

*Sul banco di uno studioso, una cavalletta ammaestrata attende pazientemente ordini.  
"Salta!" - le ordina lo scienziato e lei spicca un lungo balzo.  
"Un metro", annota diligente sul suo taccuino.  
Lo studioso le stacca una zampa e di nuovo ordina: "Salta!".  
La cavalletta, sia pur menomata, spicca un bel salto.  
"Settanta centimetri", annota.  
Lo scienziato rimuove la seconda zampa e ordina: "Salta!".  
La cavalletta salta ancora.  
"Quaranta centimetri", scrive sul taccuino.  
Procedendo nell'esperimento, rimuove la terza zampa e intima: "Salta!".  
Il povero animale tenta di eseguire il salto e con gran fatica ci riesce, percorrendo ancora cinque centimetri.  
Egli rimuove anche la quarta ed ultima zampa ma, questa volta, al suo comando "Salta!", la cavalletta non si muove più.  
Lo scienziato prende il suo taccuino e scrive: "Conclusioni dell'esperimento: rimuovendo tutte le zampe ad una cavalletta, questa diventa sorda".*

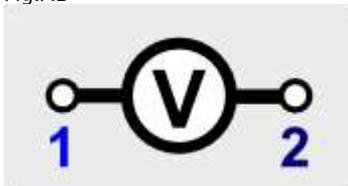
## Osservazioni, deduzioni e cantonate di un giovane OM

### Osservazione N.1

Dal cassetto perfetto, estraggo un generatore di tensione AC perfetto e lo porto nello spazio vuoto.

Noto che per quanto si impegni a generare una differenza di potenziale, la corrente ai morsetti 1 e 2 è sempre nulla.

Fig.A1



**Deduzione:** il circuito è aperto e quindi non può circolare corrente.

Provo a collegare un filo lungo 1/4 d'onda al morsetto N.1, ma non cambia nulla:

Fig.A2



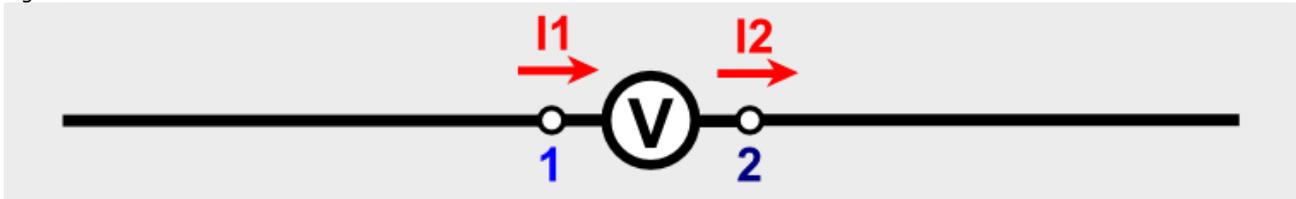
**Deduzione:** il circuito è ancora aperto e quindi non può circolare corrente.

### Osservazione N.2

Provo a collegare un filo lungo 1/4 d'onda anche al morsetto N.2.

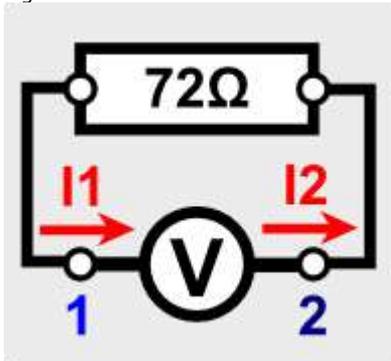
Questa volta succede qualcosa di sorprendente: nonostante i due fili non siano collegati a nulla ed appaiano come un circuito aperto, dai morsetti 1 e 2 comincia a fluire corrente e il generatore comincia ad erogare potenza:

Fig.A3



Il circuito si comporta come se al posto dei due lunghi fili collegati al nulla ci fosse una resistenza da 72 ohm che però non genera calore ma un campo elettromagnetico che si propaga nello spazio:

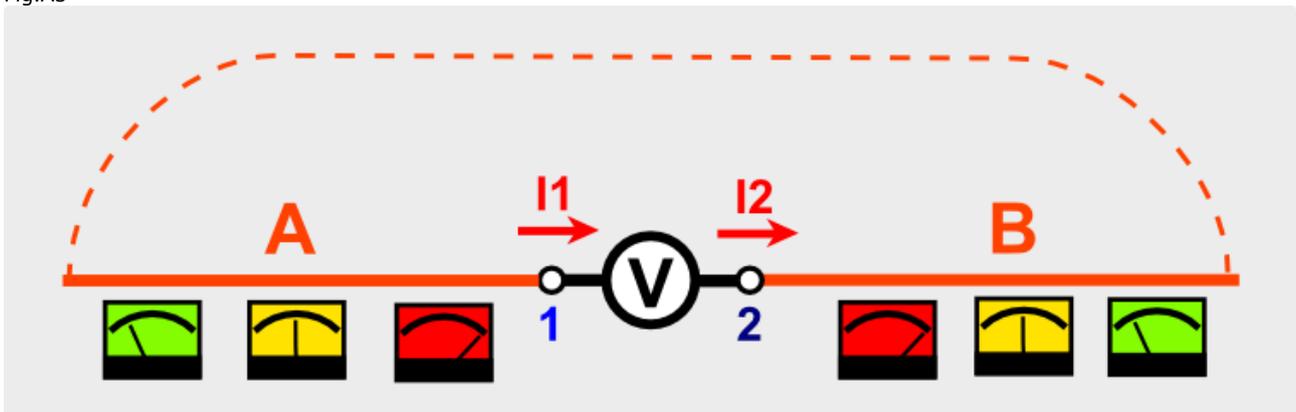
Fig.A4



**Deduzione:** se collego dei fili lunghi ad un generatore AC, anche se questi sono collegati a nulla, si verifica un fenomeno per cui la corrente fluisce ugualmente tra i due fili, come se la connessione ci fosse. Questa connessione si presenta come una resistenza eventualmente combinata ad una reattanza. Battezzo questo fenomeno "near field".

Con il mio strumentino, osservo inoltre che sui miei fili, la corrente che vi scorre non è la stessa  $I_1=I_2$  che esce dal generatore, ma in base al punto che scelgo sul filo, rilevo una corrente diversa. Le correnti sui fili "A" e "B" si presentano però simmetriche tra di loro:

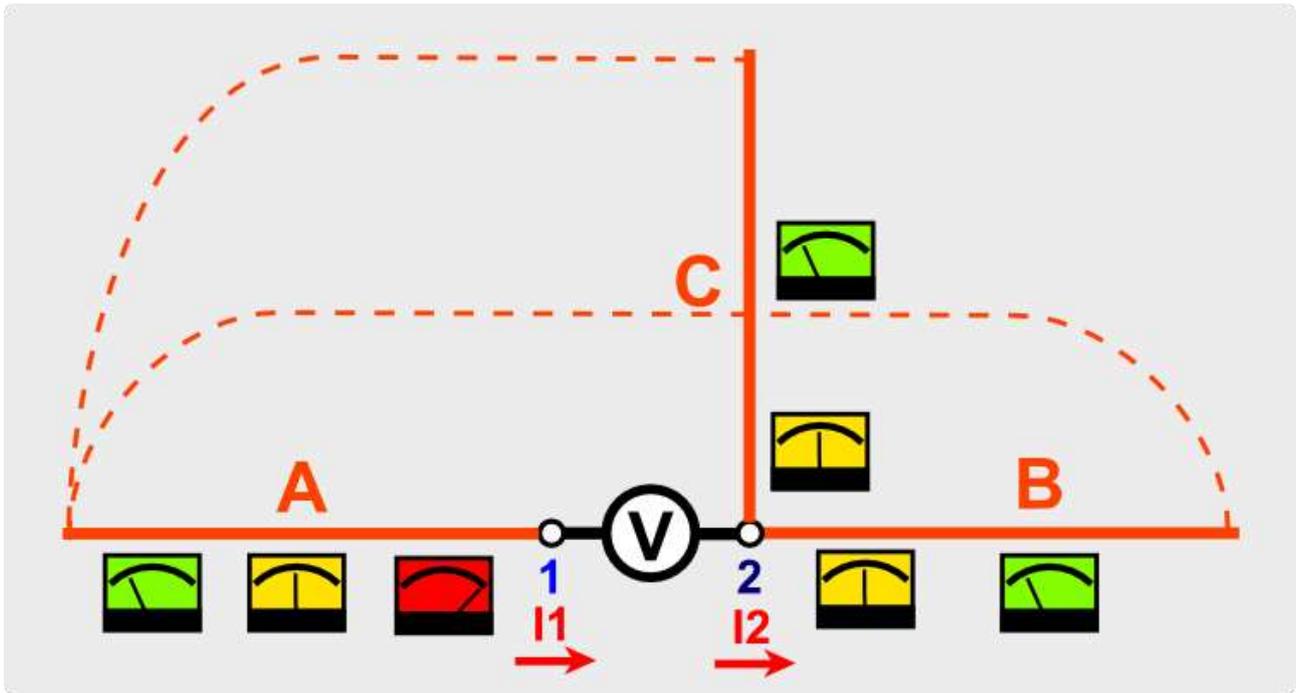
Fig.A5



### Osservazione N.3

Adesso collego un secondo filo "C" lungo quanto il primo al morsetto N.2. Osservo che che il generatore continua a produrre  $I_1=I_2$  e la corrente su "A" è come prima. Ora però su "C" scorre una corrente con una distribuzione simile a quella che avevo in "B", ma entrambe sono attenuate rispetto a quando avevo solo "B":

