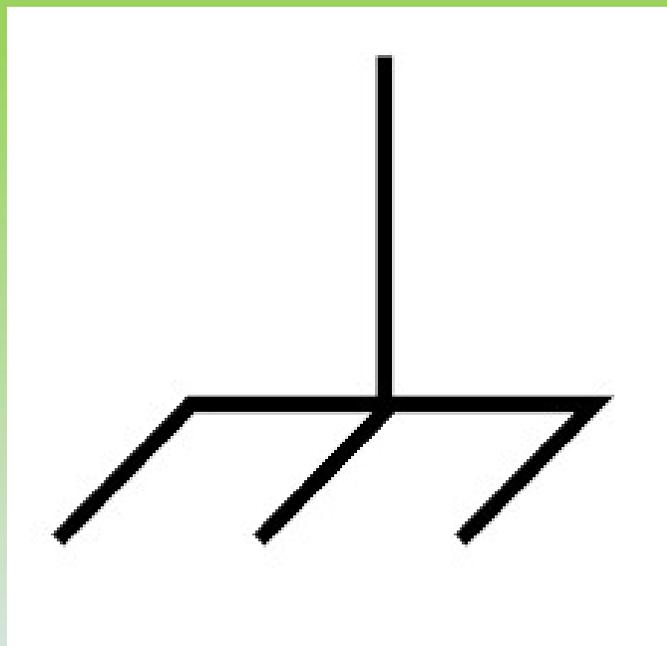


# GLI IMPIANTI DI TERRA **RF** NELLE STAZIONI DI AMATORE



# GLI IMPIANTI DI TERRA 'DC' ED 'RF'

- In altra occasione sono stati chiarite le caratteristiche che un buon impianto di terra deve avere a fini funzionali e di sicurezza
- **Purtroppo non è detto che un impianto DC realizzato a norma e a regola d'arte abbia buone caratteristiche come impianto RF, anzi raramente ciò avviene ....**
- Per cui se vogliamo evitare tutta una serie di rischi, guai e fastidi dobbiamo vedere di creare anche un buon sistema di terra valido per la 'fuga' dell'RF dagli chassis delle nostre radio (e non solo ...)

# GLI IMPIANTI DI TERRA 'DC' ED 'RF'

- IN OGNI CASO, IL PUNTO DI PARTENZA OBBLIGATORIO E' UN ADEGUATO IMPIANTO DI TERRA DC!!!
- E questo sia per la SICUREZZA, che vari OBBLIGHI NORMATIVI IMPONGONO, sia da un punto di vista FUNZIONALE
- Quindi il primo presupposto è che abbiamo già fatto in stazione quanto necessario per mettere su un ottimo sistema 'a norma' DC ...

# LA SITUAZIONE DI 'UN-GROUND'

- Diamo quindi per scontato che molti di noi OM posseggano già un valido sistema di TERRA DC
- **Purtroppo, quasi mai questo sistema è adeguato in termini di TERRA (ossia GROUND) RF**
- **Di fatto, possiamo parlare di UN-GROUND all'RF !!!**

# **POSSIBILI EFFETTI DI UNA SITUAZIONE DI 'UN-GROUND'**

- Fastidiose scosse toccando il microfono, magari con le labbra
- Emissioni con modulazioni distorte, o gracchianti
- Malfunzionamenti del nostro keyer CW elettronico (vengono emessi caratteri sbagliati)
- Piccole (o grandi!) scosse RF toccando oggetti metallici in stazione
- Alimentatori stabilizzati che mostrano tensioni oscillanti
- Letture pazzerelle di SWR
- Personal Computer che impazziscono, vanno in crash etc.

# **POSSIBILI EFFETTI DI UNA SITUAZIONE DI 'UN-GROUND'**

- **Monitor dei PC che variano la luminosità**
- **Luci a fluorescenza che diventano tremolanti**
- **Circuiti a livello TTL che diventano matti**
- **Strumenti da pannello che si muovono da soli**
- **In trasmissione audio distorto che si ascolta in altoparlanti o sugli speaker del PC**
- **Importanti effetti di RFI alle apparecchiature domestiche proprie o di vicini**
- **Varie altre tipologie di disturbi ...**

# **SITUAZIONE DI 'UN-GROUND'**

***-SE SPERIMENTIAMO UNO O PIU' DI  
QUESTI EFFETTI, QUASI CERTAMENTE  
CI STIAMO RITROVANDO IN UNA  
SITUAZIONE DI 'UNGROUND', OSSIA  
DI UN SISTEMA CARENTE DI TERRA **RF*****

...

# CHE SIGNIFICA 'UN-GROUND'?

- I comportamenti delle correnti DC e RF sono MOLTO diversi
- Quando si lavora ad un sistema di TERRA DC si parla di RESISTENZA
- Quando si lavora ad un sistema di TERRA RF si deve parlare di IMPEDENZA e quindi di REATTANZA!

# UN PICCOLO RIPASSO: L'IMPEDENZA

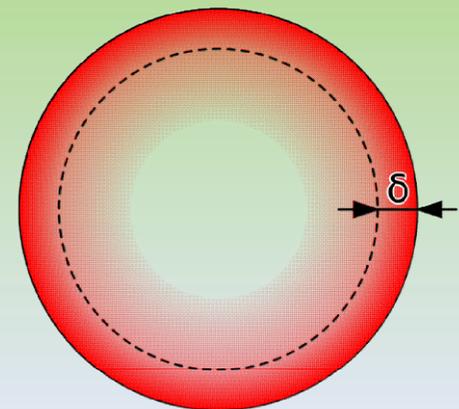
- L'opposizione totale (**RESISTENZA + REATTANZA**) che un circuito presenta allo scorrere della C.A.
- Si misura in **OHM**
- SI indica con la lettera **Z**
- La sua formula è :  **$Z = R + jX$**

# UN PICCOLO RIPASSO: LA REATTANZA

- L'opposizione che un circuito presenta allo scorrere della C.A.
- Si misura in **OHM**
- Si indica con la lettera **X** (con segno + o -)
- La Reattanza capacitiva è quella presentata da un **Condensatore**
- La Reattanza induttiva quella presentata da un **Induttore**

# LA REATTANZA DEI CAVI

- I cavi presentano una reattanza induttiva
- Così come la resistenza DC, più lungo è il cavo e più alta è la reattanza induttiva, e più è largo e minore è la stessa
- Inoltre, quando l'RF scorre in un cavo, bisogna tenere conto dell'”effetto pelle”, ossia del fatto che la corrente tende a scorrere sulla SUPERFICIE DEL CONDUTTORE



# LA REATTANZA DEI CAVI

Una veloce riflessione ...

- Da cosa è formato il nostro impianto di  
**GROUND DC ?????**

- Spesso da **CAVI SOTTILI**, che percorrono  
distanze **MOLTO LUNGHE**, prima di  
arrivare al punto a potenziale zero

- Possono presentare quindi una  
**REATTANZA** non indifferente ....



# LA REATTANZA DEI CAVI

- Inoltre la reattanza ha a che vedere con la **lunghezza d'onda**
- Se la si misura LUNGO un cavo, ha un andamento **CICLICO** (fra valori bassi e alti) in relazione alla frequenza ...

