



ARI - CRT Toscana
Corso per aspiranti Radioamatori 2025

LEZIONE 19

Linee di Trasmissione RF

© i5WHC – 10 Settembre 2025

**Sezione
di
Pisa**



Sezione
di
Pisa

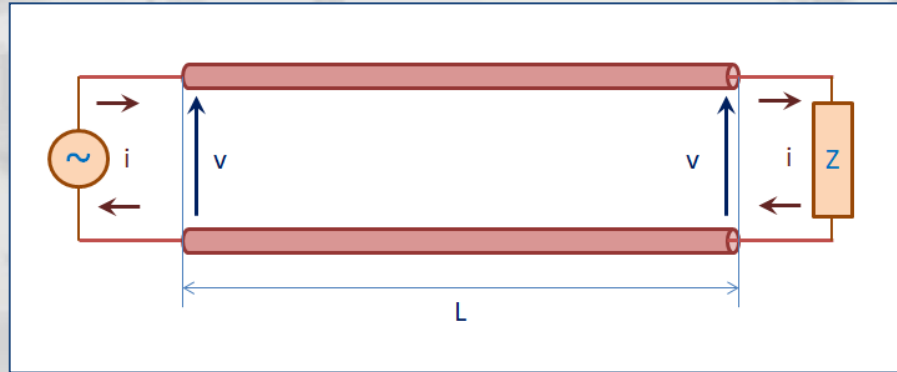
Argomenti della Lezione

- ***La teoria delle linee RF***
- ***Linee in regime di Onde Stazionarie***
- ***Adattamento di impedenza e misure sulle linee***

La teoria delle linee RF

In generale si definisce «Linea di Trasmissione» la coppia di conduttori che collegano il generatore al carico .

*Se la lunghezza della linea è **trascurabile rispetto alla lunghezza d'onda del segnale elettrico** (es.: linea 220V 50Hz -> $\lambda=6000\text{Km}$) si può considerare che la distribuzione delle tensioni e delle correnti lungo la linea sia **uniforme** e lo studio del comportamento della linea viene effettuato con le regole generali dei circuiti elettrici.*

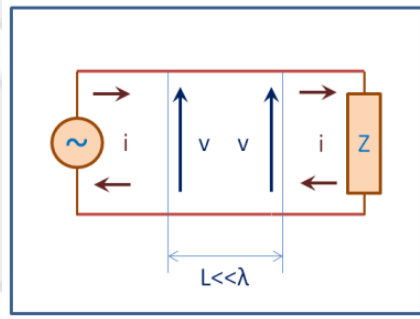


La teoria delle linee RF

Con le regole dell'elettrotecnica classica lo studio del comportamento di un circuito elettrico non tiene infatti conto delle dimensioni fisiche del circuito stesso ipotizzando che il tempo di propagazione delle cariche elettriche nel circuito sia «nullo».

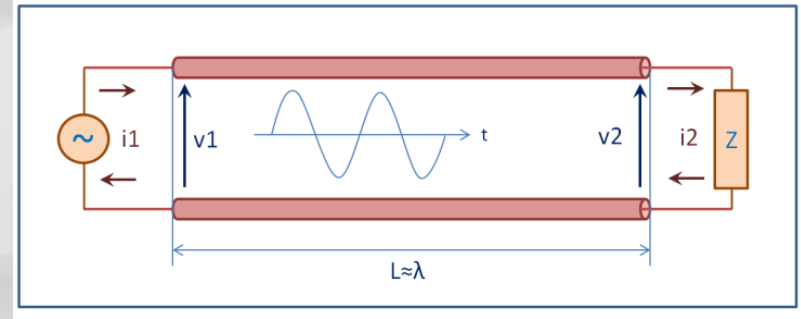
Questa ipotesi può considerarsi valida fintanto che **le dimensioni fisiche dei circuiti in esame risultano molto minori della lunghezza d'onda dei segnali che li percorrono**.

Se invece la dimensione del circuito non è trascurabile rispetto alla lunghezza d'onda, **la distribuzione delle tensioni e delle correnti nel circuito non può più essere considerata uniforme**. Questo avviene quando le dimensioni del circuito (lunghezza della linea) sono dello stesso ordine di grandezza della lunghezza d'onda del segnale che lo percorre e il suo comportamento deve quindi essere analizzato con la «**Teoria delle Linee di Trasmissione**».