Fig.A6

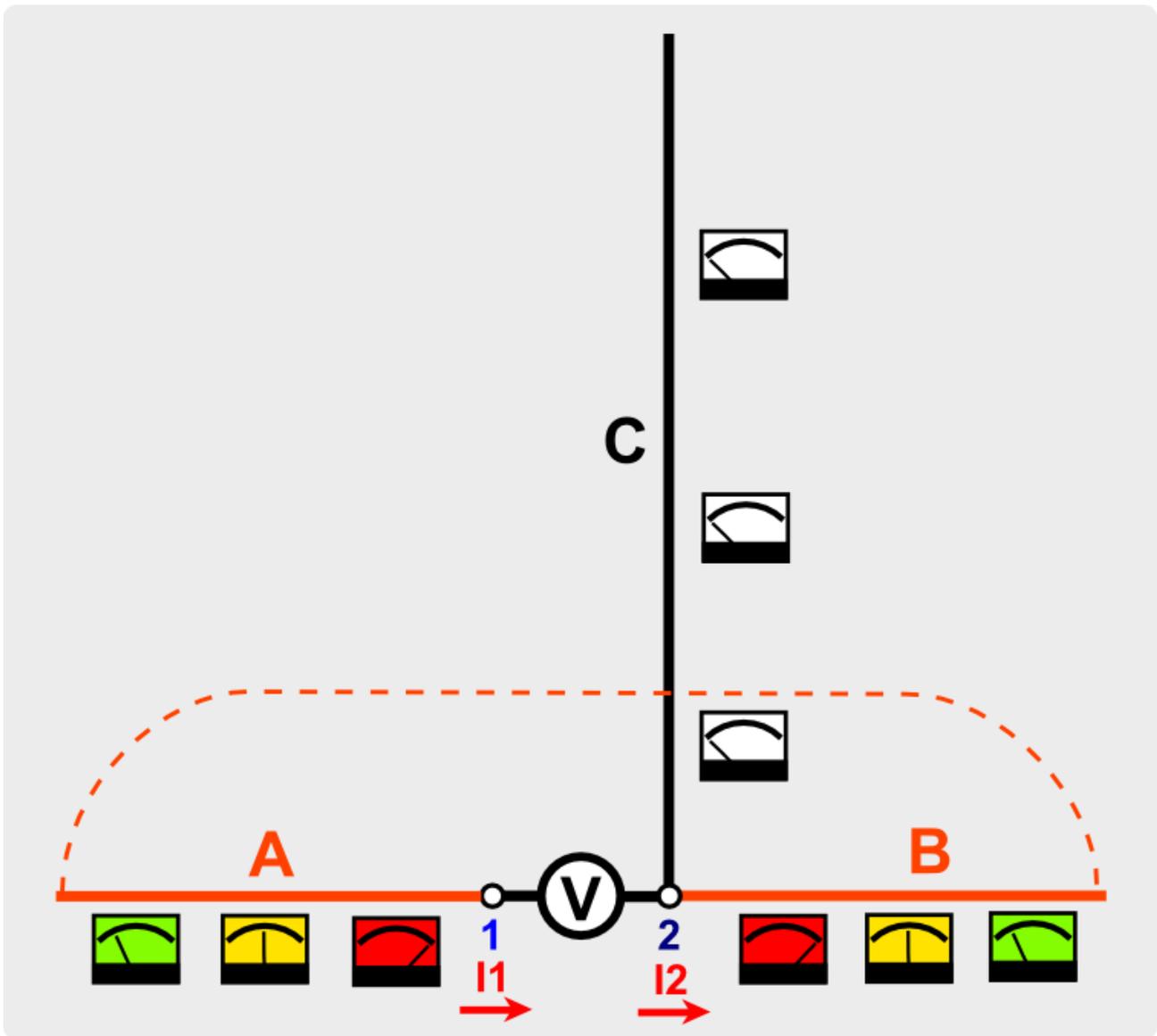


**Deduzione:** il filo "A" continua a gestire da solo la parte che immette la corrente  $I_1$  nel generatore.  
 I due fili "B" e "C" invece sembrano dividersi il lavoro di gestione della corrente  $I_2$  che esce dal generatore. Le correnti che scorrono su "B" e "C" sembrano uguali tra loro come quantità e morfologia, ma appaiono inferiori a quelle che scorrevano su "B" quando era da solo.

#### Osservazione N.4

Provo a variare la lunghezza del filo "C". Osservo che la distribuzione del lavoro tra "B" e "C" varia e quando "C" è lungo mezz'onda, è come se non ci fosse più: il lavoro lo fa tutto "B".

Fig.A7

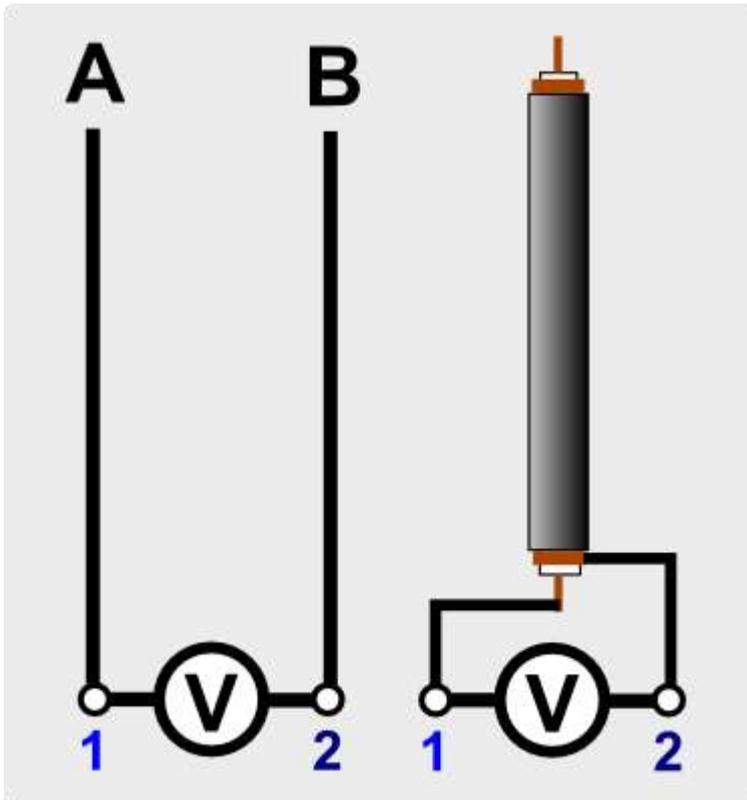


**Deduzione:** la corrente è pigra e va preferibilmente verso il componente che presenta impedenza più bassa.

### Osservazione N.5

Provo ora a girare i fili A e B in modo che siano paralleli e vicini: dal generatore non fluisce più corrente. Stessa cosa accade se sostituisco i due fili paralleli con un cavo costituito da due conduttori coassiali:

Fig.A8

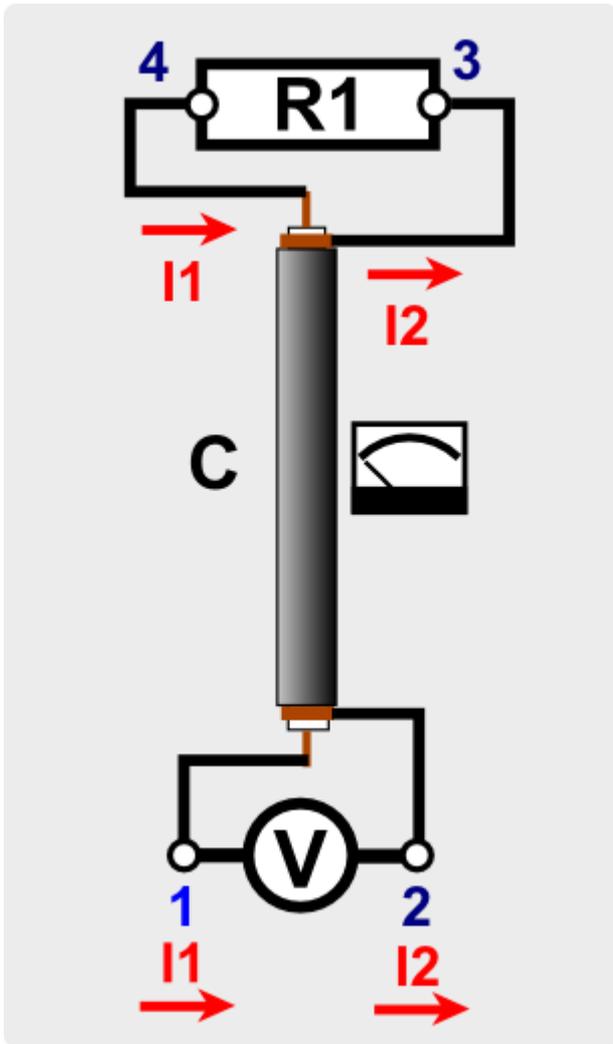


**Deduzione:** i fili A e B cercano di replicare l'effetto che si era verificato nell'osservazione N.2. Solo che il campo generato dal filo A viene sistematicamente cancellato dal campo generato dal filo B. In mancanza dei campi E/M non si forma il near-field e il fenomeno osservato in precedenza non si verifica più. I due fili appaiono solo come un circuito aperto.

### Osservazione N.6

Inizio ora ad osservare il comportamento del cavo coassiale.  
 Realizzo il circuito in figura B1:

Fig.B1



**Deduzione:** il rilevatore di corrente in C non capta niente. Io so però che all'interno del cavo coassiale sta scorrendo la corrente che alimenta la resistenza R1. Deduco quindi che si tratti di corrente differenziale e per questo non produca campi che irradiano, impedendo al mio strumento di rilevarla.