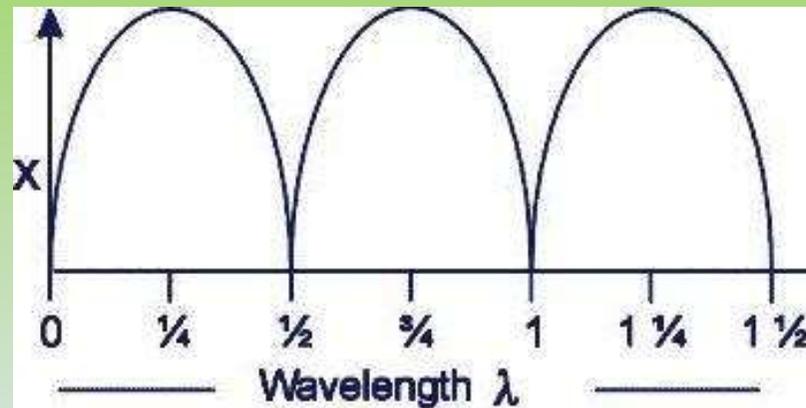


Figure 1  
Reactance vs Wavelength

# LA REATTANZA DEI CAVI

-In sintesi, quando un sistema di ground si approssima come lunghezza a  $\frac{1}{4}$  d'onda, si comporta come un'induttanza che presenta una reattanza ALTA al punto di grounding ...



# TENSIONE A RF RILEVABILE

- In questo caso, si rileva una tensione a RF fra la terra e il punto di grounding che è pari a:

$$V = \sqrt{P \times R}$$

$$V = \sqrt{P \times Z}$$

Dove:

V = Tensione RF

P = Potenza del TX in Watt

Z = Impedenza (AC)

R = Resistenza (DC)

# TENSIONE A RF RILEVABILE

- Facciamo un rapido calcolo di esempio:

$$V = \sqrt{P \times R}$$

$$V = \sqrt{P \times Z}$$

Dove:

V = Tensione RF

P = Potenza del TX in Watt

Z = Impedenza (AC)

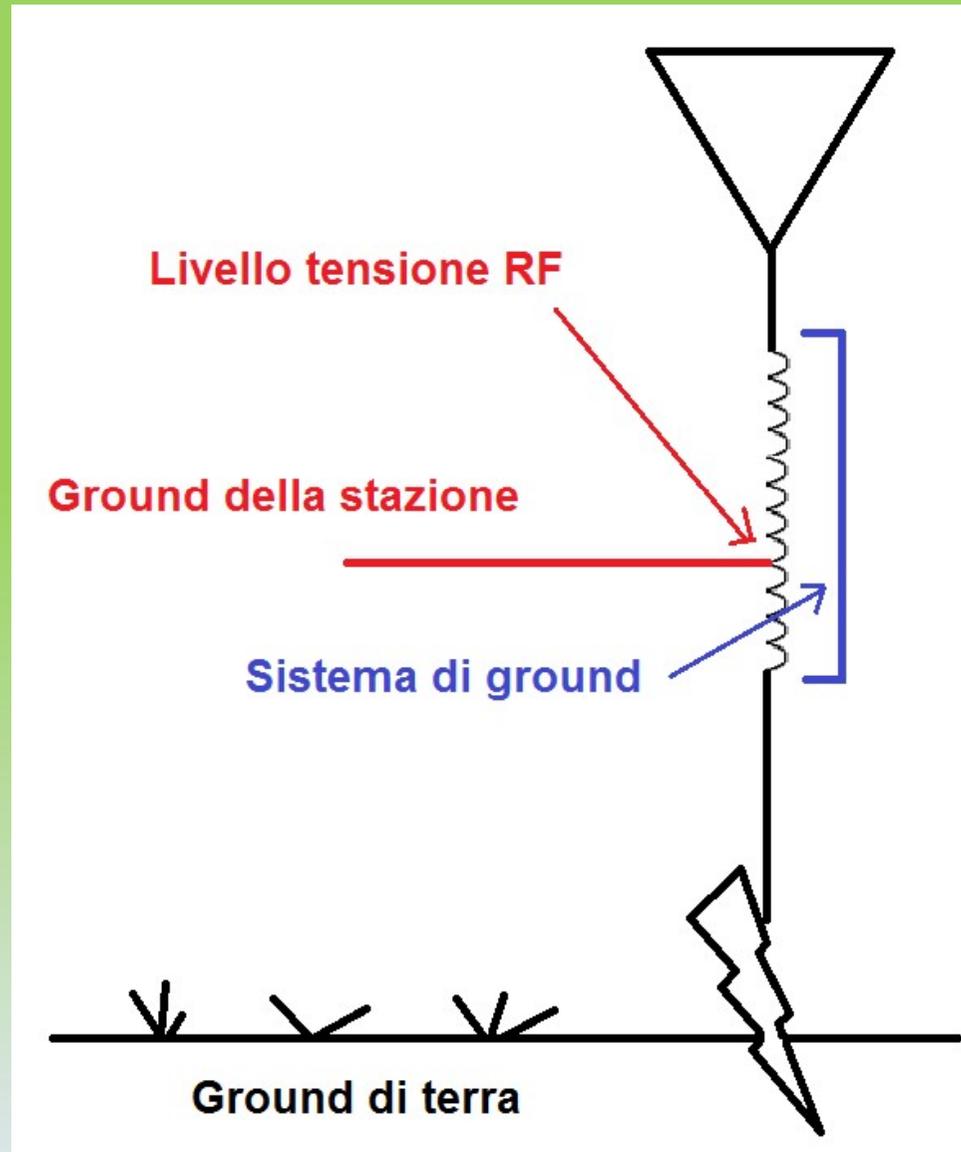
R = Resistenza (DC)