➔

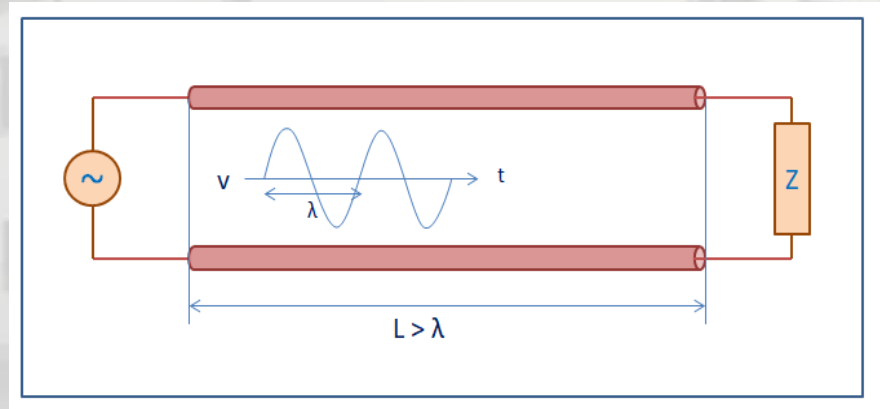
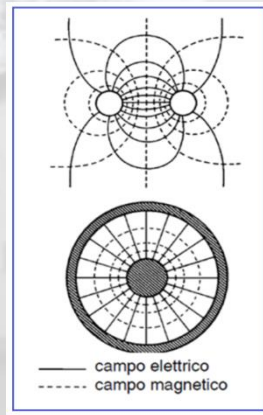
$$\lambda_{(m)} = \frac{300}{F_{(Mhz)}}$$



La teoria delle linee RF

Un caso tipico è quello di una linea di trasmissione RF che alimenta un'antenna il cui il comportamento andremo ad analizzare in questa lezione.

Per semplicità di rappresentazione, nelle slide seguenti, faremo riferimento ad una linea bifilare ma anche nel caso di un cavo coassiale, dove i due conduttori che costituiscono la linea sono tra loro concentrici, valgono esattamente le stesse considerazioni.

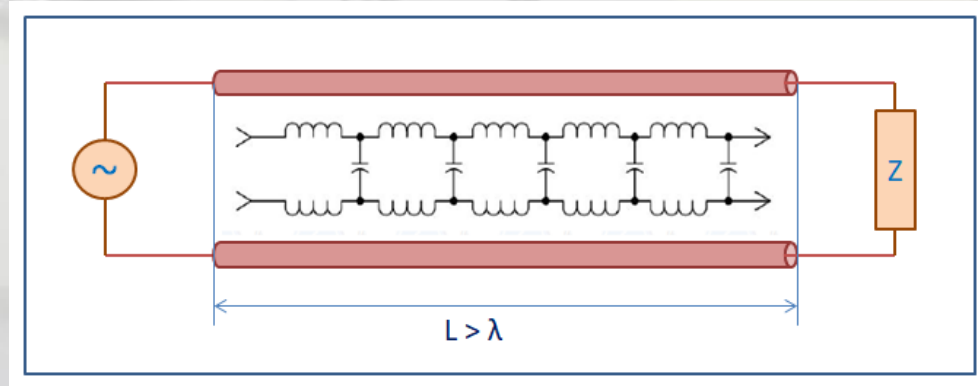


La teoria delle linee RF

Per comprendere meglio cosa accade in una linea percorsa da una corrente RF dobbiamo fare alcune considerazioni:

- *Ciascuno dei conduttori che costituiscono la linea presenta una «**induttanza distribuita**» che è funzione delle caratteristiche fisiche del conduttore stesso (diametro, lunghezza, presenza del dielettrico)*
- *I due conduttori si comportano come le armature di un condensatore e quindi tra i due conduttori è presente una «**capacità distribuita**» che è funzione delle caratteristiche fisiche dei conduttori e della loro distanza nonché della presenza o meno di un dielettrico.*

Possiamo quindi assimilare la linea ad un circuito LC a costanti distribuite.



Teoria delle «Linee di Trasmissione»

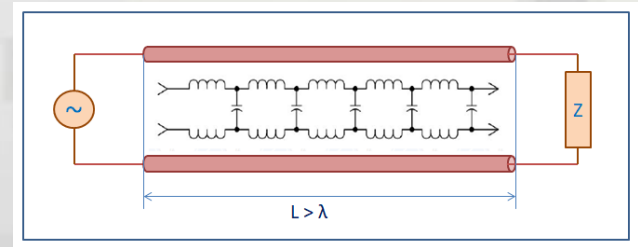
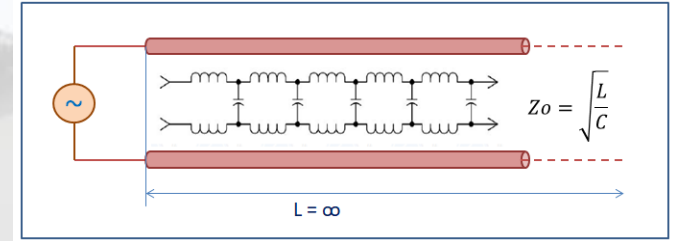
Senza entrare nello specifico della teoria delle linee di trasmissione proviamo però a fissare alcuni concetti base che ci serviranno in seguito per comprendere meglio il comportamento di una linea RF