### Osservazione N.7

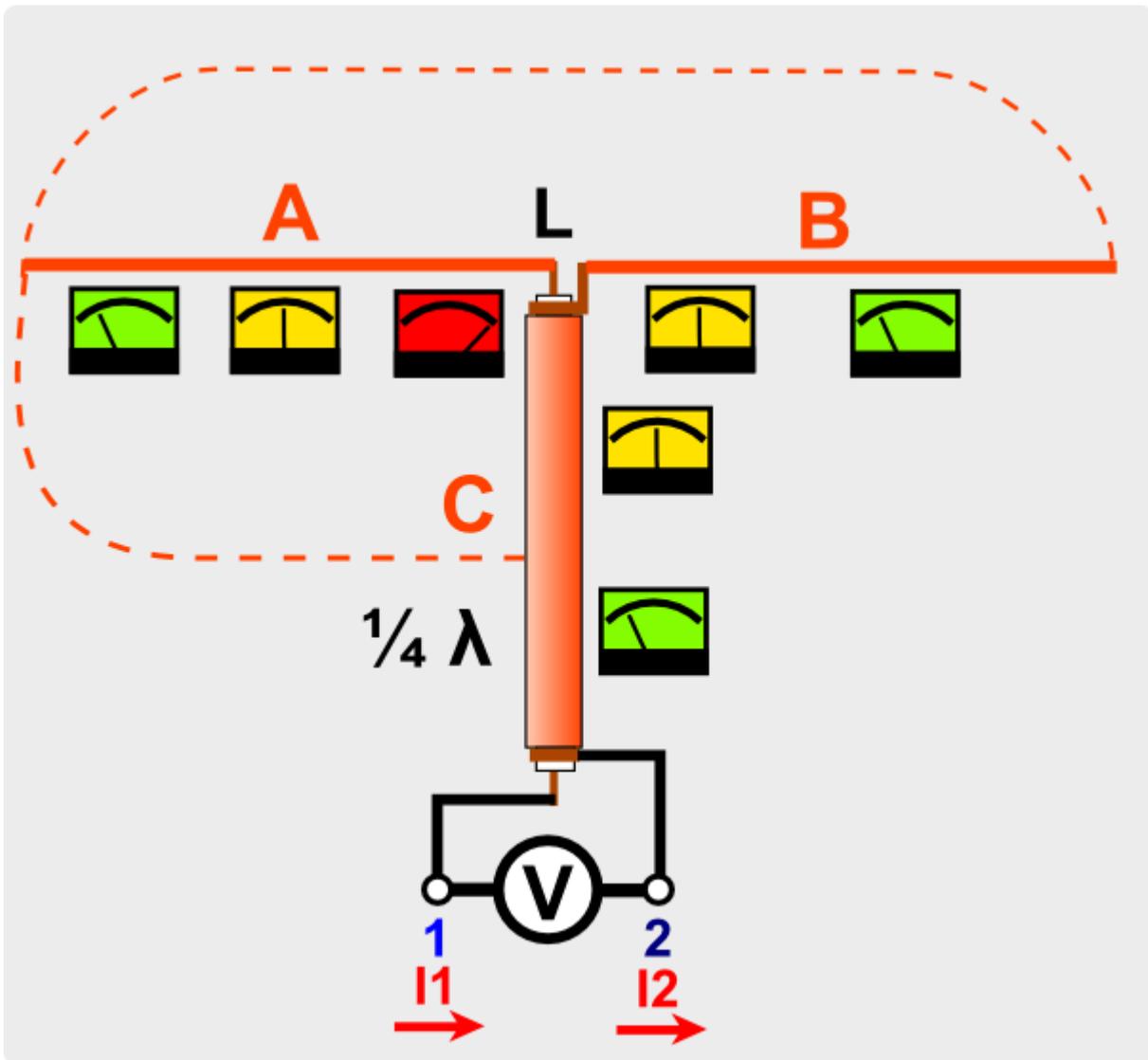
Nel circuito precedente sostituisco la resistenza R1 con due fili lunghi 1/4 d'onda a formare un dipolo.

Osservo che il generatore V eroga corrente; il mio strumento rileva correnti diverse nei vari punti dei conduttori A e B.

Inoltre rileva correnti variabili in base alla posizione anche sul cavo coassiale C.

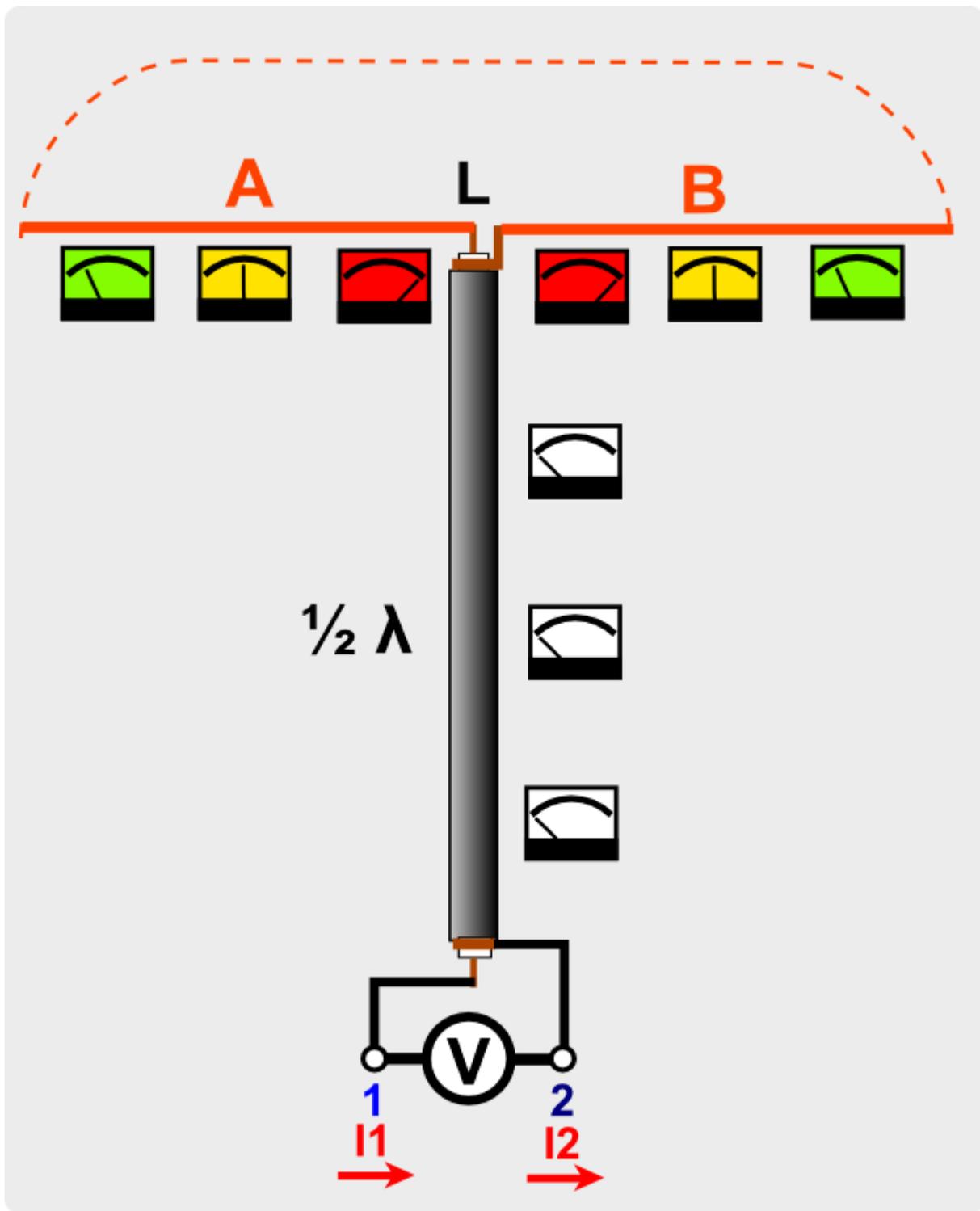
Le correnti che si sviluppano su B sono però minori di quelle che si sviluppano su A.

Fig.B2



La situazione assomiglia molto a quella che ho rilevato nell'osservazione N.3 (figura A6). Per avere qualche conferma della deduzione ci cui sopra, provo a verificare altri casi particolari. Provo a usare un coassiale lungo mezz'onda:

Fig.B3



Anche in questo caso, il coassiale lungo mezz'onda non irradia, comportandosi esattamente come il caso trattato in figura A7.

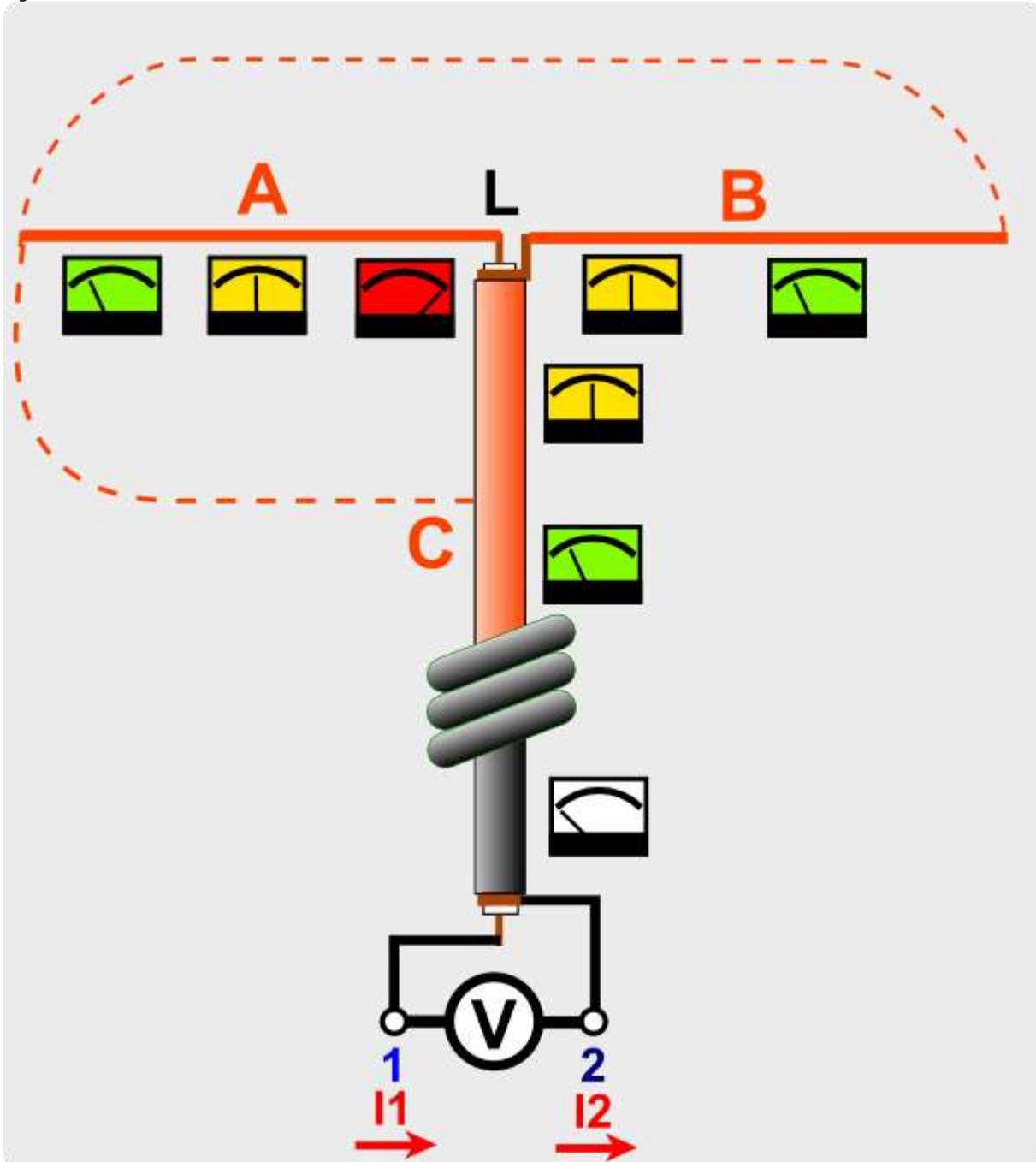
**Deduzione:** si direbbe che il cavo coassiale, oltre a trasportare fino al punto L la corrente che alimenta l'antenna, si comporti anche come un conduttore libero collegato all'antenna con funzioni radianti.