-Pwr = 100 W ; Induttanza = 5 microH

Frequenza = 7 Mhz;  $X_L = 220$  ohm

$$V = \sqrt{100 * 220} = 148 \text{ Volt ...}$$

# COSA SUCCEDDE ALLE TENSIONI RF

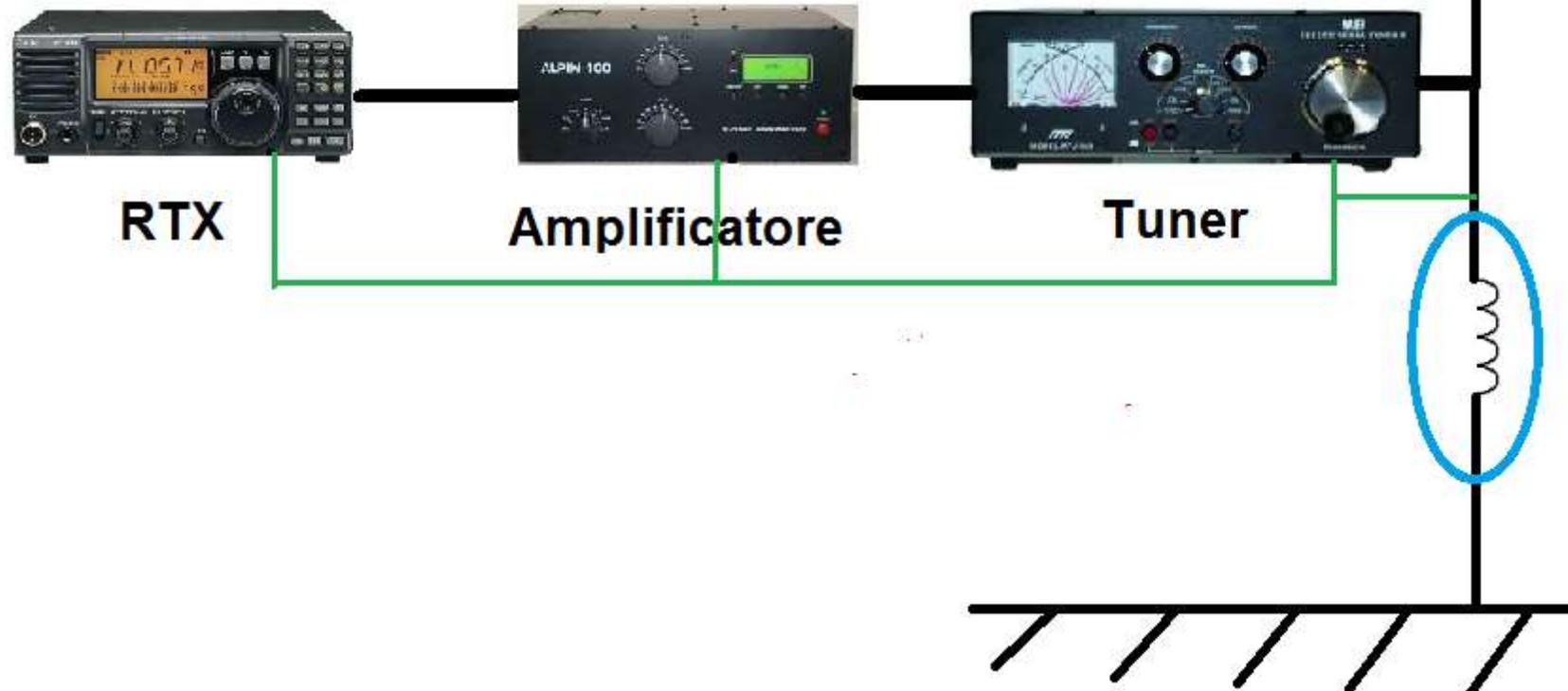


# ALCUNE SITUAZIONI DI TENSIONI RF CHE SI POSSONO VERIFICARE...

POTENZA OUTPUT DEL TX AL TERMINALE DI ANTENNA DEL TUNER					
100 W A 7.100 MHZ			500 W A 7.100 MHZ		
Lungh. Filo massa	Lungh. D'onda	Volt rms al punto B	Lungh. Filo massa	Lungh. D'onda	Volt rms al punto B
10,1	0,25	351	10,1	0,25	785
9,1	0,225	316	9,1	0,225	707
3	0,074	104	3	0,074	232
1	0,024	33	1	0,024	75

# UN TIPICO SISTEMA DI RF UNGROUND

SISTEMA DI GROUND TIPICO DI UNA  
STAZIONE DI AMATORE



# L'INDUTTANZA VERSO TERRA

- In pratica, l'induttanza che presenta il sistema di terra, in base a ciascuna frequenza di TX, produce un differente livello di 'opposizione' all'RF, spesso MOLTO PIU' ALTO di quello presentato alla DC ...



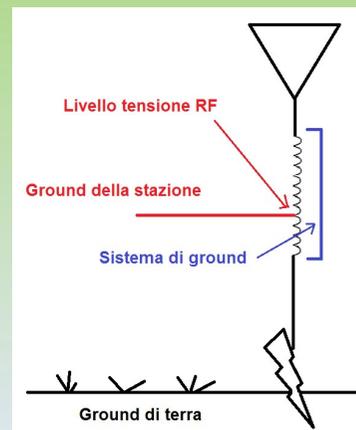
## E NON FINISCE QUI ...

- Se fra linea e antenna c'è un sensibile disadattamento, ciò produrrà un alto livello di VSWR all'uscita del tuner;
- Questo si sommerà a quello già esistente a causa dell'impedenza del filo di ground...



# COSA SUCCEDE ALLE TENSIONI RF

- In sintesi, **più siamo vicini alla terra (minore impedenza), minori sono le tensioni RF** sugli chassis dei nostri rtx-amplificatore-tuner (e viceversa ...)
- **I dispositivi a transistor, che funzionano a bassa tensione sono sensibili anche a pochi volt RF !!!**



# **LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANO TERRA**

- Se siamo al piano terra, vicini al terreno, cerchiamo di collegare un puntale con cavi generosi (es. le sole calze di cavi coassiali da 10 mm)
- Teniamo il cavo di collegamento al puntale più corto possibile (e non risonante)
- Meglio ancora, usiamo più puntali in parallelo
- Eccellente usare più puntali spaziatamente connessi in serie con fasce di rame
- Oppure usiamo cavi di differente lunghezza ciascuno collegato ad un singolo puntale evitando  $\frac{1}{4}$  d'onda o multipli dispari delle frequenze operative

# LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANO TERRA

PUNTALE COL TERRENO VICINO



RTX



Amplificatore



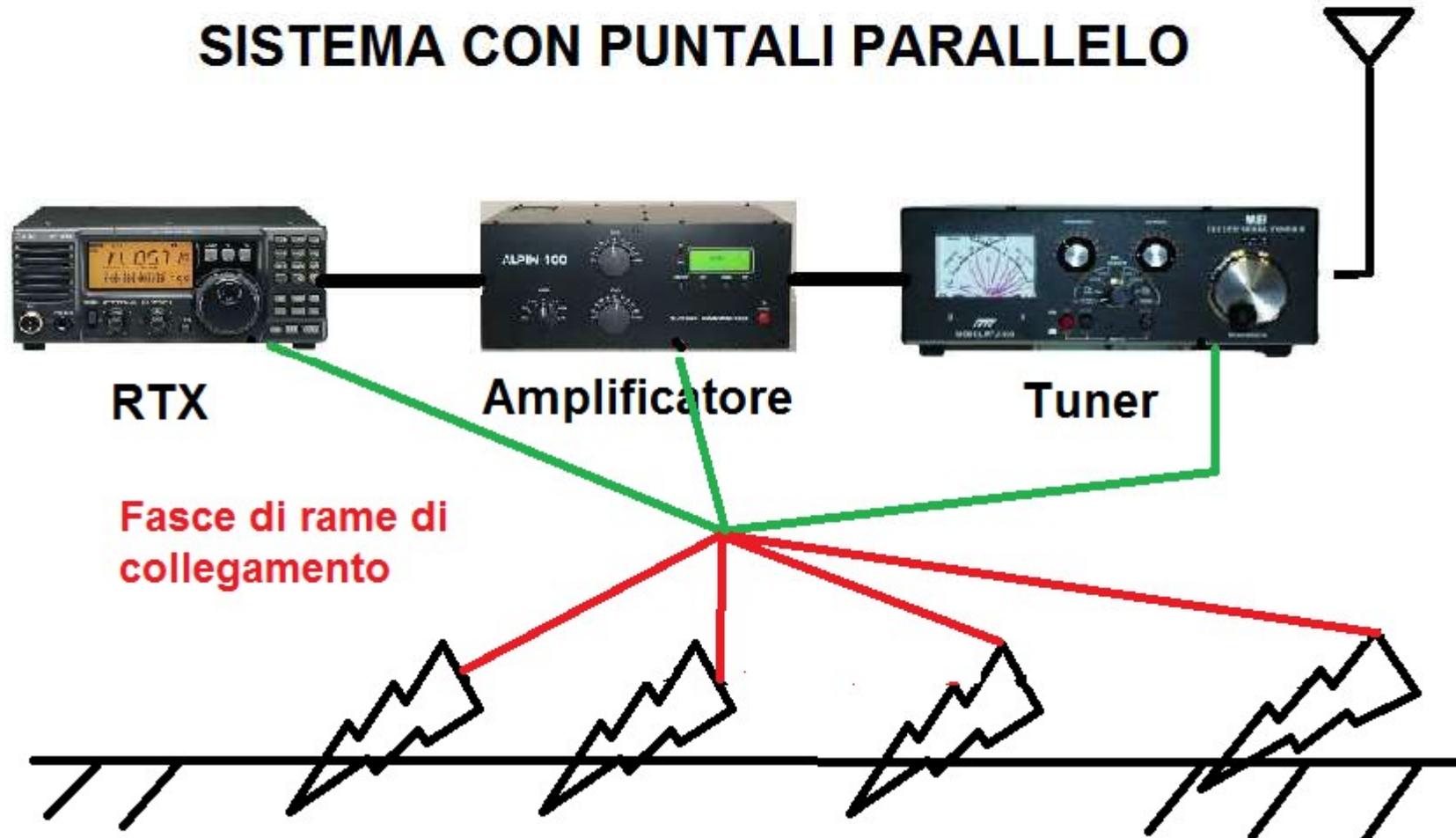
Tuner

CAVO CORTO E LARGO 



# LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANO TERRA

## SISTEMA CON PUNTALI PARALLELELO



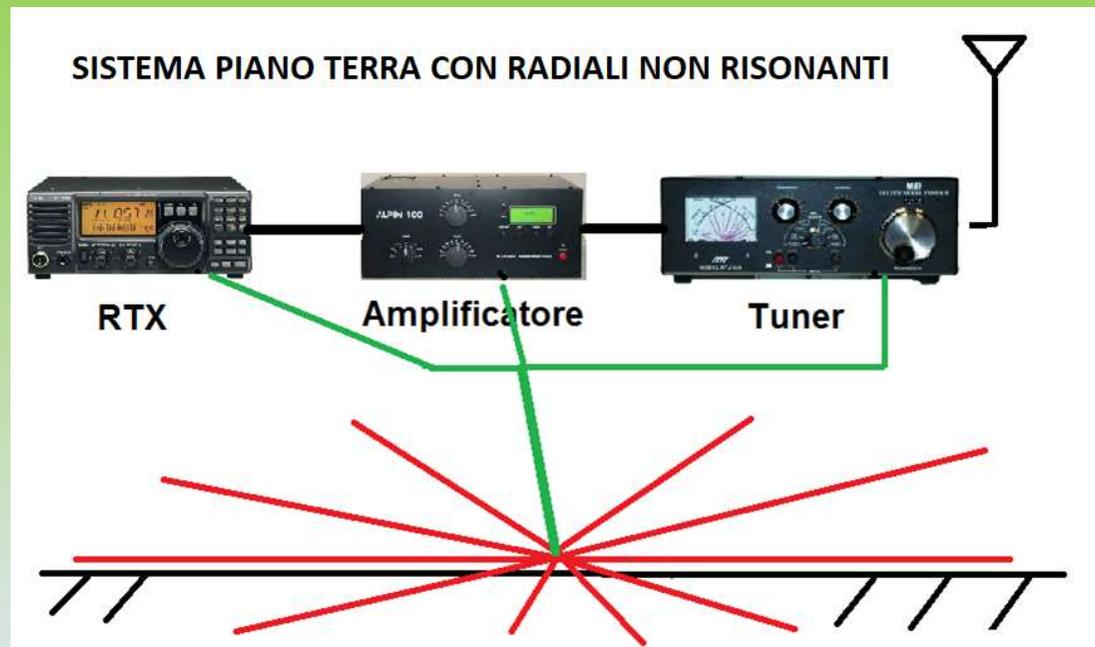
# LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANO TERRA

## SISTEMA CON PUNTALI SERIE



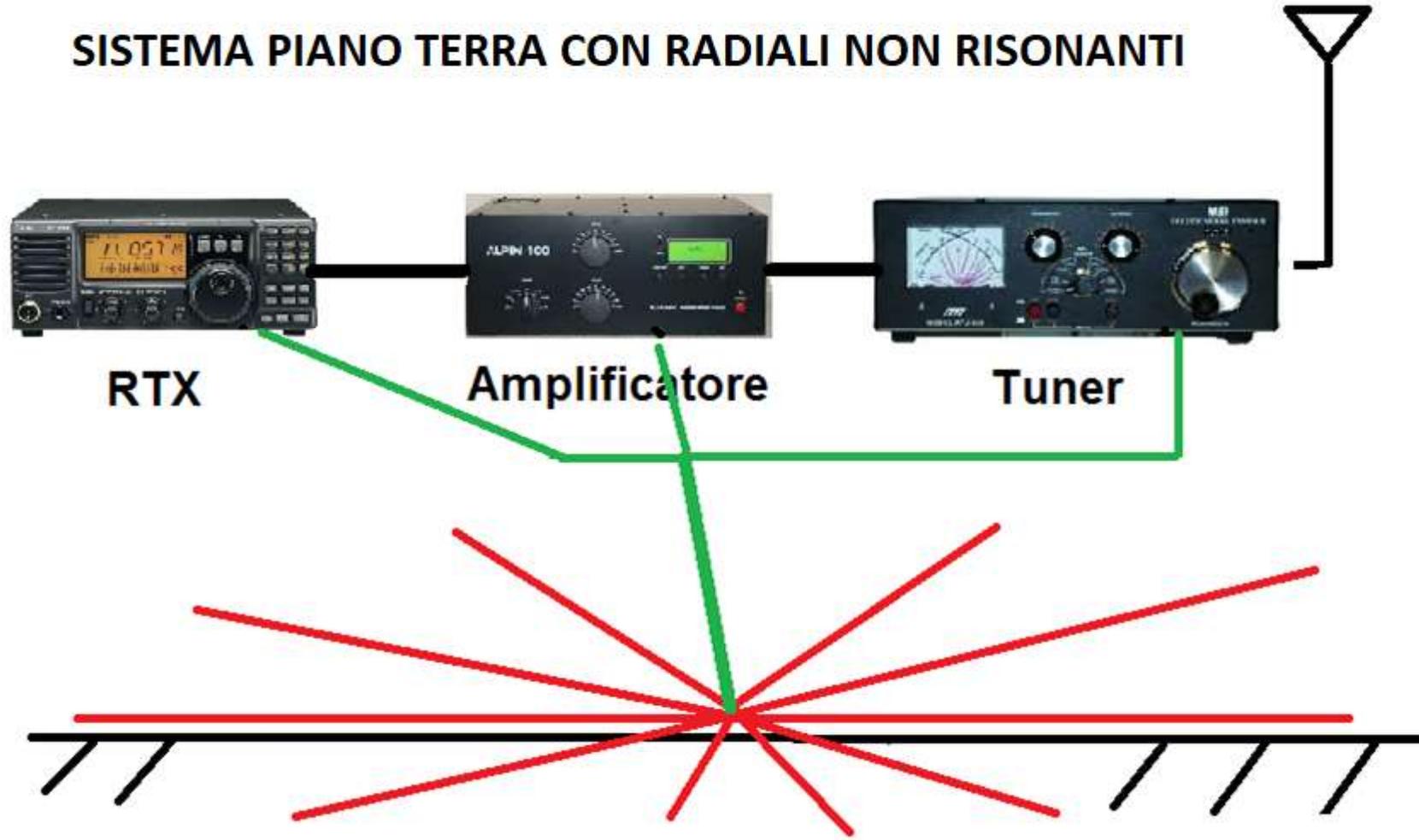
# LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANO TERRA

- Se non abbiamo altre possibilità, disponiamo sul terreno un sistema di radiali (non risonante)
- Oppure, installiamo un radiale **risonante** (1/4 lambda) su ciascuna banda utilizzata