Come abbiamo visto una linea di trasmissione può essere sempre assimilata ad un circuito LC a costanti distribuite. Se consideriamo una linea di lunghezza infinita è possibile dimostrare che in queste condizioni la linea è in regime di onda progressiva e presenta al generatore una impedenza Z_0 il cui valore è pari a:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

L = Induttanza per unità di lunghezza
 C = Capacità per unità di lunghezza

Quando una linea reale è chiusa su una impedenza Z uguale alla propria impedenza caratteristica Z_0 si comporta come una linea di lunghezza infinita nella quale il segnale si propaga solo in modo «progressivo» e dove tutta l'energia erogata dal generatore viene trasferita al carico.



La teoria delle linee RF

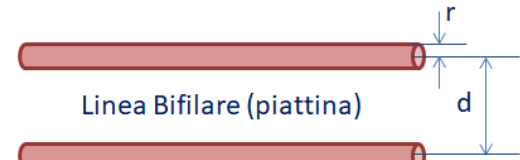
Possiamo quindi osservare come l'impedenza caratteristica di una linea dipende dalle caratteristiche fisiche che determinano i valori di L (Induttanza per unità di lunghezza) e di C (Capacità per unità di lunghezza)

Nella pratica per trasferire l'energia da un generatore RF (TX) ad un carico (antenna) vengono impiegati prevalentemente i «cavi coassiali» anche se in alcuni casi particolari si ricorre ancora all'uso di linee «bifilari»



$$Z_0 = \frac{276}{\sqrt{\epsilon_r}} \log \frac{d}{r}$$

Valori tipici di Z_0 per una
Linea Bilanciata 200 – 300 Ω



Linea Bifilare (pattina)

ϵ_r = Costante dielettrica dell'isolante

$$Z_0 = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_r}} \log \frac{D}{d}$$

Valori tipici di Z_0 per un Cavo
Coassiale 50 – 75 Ω



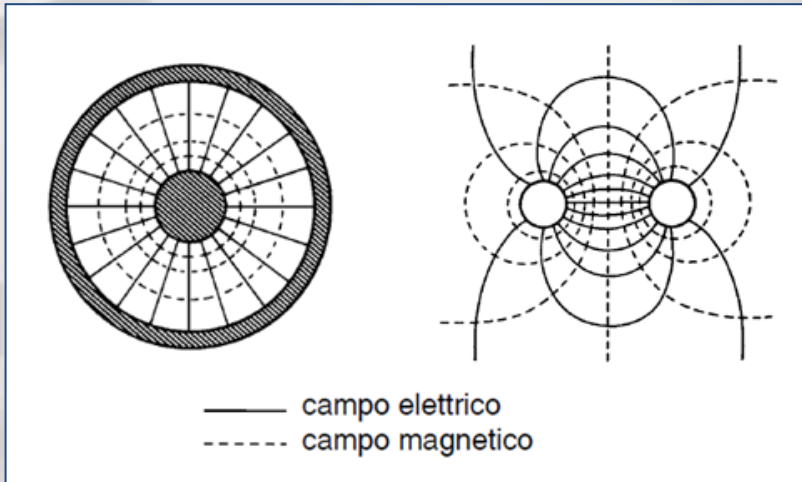
Cavo Coassiale

La teoria delle linee RF – Cavi Coassiali

*Il motivo per cui l'impiego di un cavo coassiale è preferibile rispetto ad una linea bifilare è determinato dai vantaggi prodotti dalla presenza del conduttore esterno (calza) che determina **la schermatura totale dei campi EM impedendone la propagazione nello spazio circostante** cosa che, in parte, avviene invece con l'impiego di **una linea bifilare che quindi può essere influenzata dalla presenza di altri materiali conduttori posti nelle vicinanze.***

Per questo motivo un cavo coassiale può essere posato in qualsiasi ambiente anche interrato senza che vi sia interferenza di alcun tipo cosa che non è possibile per una linea bifilare.