Guardando da fuori non sono in grado di dire su quali, ma è evidente che sui conduttori interni oltre a scorrere la corrente differenziale, vi è anche un'ulteriore corrente, che chiamerò "di modo comune" che ha le stesse proprietà della corrente che scorre sul ramo di un dipolo. Il fatto che trovi correnti minori sul ramo B mi fa pensare che ad eseguire la radiazione aggiuntiva (attività svolta dal ramo C nella figura A6) sia la calza del coassiale.

### Osservazione N.8

Per avere ulteriore conferma che la corrente irradiante nel coassiale sia originata dall'alto (cioè dal punto L) e non dal basso, inserisco un choke nella linea. Le correnti irradianti si formano solo nel segmento sopra al choke, mentre il lato inferiore ne è immune:

Fig.B4

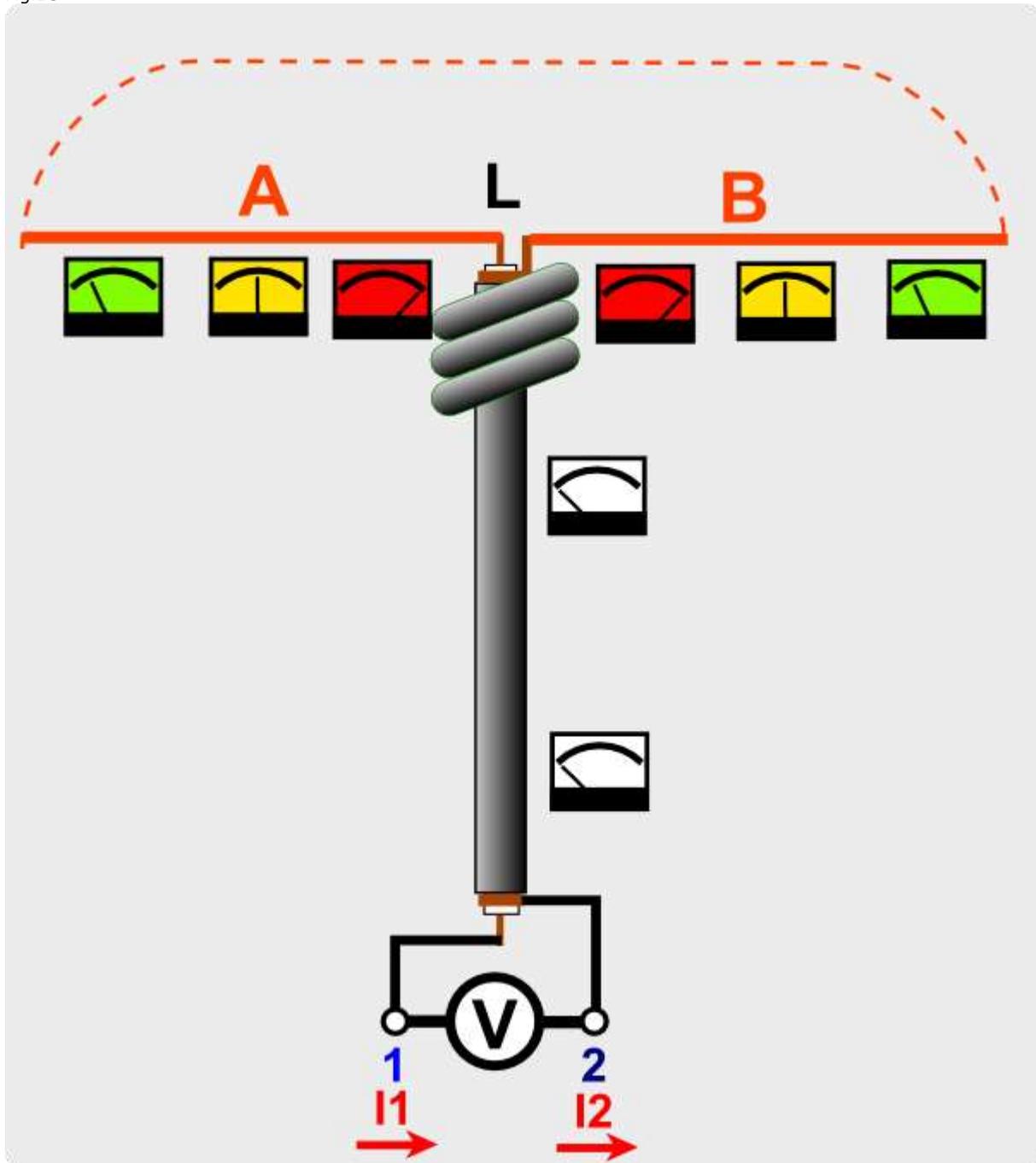


**Deduzione:** questo prova che la corrente su coassiale irradiante si origina dal punto L e non dal basso.

### Osservazione N.9

Visto il risultato dell'osservazione N.8, sposto il choke nel punto L. Ora non ci sono più correnti irradianti dal coassiale e i due rami del dipolo lavorano in maniera simmetrica come nel caso di figura A5. La lunghezza del coassiale diventa ora irrilevante.

Fig.B5



**Deduzione:** fermare le correnti di modo comune e simmetrizzare il dipolo sono la stessa cosa.

### Osservazione N.10

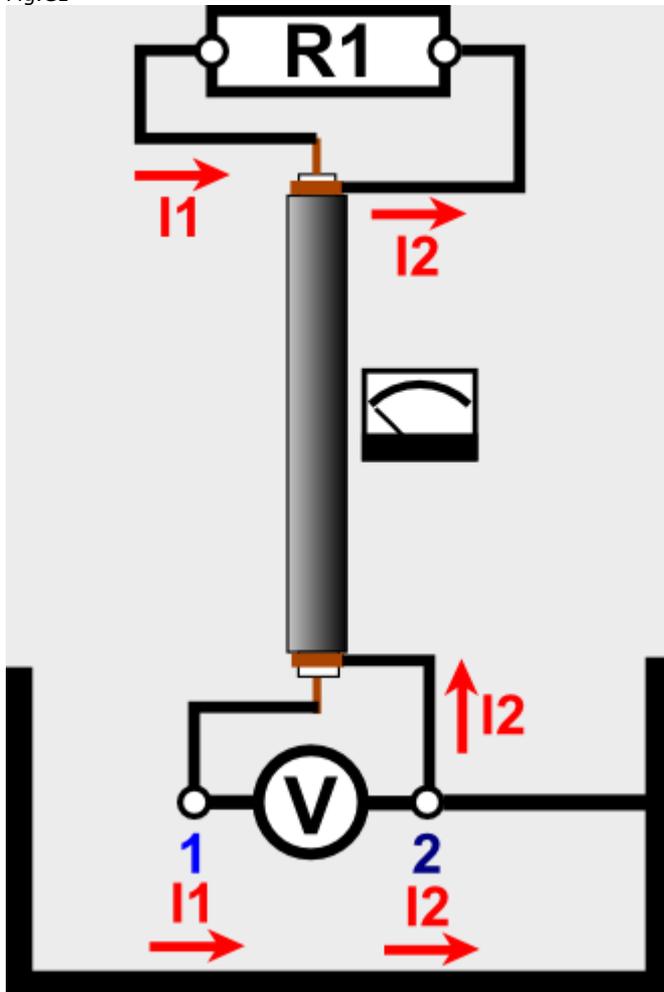
Il coassiale si sta rivelando un oggetto molto interessante da studiare. Io non so esattamente dove siano le correnti di modo comune dentro il coassiale, però osservo che la corrente ridotta si sviluppa sul ramo B del dipolo, quello collegato alla calza. Mi verrebbe da concludere, per analogia alla figura A6, che la corrente irradiante scorre sulla calza.

Il coassiale sembra avere delle regole particolari: perché la calza può fare da antenna mentre il

centrale no? Ed è vero questo?

Per indagare meglio sul funzionamento del coassiale, metto tutto in una bella scatola metallica e la collego al morsetto 2 del generatore.