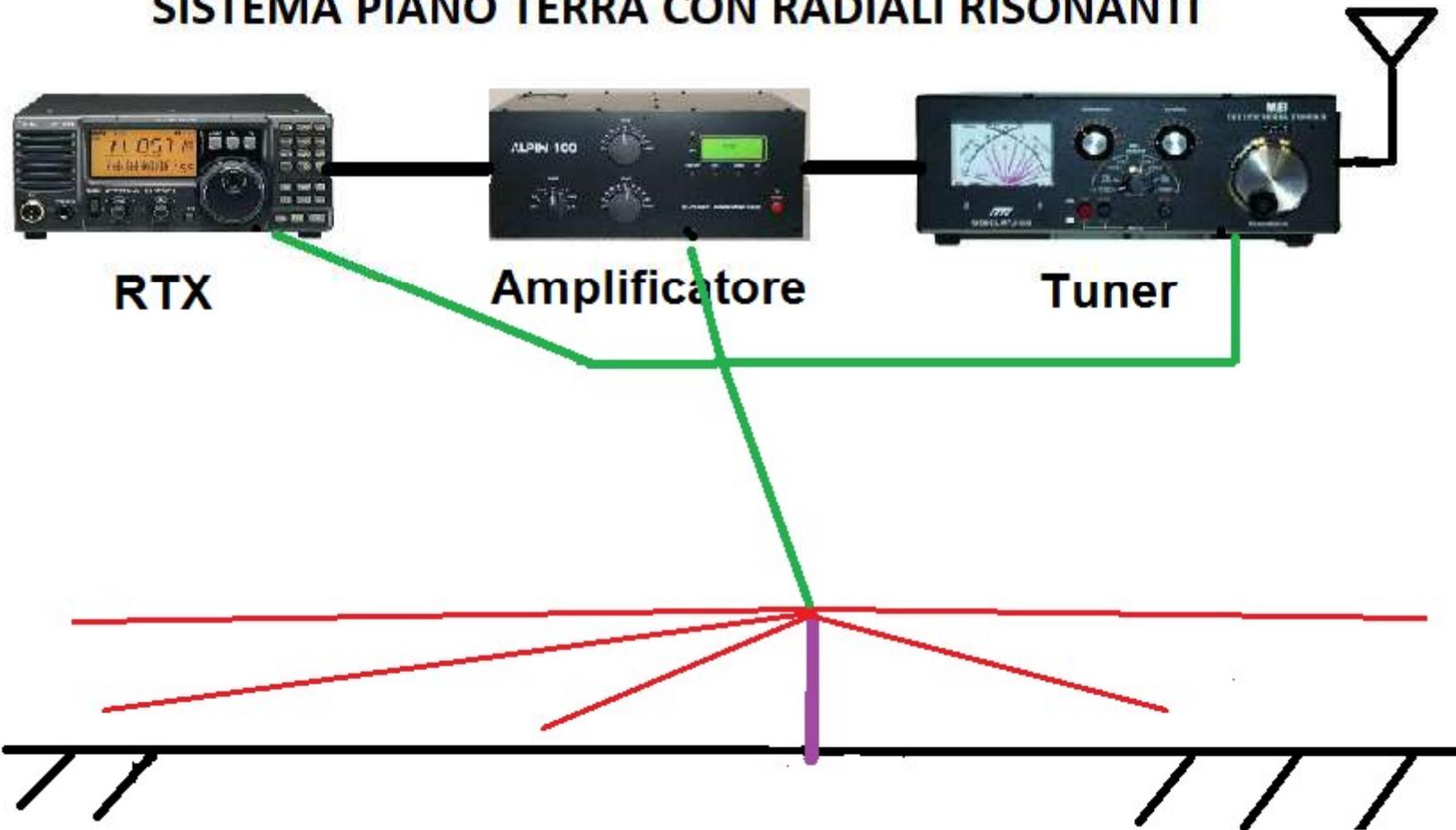
# LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANO TERRA

SISTEMA PIANO TERRA CON RADIALI NON RISONANTI



# LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANO TERRA

SISTEMA PIANO TERRA CON RADIALI RISONANTI



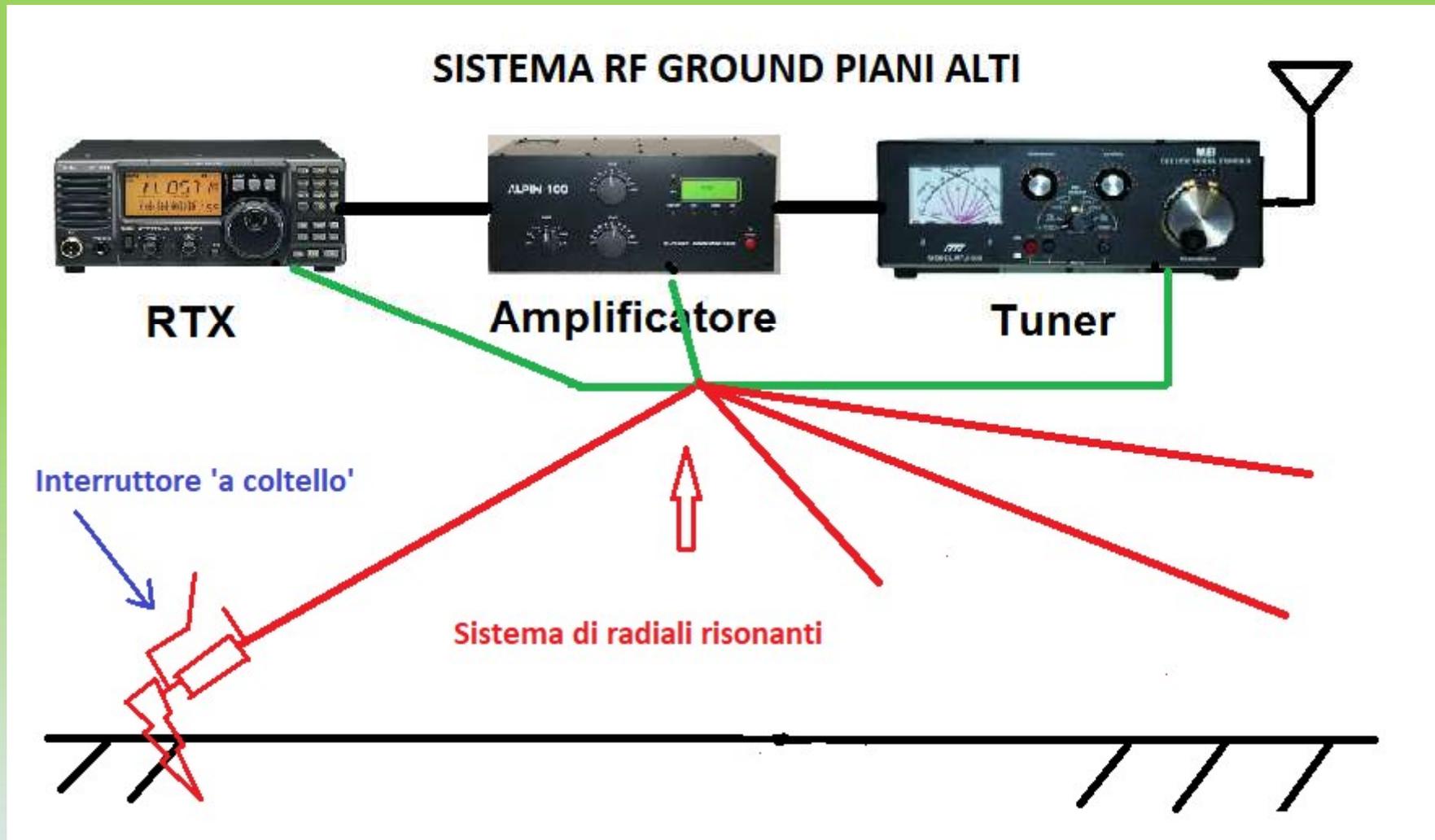
# **LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANI ALTI**

- Se NON siamo al piano terra vicini al terreno, COLLEGHIAMOCI AD UNA RINGHIERA con collegamento generosi (fori passanti e capicorda ampi);
  - Meglio ancora, usiamo più punti di connessione;
  - Teniamo i cavi di collegamento alla ringhiera più corti possibile;
  - Oppure usiamo cavi di differente lunghezza ciascuno collegato ad un diverso punto di contatto
- ...