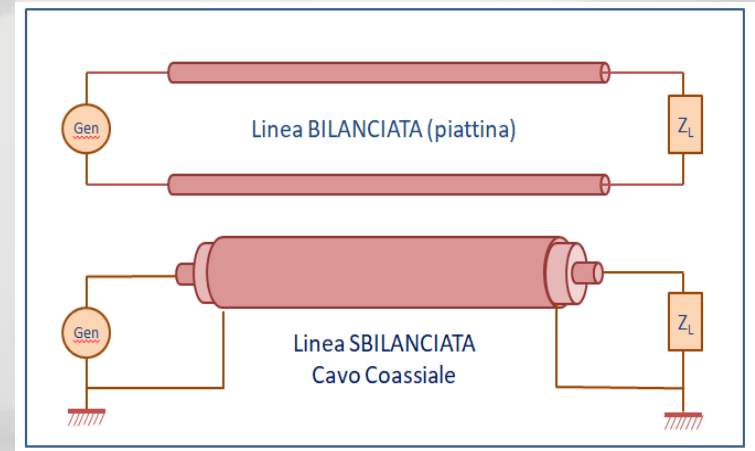
Per contro l'attenuazione di un cavo coassiale è generalmente maggiore rispetto ad una linea bifilare.



La teoria delle linee RF – Cavi Coassiali

Per le sue caratteristiche il cavo coassiale può essere impiegato esclusivamente per la connessione tra generatori e carichi «**sbilanciati**» ovvero che **hanno uno dei due terminali riferito a terra**. Vedremo più avanti, quando si parlerà di antenne, che l'utilizzo di un cavo coassiale per alimentare un carico «bilanciato» è possibile ma richiede l'impiego di un dispositivo di adattamento, il «**Balun**». La totalità degli apparati ricetrasmittenti moderni presenta un'uscita di tipo «sbilanciato» per cui è necessario l'impiego del cavo coassiale.

Una linea bifilare come una piattina è invece impiegata per la connessione tra generatori e carichi «**bilanciati**» ovvero che non hanno alcun terminale connesso a terra. Nella pratica l'uso della linea bifilare è limitato solo ad alcuni casi particolari (es: adattamento di impedenza)



La teoria delle linee RF – Cavi Coassiali

*E' bene ricordare che nello studio teorico delle linee **si ipotizza che la linea di trasmissione sia priva di attenuazione** ma, come vedremo, nella realtà non è così.*

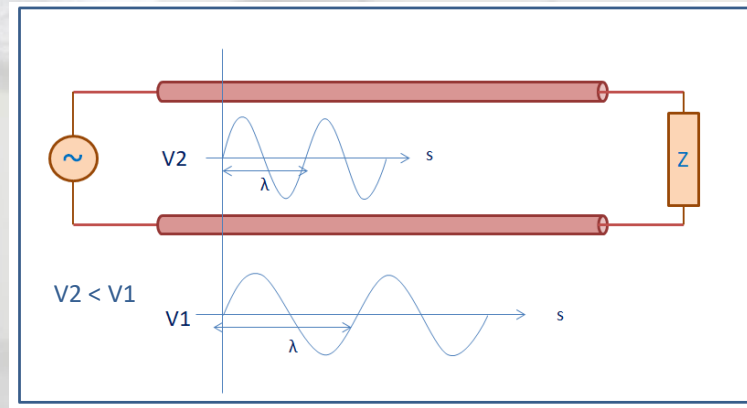
Una linea di trasmissione reale, come un cavo coassiale, così come una linea bifilare, è quindi caratterizzata da una serie di parametri specifici che ne definiscono le caratteristiche di funzionamento reale e che sono:

- *«**Impedenza caratteristica**» tipicamente i valori sono **50 – 75 Ω per i cavi coax, 200 – 300 Ω per le linee bifilari**, valori che, come già visto, dipendono dal rapporto tra le dimensioni dei conduttori e dalle caratteristiche del dielettrico*
- *«**Attenuazione**» il valore di attenuazione generalmente **espresso in dB/mt. aumenta in funzione della frequenza** e dipende dalle caratteristiche dei conduttori e del dielettrico. Nei cavi coassiali l'attenuazione è minore per i cavi di maggior diametro e/o che impiegano dielettrico «foam».*
- *«**Fattore di velocità**» la velocità di propagazione del segnale lungo una linea di trasmissione è generalmente inferiore a quella che si ha nello spazio libero ($3 \cdot 10^8$ m/sec), questo parametro ci dice di quanto si riduce la velocità di propagazione lungo la linea e come vedremo nelle slide successive è utilissimo per determinare la «lunghezza elettrica» di una linea in base alla frequenza di utilizzo, **valori tipici di F_v per un cavo coassiale sono compresi tra 0,65-0,80***

La teoria delle linee RF – Cavi Coassiali

La velocità di propagazione del segnale lungo una linea di trasmissione è generalmente inferiore a quella che si ha nello spazio libero ($3 \cdot 10^8$ m/sec) e **dipende dalle caratteristiche del dielettrico**, ne consegue che a parità di tempo il segnale stesso percorrerà lungo la linea uno spazio minore di quello che percorrerebbe nel vuoto. Questo determina che per un ciclo completo, la lunghezza d'onda (λ) del segnale non coincide con **lo spazio fisico percorso nella linea stessa che risulta essere minore**. Per questo motivo si parla di «lunghezza fisica» e di «lunghezza elettrica».