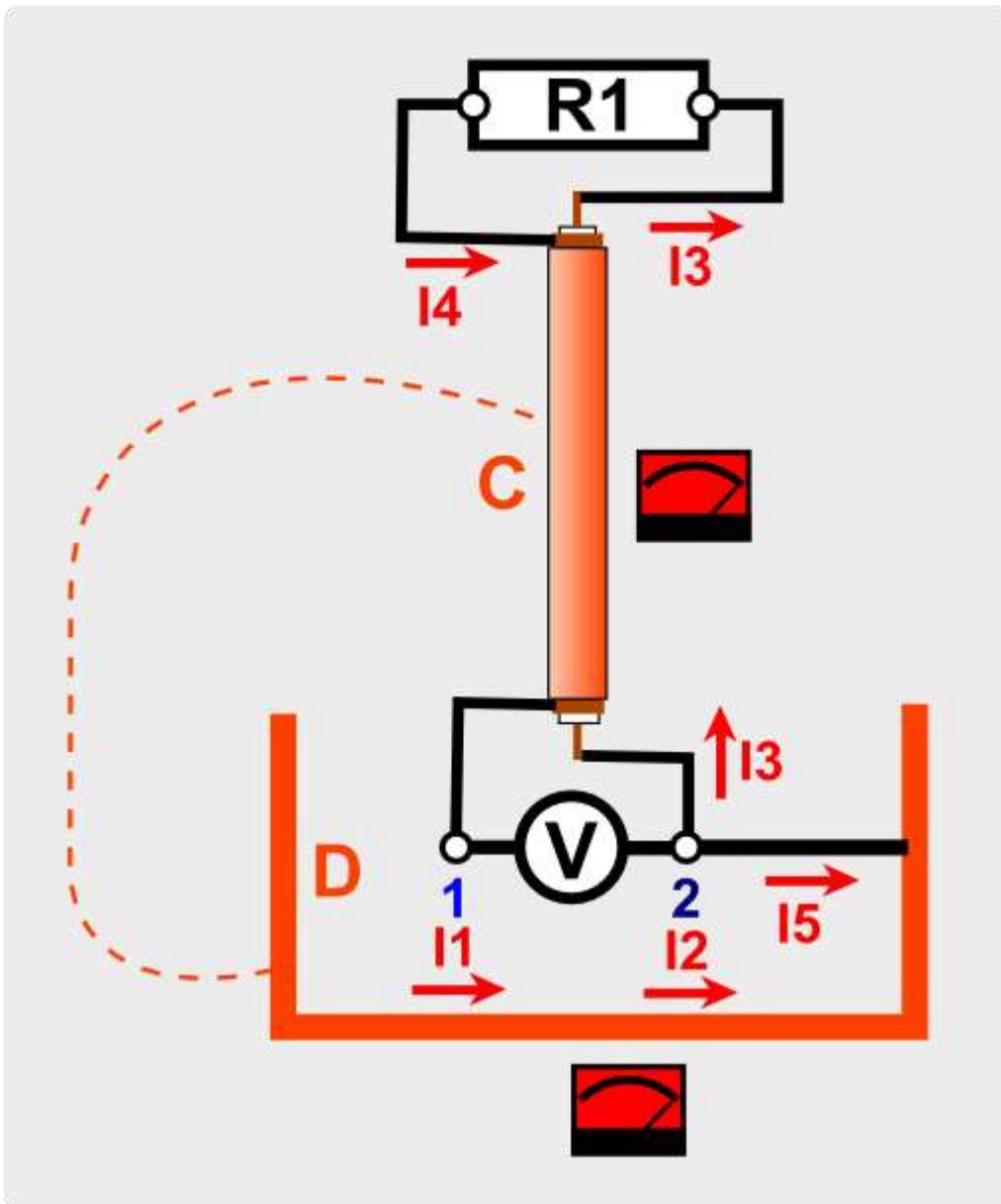
Fig.C1



Il funzionamento è del tutto analogo a quello di figura B1. La presenza della scatola non ha avuto alcun effetto e dal morsetto 2 non scorre alcuna corrente verso la scatola.

Adesso provo ad invertire calza e centrale: mentre prima scatola e calza erano collegate insieme, ora saranno collegati insieme scatola e centrale. L'effetto è completamente diverso. La linea C comincia ad irradiare e pure irradia la scatola.

Fig.C2

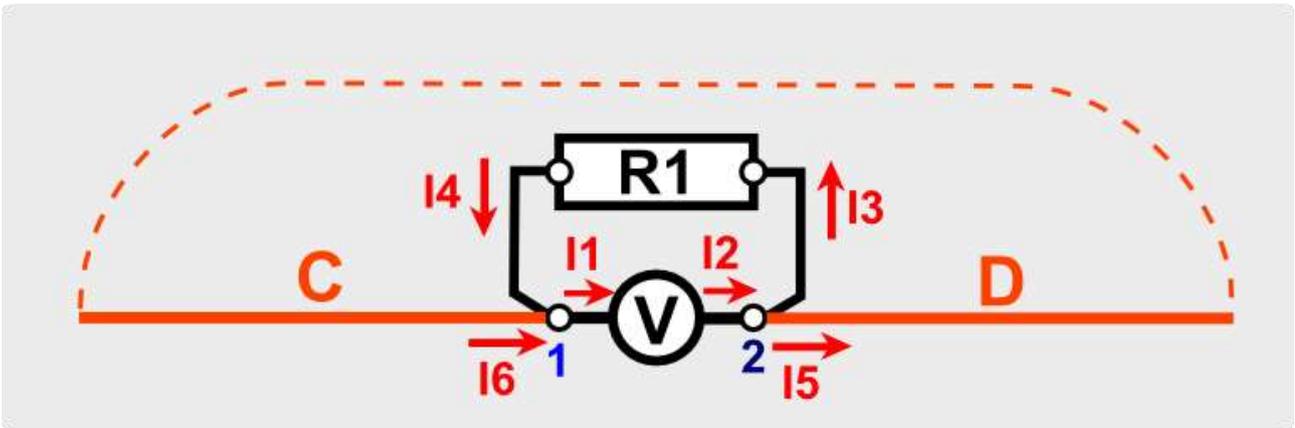


La corrente  $I_3$  che fluisce nel coassiale è minore di  $I_2$  che esce dal generatore, perché è comparsa una corrente  $I_5$  verso la scatola.  
 Invece dalla calza collegata al morsetto 1 scorre la corrente  $I_1 = I_2$ . Però la corrente  $I_4$  che esce da  $R_1$  ed entra nella calza, è uguale a  $I_3$ , cioè minore di  $I_1$ . In altre parole, sembra che nella calza entri una corrente ( $I_4$ ) e ne esca di più ( $I_1$ ).  
 Com'è possibile?

Questo è il video, girato tempo fa, dell'esperimento:

**Deduzione:** se si ridisegna il circuito sopra descritto sembra come fatto in figura C3, torna anche Kirchhoff:

Fig.C3



Cioè sono due circuiti in parallelo, uno chiuso dalla resistenza R1 e l'altro dal campo E/M, con lo stesso principio di quello osservato in figura A5.

### Osservazione N.11

Provo varie configurazioni. Alcune irradiano, altre si comportano come un circuito aperto:

Fig.D1

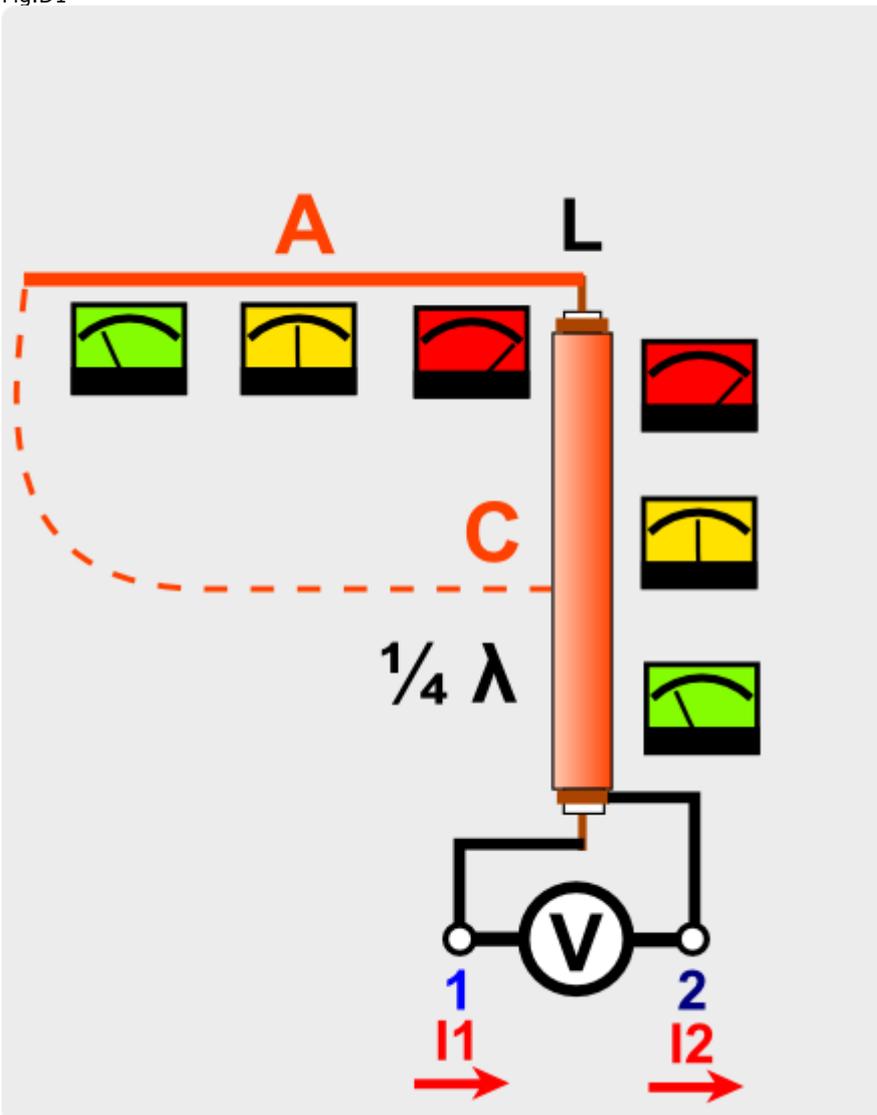


Fig.D2

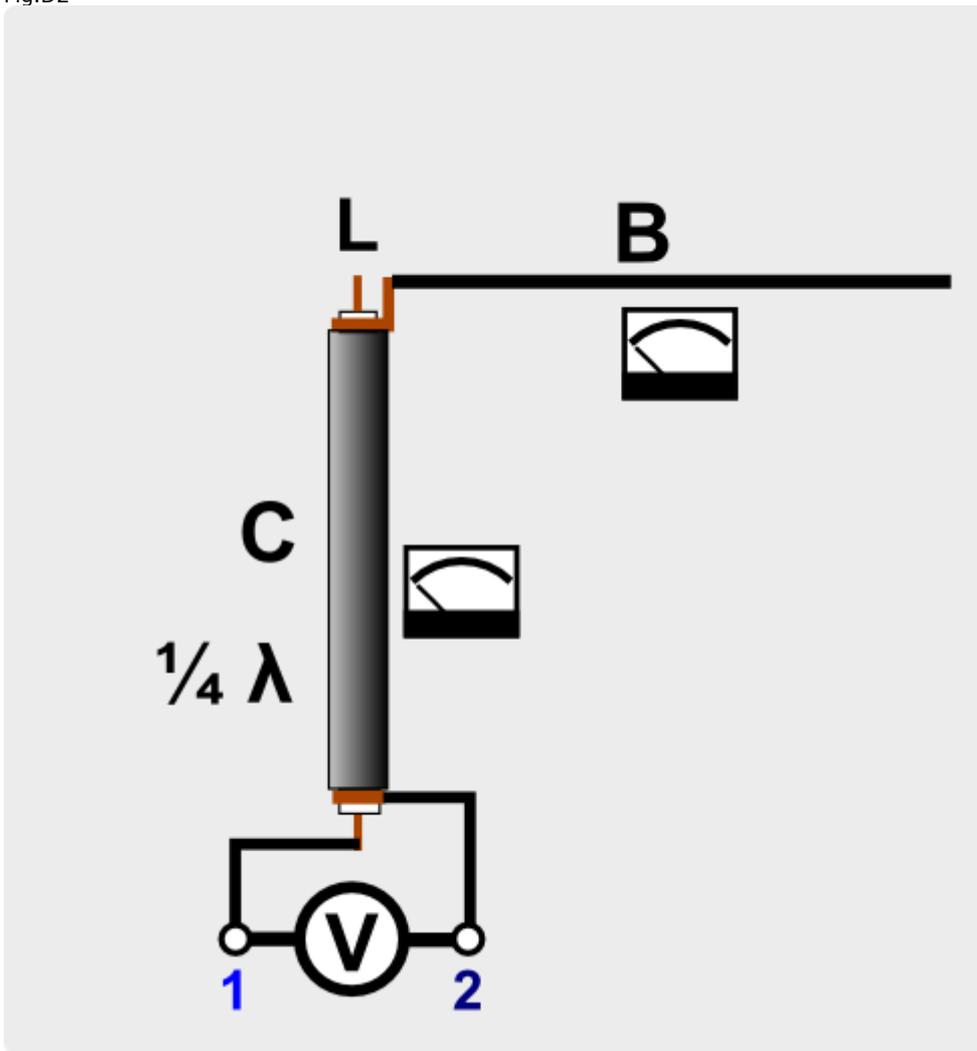


Fig.D3

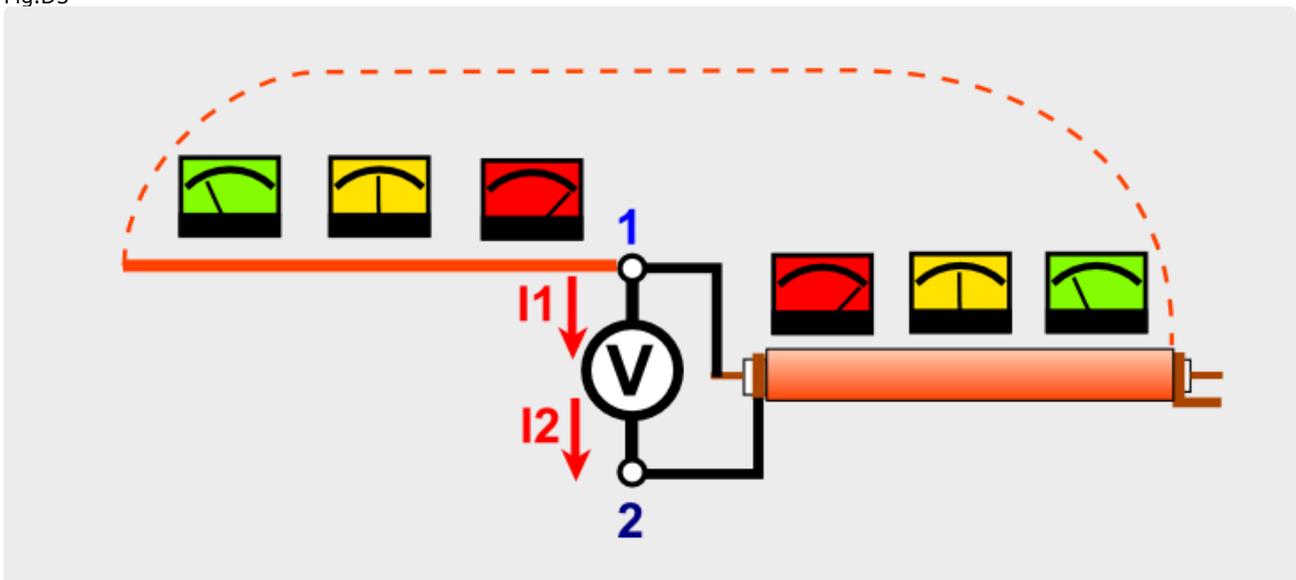
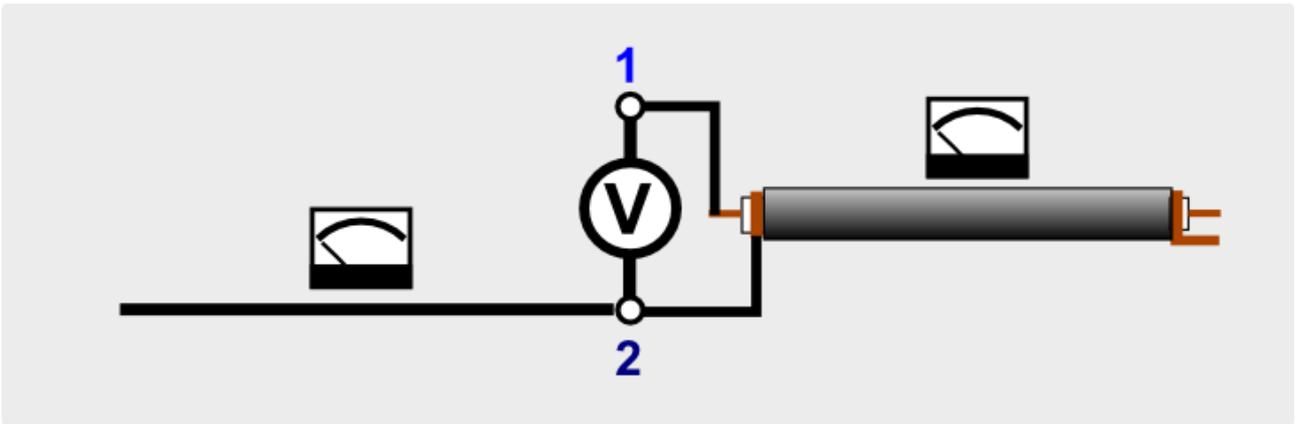


Fig.D4



Se invece uso un solo conduttore, irradia normalmente indipendentemente dal conduttore usato:

Fig.D5

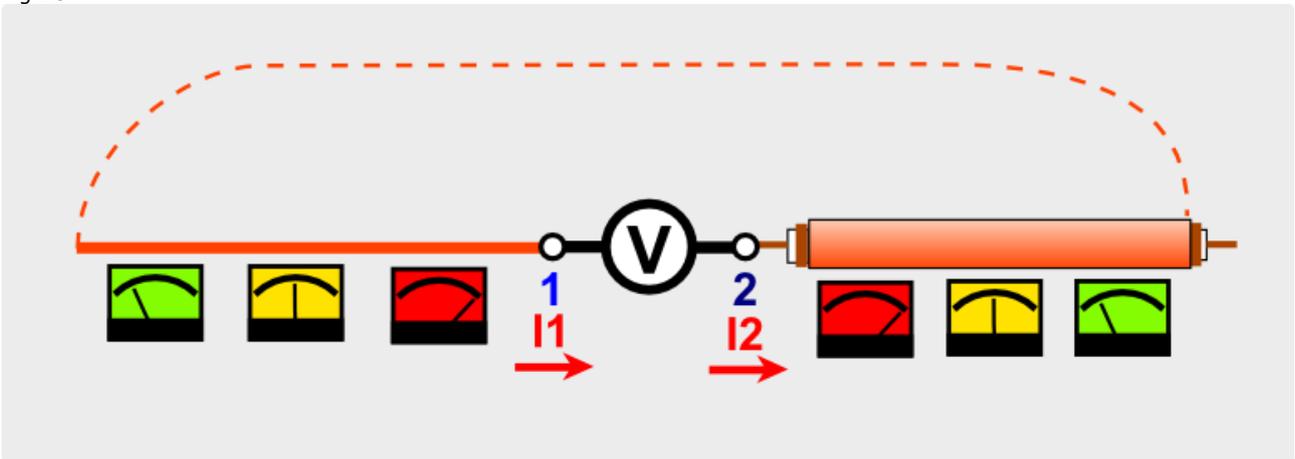
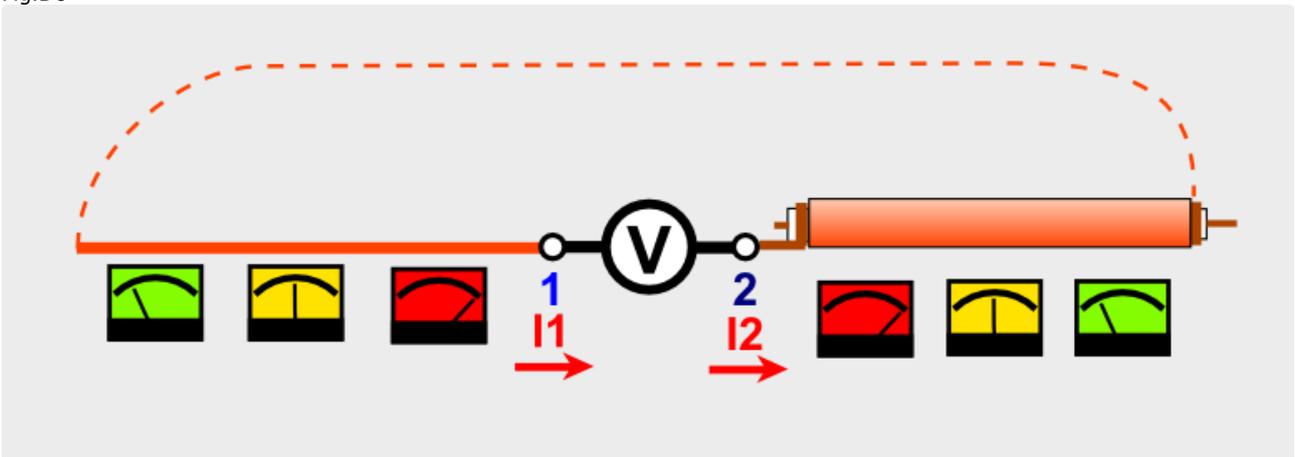