# **LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANI ALTI**

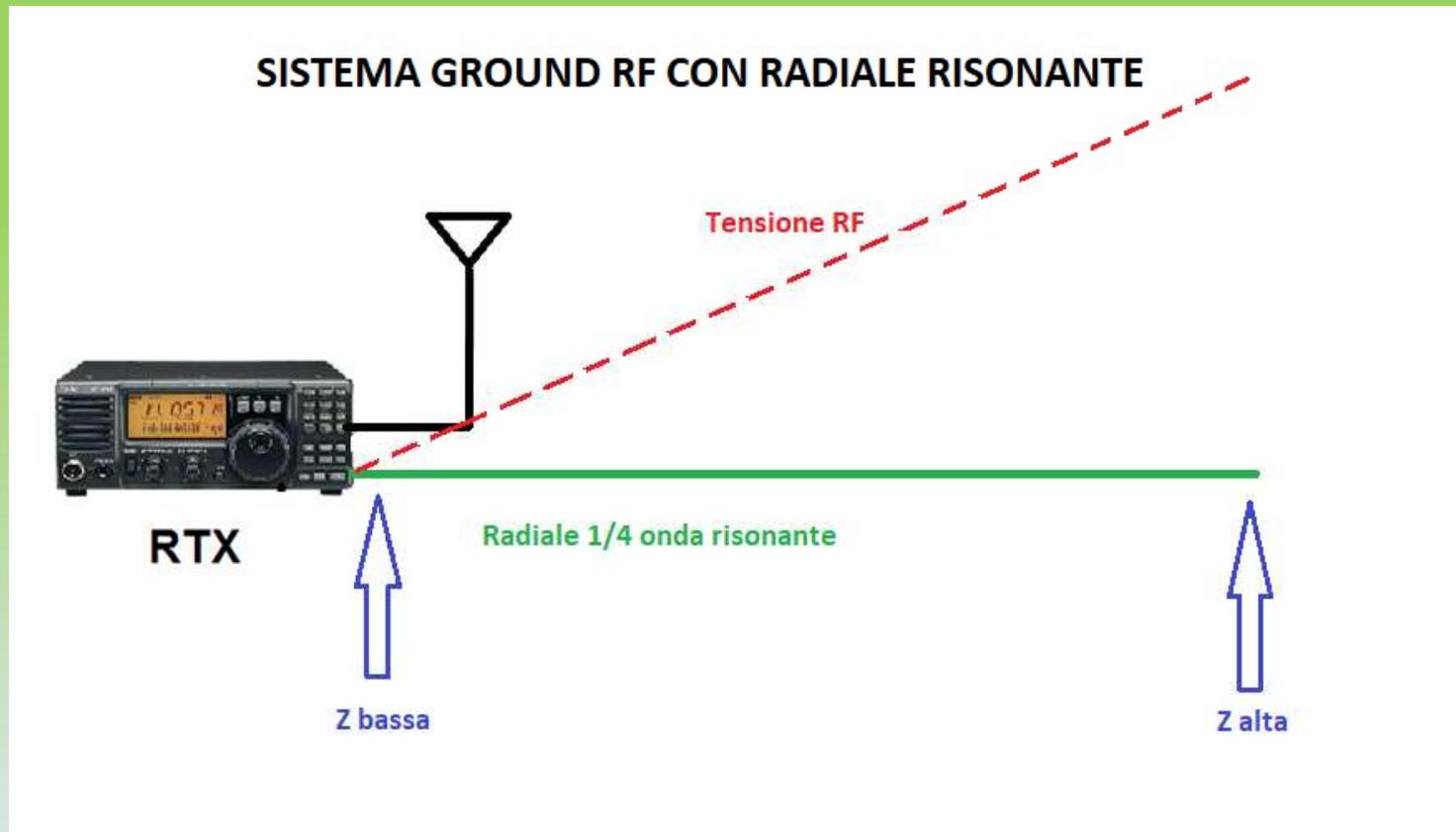
- Una tecnica analoga ma sempre abbastanza efficace è quella di creare un vero e proprio ‘contrappeso RF’
- Come ?
- **CON UN SISTEMA DI RADIALI RISONANTI, CHE PREVEDA ANCHE UN INTERRUTTORE DI NOTEVOLE PORTATA (INTERRUTTORE A COLTELLO) PER CHIUDERE A TERRA IL SISTEMA QUANDO LA STAZIONE NON E' IN FUNZIONE !**
- **E quindi occhio all'interruttore in basso: chiudetelo quando la stazione non è in funzione!**

# LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANO TERRA



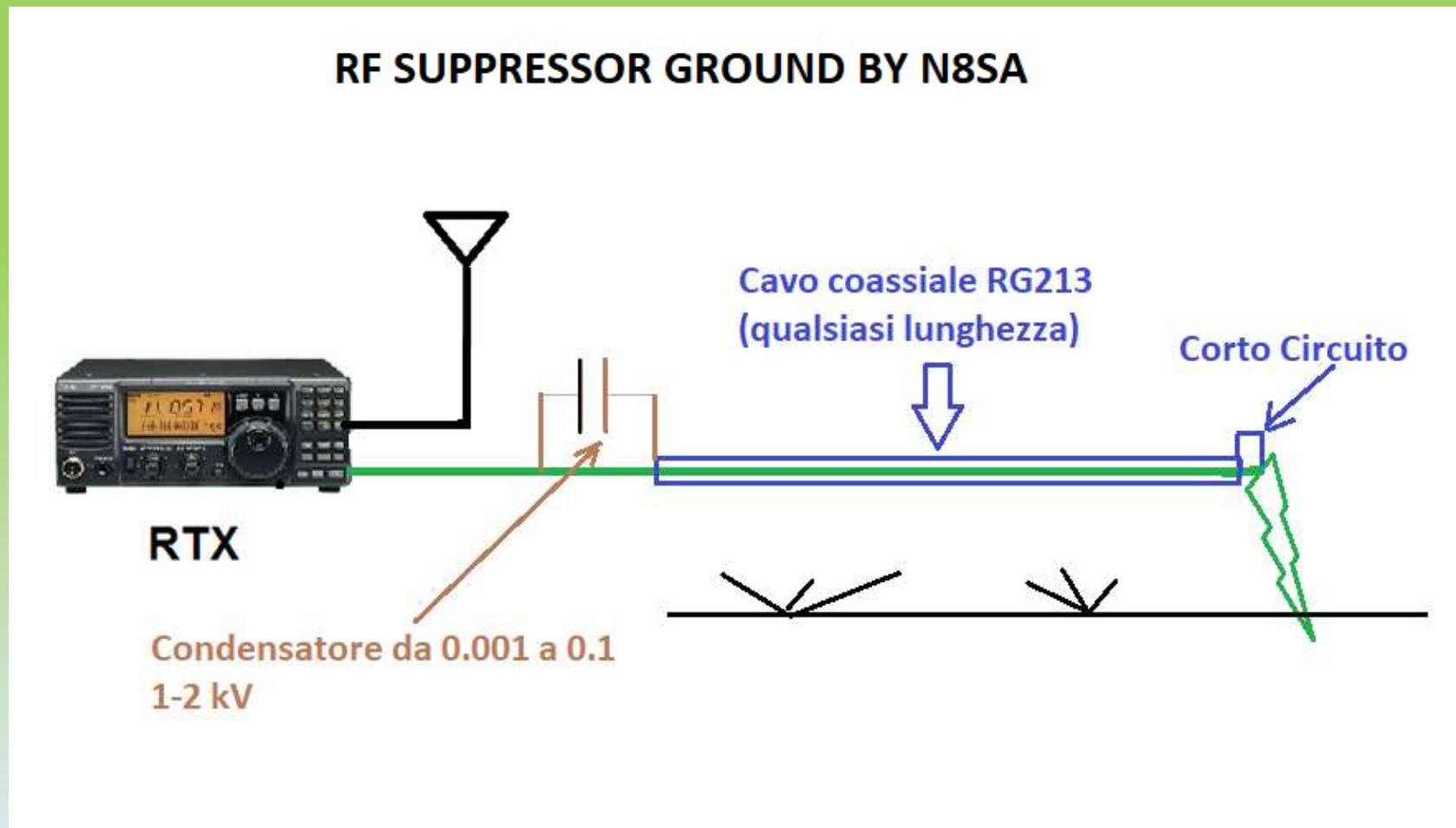
# LE CURE: CREARE UN BUON SISTEMA DI RF GROUND – PIANI ALTI

- In pratica stiamo operando come faremmo con un'antenna verticale con radiali risonanti:



# LE CURE: RF SUPPRESSOR GROUND

- Ingegnoso sistema inventato da W. Chesney N8SA nel 2002 ...

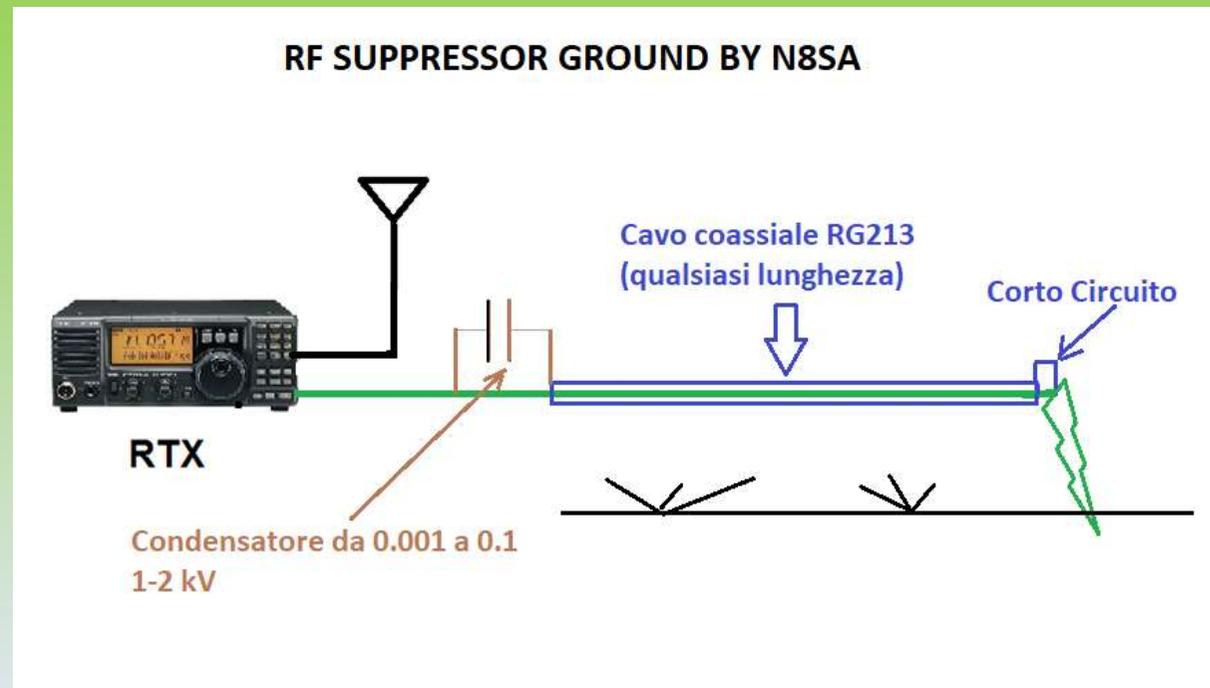


# **LE CURE: RF SUPPRESSOR GROUND SYSTEM - FUNZIONAMENTO**

- Il cavo di collegamento a massa è di fatto inserito in uno schermo per prevenire l'emissione di RF in presenza di alte tensioni RF;
- Ma sulla calza esterna l'alta tensione RF è invece presente perché esposta e aperta, per cui è alta verso la stazione e prossima a zero dal lato della terra;
- Collegando un condensatore con bassa reattanza alla frequenza desiderata fra calza e interno si avrà una bassa impedenza che consentirà la fuga dal conduttore centrale verso terra...

# LE CURE: RF SUPPRESSOR GROUND SYSTEM

- Il cavo di collegamento a massa è schermato (RG8) e può essere lungo quanto si vuole ...
- Il condensatore va scelto in funzione della più bassa frequenza operativa e deve essere ad alto isolamento



# LE CURE: RF SUPPRESSOR GROUND

- Esempio:
- Condensatore da 10.000 pF
- reattanza a 7.1 Mhz =  $1:(2\pi f C) = 2,27$  ohm
- Potenza 100 W
- Tensione rms al conduttore centrale =
  - $\sqrt{100 * 2,27} = 15$  V rms
- Da notare che man mano che la frequenza cresce, la  $X_c$  decade per cui la tensione scende !

# LE CURE: TERRA RF ARTIFICIALE

- Infine è possibile usare un sistema di 'terra artificiale' collegando ad essa un filo 'random':

