i campi elettrico e magnetico concatenati costituiscono un ente fisico, solitamente indicato con il termine di **radiazione elettromagnetica***