Fig.D6

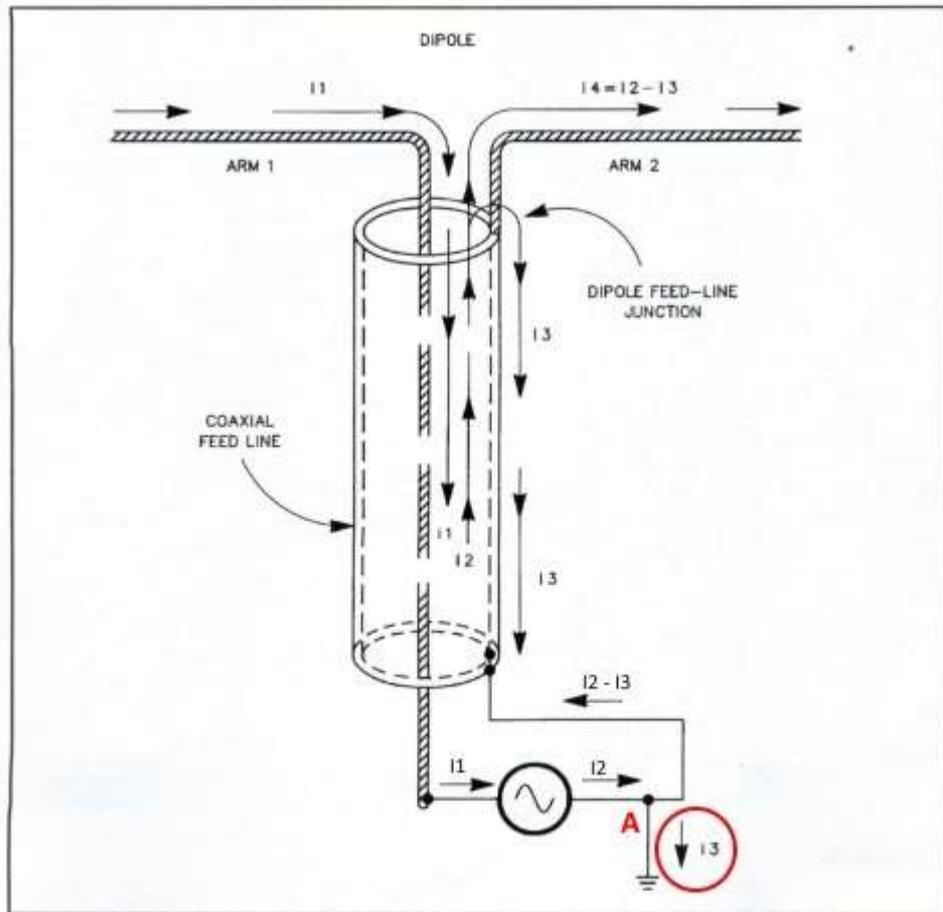


**Deduzione:** il coassiale, se collegato con i due conduttori ai poli del circuito, può partecipare come radiatore solo sul morsetto collegato alla calza. Se non si fornisce un radiatore alternativo collegato all'altro morsetto, si rientra nella casistica della figura A2 e il sistema non irradia. Questa caratteristica è propria del coassiale che è così definito "sbilanciato" e non dipende dal circuito a cui è collegato.

## Lo schema di W2DU/ARRL

Il famoso testo "Reflection" di W2DU pubblica uno schema che spiega le correnti di modo comune. Questo stesso schema è stato ripreso pari pari dall'ARRL Antenna Book. Esso è il seguente:

Fig.S1



Come sappiamo, la corrente " $I_a$ " su un morsetto di un generatore è sempre uguale a " $-I_b$ ", dove " $I_b$ " è la corrente sull'altro morsetto.

Nello schema di W2DU, essendoci un versore che ne indica il segno, perché quella regola sia vera deve essere che  $I_1 = I_2$ .

Per mantenere questa regola, W2DU usa un *escamotage*: aggiunge il nodo A e fa in modo che la corrente " $I_3$ " vada "verso terra".

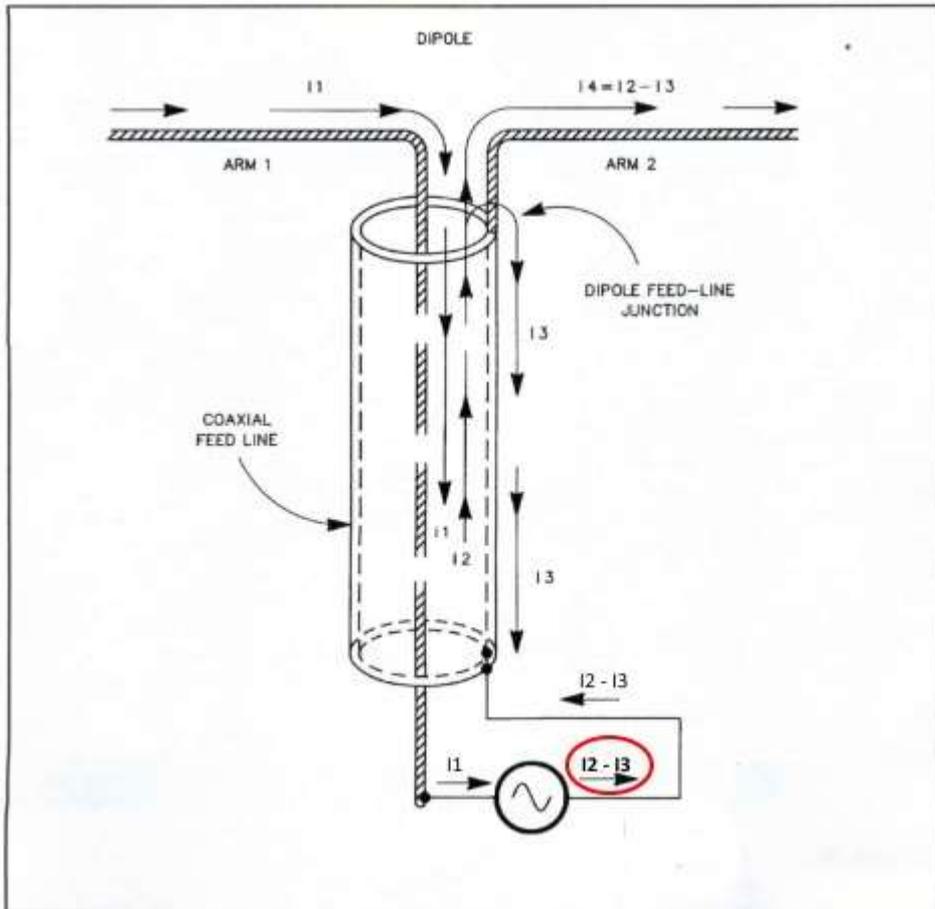
Nel rumore radioamatoriale, come lo chiama VGO, la terra è una specie di scarico in cui si può buttare un po' di tutto, compresa della corrente di troppo. Per cui in questo rumore appare normale che verso terra fluisca della corrente perdendosi nel nulla, anche se la terra non è parte del circuito.

Nelle mie osservazioni empiriche precedenti ho rilevato che il fenomeno dell'irradiazione dal coassiale è dovuto a **proprietà del cavo coassiale**.

Questo fenomeno si verifica sempre, che il sistema sia collegato a terra o meno.

Per cui posso togliere il nodo A verso terra e il fenomeno deve continuare a presentarsi in maniera coerente:

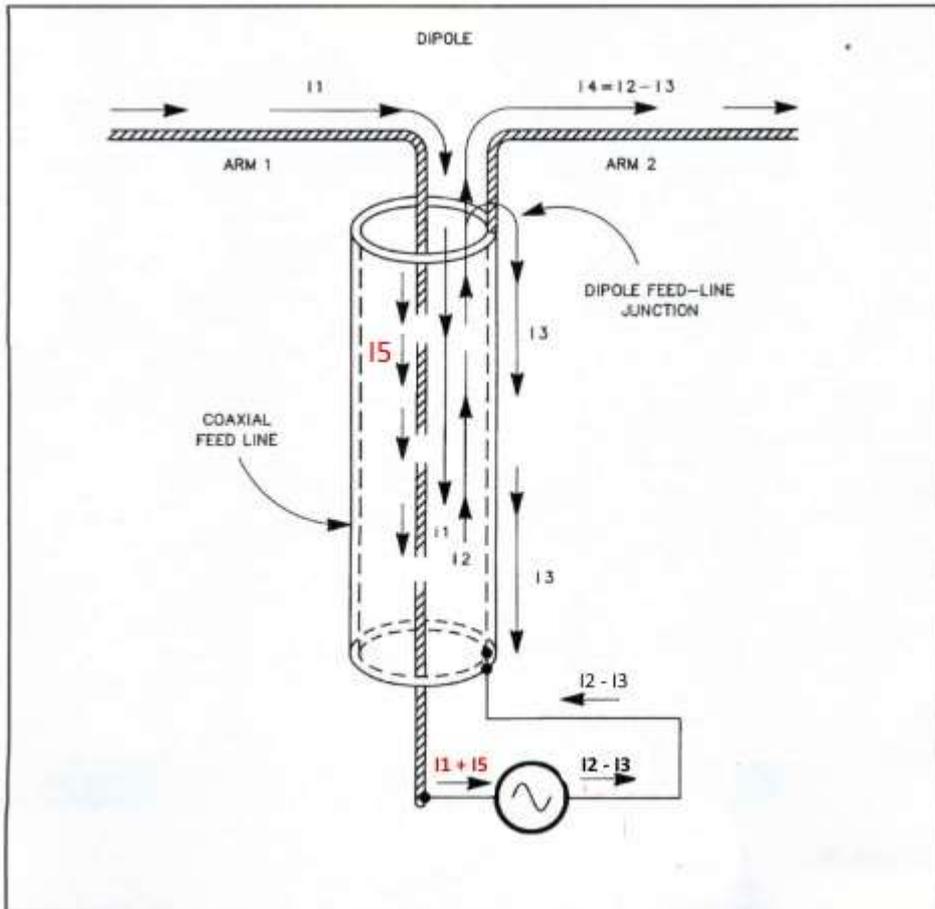
Fig.S2



Ecco che i conti non tornano più.  
 Infatti, sappiamo che  $I_1 = I_2$ . Però da un lato del generatore entra  $I_1$ , dall'altro esce  $I_2 - I_3$ , che non è uguale a  $I_2$ ! E ciò è impossibile.