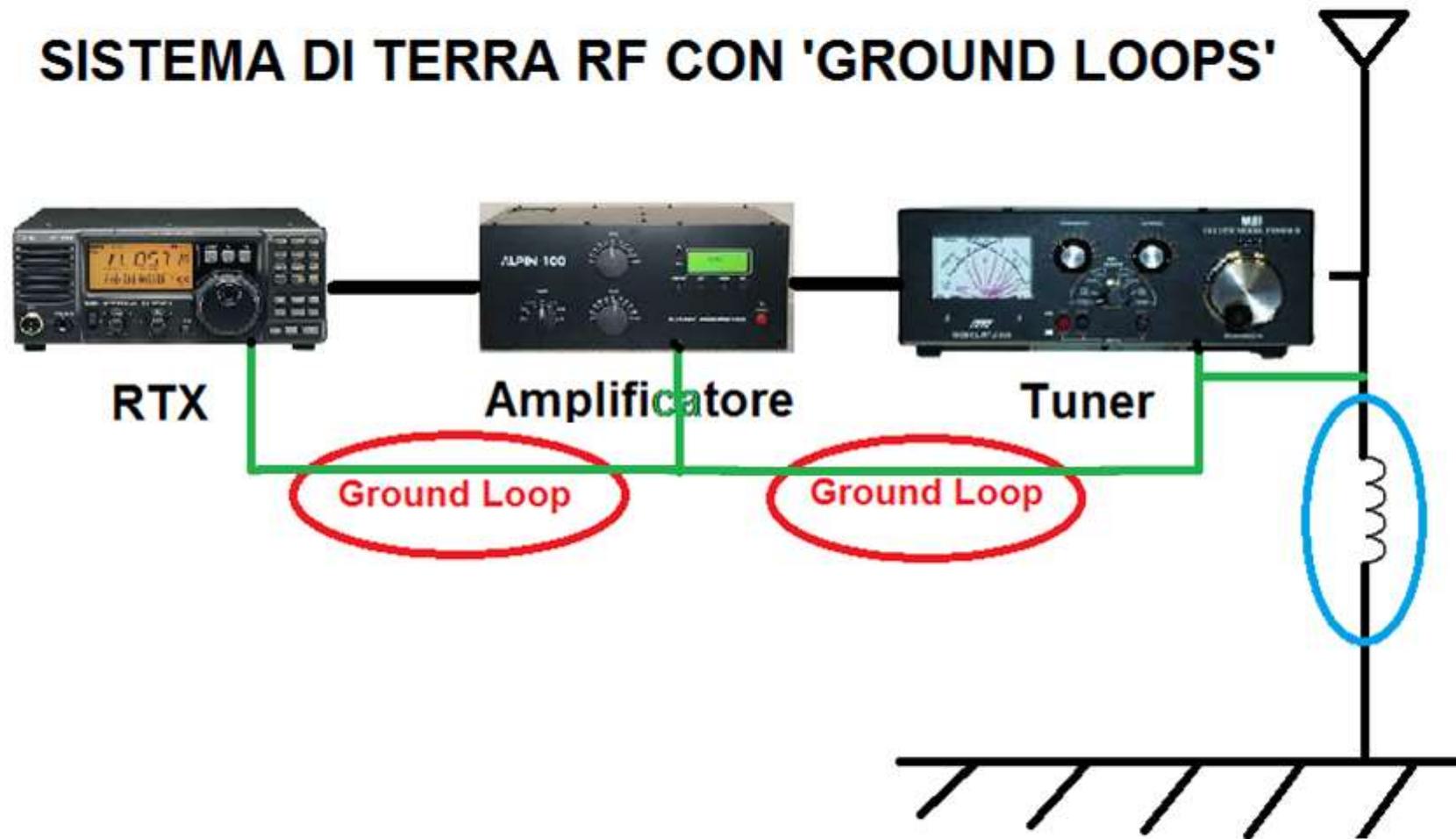


# I 'GROUND LOOPS'

- Quando ogni apparecchiatura è collegata in un punto di terra DIVERSO da quello degli altri, mentre sono interconnesse fra di loro, si creano dei 'ground loops', in pratica simili a 'bobine' ...
- Quando il sistema è in trasmissione, se questi loop sono nel 'Near Field' del sistema trasmittente, l'energia RF si accoppia a ciascun loop (RF coupling) e si crea una tensione RF fluttuante
- L'RF cerca la via di minima resistenza e si può introdurre nei circuiti interni delle apparecchiature ...

# I 'GROUND LOOPS'

SISTEMA DI TERRA RF CON 'GROUND LOOPS'



# LE CURE: ELIMINARE I GROUND LOOP

Eliminiamo i 'ground loop' installando un isolatore di linea per collegare i vari devices (RTX – Amplificatore – Tuner ...)

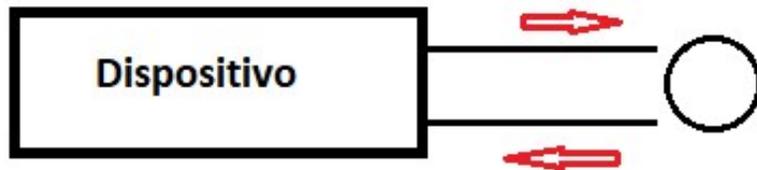


## **LE CORRENTI A RF 'DI MODO COMUNE'**

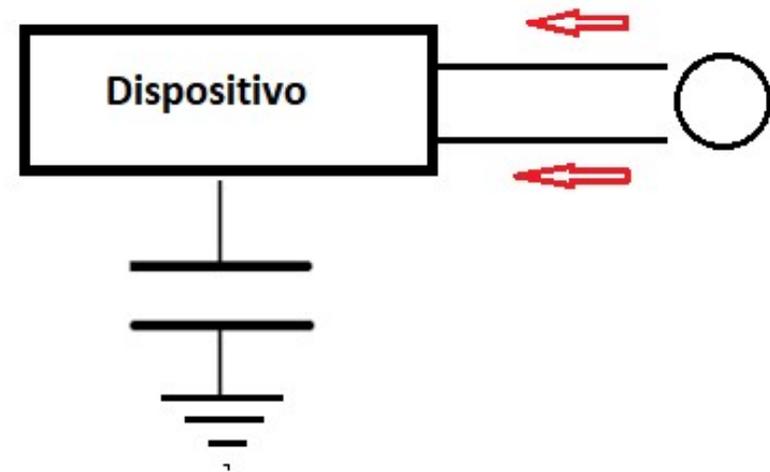
- **Le correnti 'differenziali' percorrono due conduttori, uno in un senso e uno in senso opposto ...**
- **Le correnti 'di modo comune' percorrono i conduttori in un unico senso e trovano la via di ritorno a terra per accoppiamento capacitivo ...**

# LE CORRENTI A RF 'DI MODO COMUNE'

**CORRENTI DI MODO  
DIFFERENZIALE**



**CORRENTI DI MODO  
COMUNE**



## **LE CORRENTI A RF 'DI MODO COMUNE'**

- **Le correnti a RF 'di modo comune' sono una delle fonti più comuni di disturbi nelle nostre stazioni ...**
- **Si creano nella calza dei cavi coassiali o nei cavi (che fungono da antenne) degli altri dispositivi (PC, stampanti, mouse etc.) e possono creare malfunzionamenti agli stessi**

# **LE CORRENTI A RF 'DI MODO COMUNE': LE CURE**

- **Per evitarle è necessario aumentare significativamente l'impedenza dei conduttori su cui scorrono. Come?**
- **La soluzione più semplice è inserire un'induttanza di opportuno valore ...**
- **Il modo più pratico è applicare delle clip di FERRITE attorno al conduttore**

# LE CORRENTI A RF 'DI MODO COMUNE': LE CURE

- Attenzione però al tipo di ferrite!  
Non tutte sono adeguate, dipende dalla 'mescola'. Molte di quelle in commercio sono per PC e funzionano SOLO IN VHF !!!
- Per le HF e le frequenze più basse ci vogliono dei tipi specifici ...

# LE CORRENTI A RF 'DI MODO COMUNE': LE CURE

**CLIP FERRITE PER VHF**



**CLIP FERRITE PER HF**



## **IN CONCLUSIONE ....**

- **Un buon sistema di RF ground contribuisce a ridurre gli effetti nocivi dell'RF**
- **Cerchiamo quindi sempre di impiantare un BUON sistema di RF ground e di impedire lo scorrimento di RF su chassis e cavi**
- **Avremo meno problemi da RF in stazione e un miglior funzionamento complessivo del nostro impianto !!!**

# GLI IMPIANTI DI TERRA **RF** NELLE STAZIONI DI AMATORE