Gianfranco dice: per aggiustare le cose, è necessario che appaia una corrente " $I_3$ " anche sul centrale.  
 Per poterla distinguere, io la chiamo " $I_5$ " e definisco:  $I_5 = I_3$

Fig.S3



Ora, i versori confondono un po' i conti. Per questo uso una lettera minuscola ed uso le correnti con il segno:

$$\begin{aligned} i_1 &= I_1 \\ i_2 &= -i_1 \\ i_3 &= I_3 \\ i_5 &= I_5 = I_3 \end{aligned}$$

A sinistra la corrente sarà quindi:  $i_1 + i_5 = i_1 + i_3$ .

A destra la corrente sarà:  $i_2 - i_3 = -i_1 - i_3 = -(i_1 + i_3)$

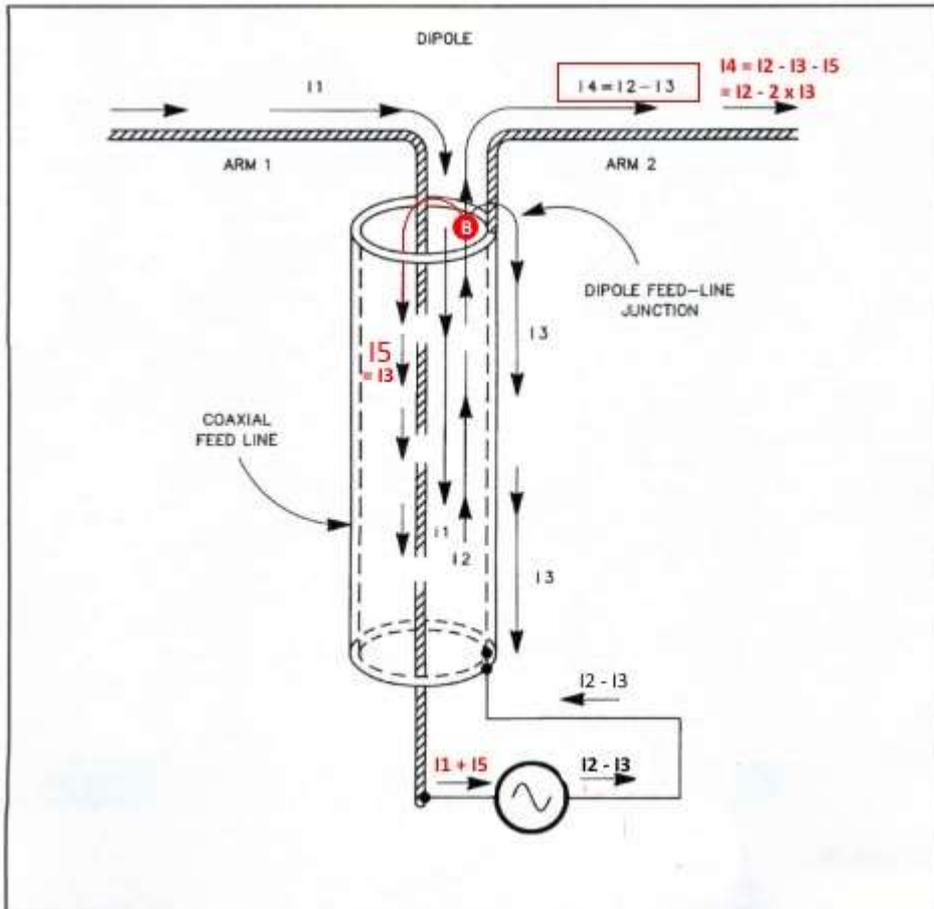
Ecco che i conti tornano per il generatore.

Ora vengono i punti di domanda.

### INTERROGATIVO N.1

Da dove arriva la corrente  $I_5$ ? Non può certo comparire dal nulla. Viene anche lei dalla calza, come in figura sotto?

Fig.S4



In tal caso, nel ramo destro del dipolo, non potrebbe essere  $I_4 = I_2 - I_3$ : infatti nel nodo "B" entrerebbe  $I_2$ , uscirebbe  $I_5 (=I_3)$  verso il centrale, uscirebbe  $I_3$  verso la calza: quel che rimarrebbe sarebbe  $I_4 = I_2 - I_3 - I_5 = I_2 - 2 \times I_3$ .

## INTERROGATIVO N.2

Perché il coassiale ha il comportamento asimmetrico che ho rilevato nelle mie osservazioni N.10 e N.11?

Le spiegazioni che ho trovato in giro parlano in maniera unanime di effetto pelle combinato ad effetto prossimità: la corrente differenziale deve scorrere sull'esterno del centrale e sull'interno della calza per la prossimità. La corrente di modo comune per l'effetto pelle cerca di allontanarsi il più possibile dal centro e quindi scorre sempre e solo sulla calza.

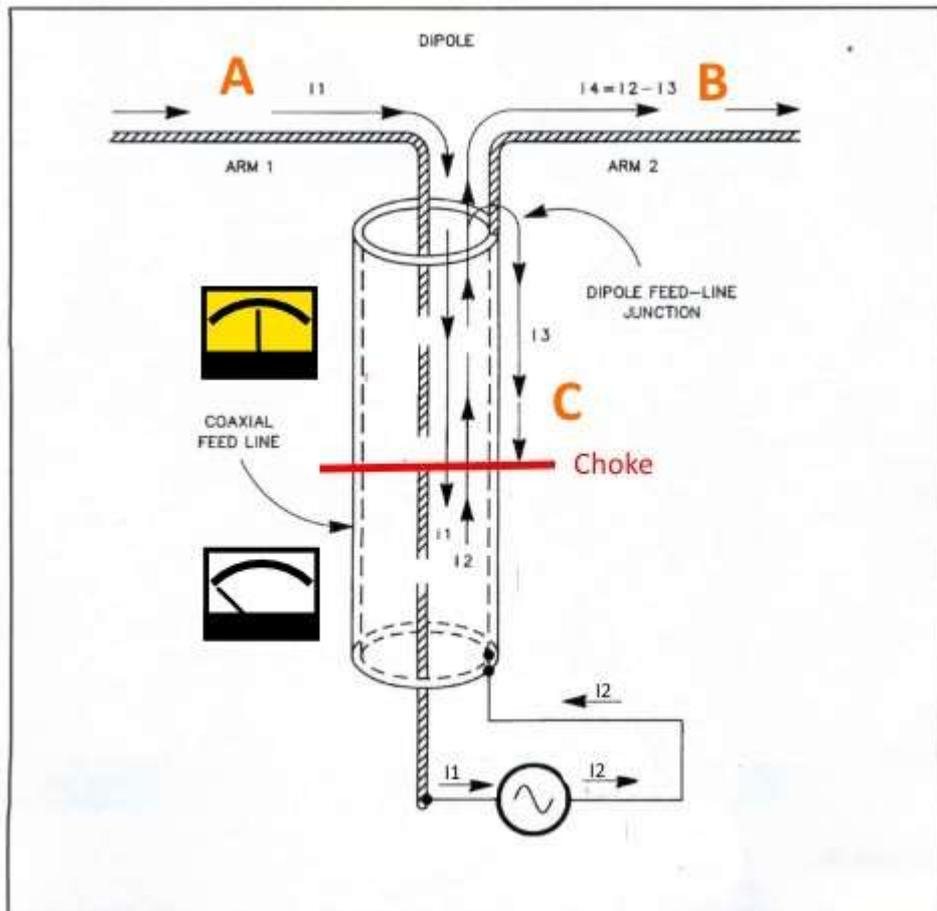
Però VGO dice che è falso e nei disegni sopra abbiamo visto che la corrente di modo comune scorre per metà sul centrale e metà sulla calza: non pare tanto asimmetrico.

Evidentemente c'è un punto d'incontro tra tutti questi concetti che giustifichi sia le correnti CM che il comportamento asimmetrico del coassiale.

## INTERROGATIVO N.3

Applico il caso della figura B4 al disegno di W2DU/ARRL:

Fig.S5



In questo caso non sembra sentirsi la necessità di una corrente  $I_5$  sul centrale: infatti le correnti che passano dal generatore sono  $I_1$  e  $I_2$ .  
 La corrente  $I_3$  si tronca bruscamente al punto del choke - ma è esattamente ciò che avviene anche alla corrente che scorre sui due rami del dipolo.  
 E' esattamente quello che avviene con la configurazione di figura A6 e le correnti A, B e C sottostanno alle stesse regole.  
 Con questa aggiunta lo schema di W2DU/ARRL sembra stare in piedi. O no?

Ciao  
 Davide

IZ2UUF - Davide - JN45NK - <http://www.iz2uuf.net/>

*Last edited by IZ2UUF; 13-09-15 at 15:04.*