Lunghezza fisica = Lunghezza Elettrica (λ) x Fattore di velocità



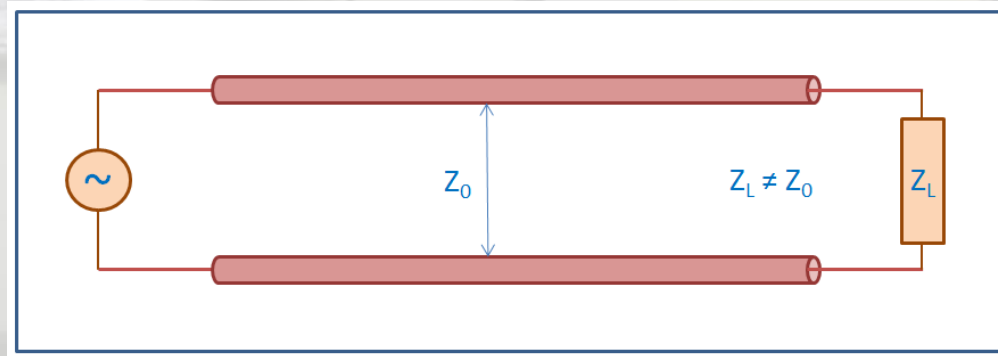
La teoria delle linee RF – Cavi Coassiali

Nella tabella sono riportate, a titolo di esempio, le caratteristiche di alcuni cavi coassiali di uso più comune

Tipo	Z_0	ϕ Cond. interno mm	Dielettrico	ϕ Cond. esterno mm	$\alpha_0 @ 1 \text{ GHz}$ dB/100 m	Fattore di velocità
RG-11 A/U	75 ± 3	1,2	PE	8,1	26,6	0,66
RG-58 C/U	50 ± 2	0,9	PE	3,6	60	0,66
RG-59 B/U	75 ± 3	0,6	PE	4,5	38,3	0,66
RG-174 /U	50 ± 2	0,48	PE	2	98	0,66
RG-213/U	50 ± 2	2,25	PE	8,1	28	0,66
RG-214/U	50 ± 2	2,25	PE	8,7	28	0,66
RG-223/U	50 ± 2	0,89	PE	4,2	69	0,66
RG-401/U	$50 \pm 0,5$	1,64	PTFE	6,35	22	0,70
RG-402/U	50 ± 1	0,91	PTFE	3,58	35	0,70
RG-405/U	$50 \pm 1,5$	0,51	PTFE	2,19	66	0,70

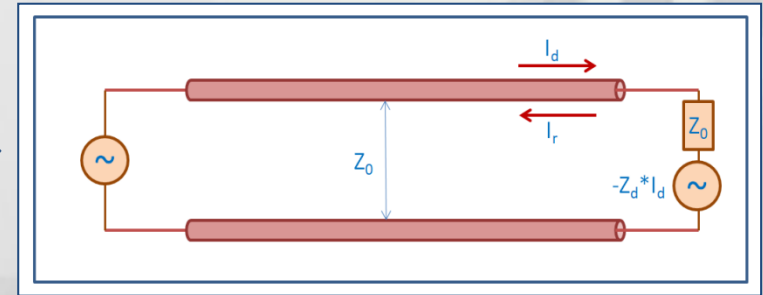
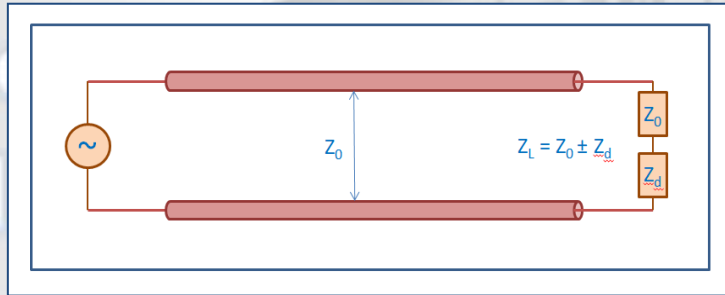
La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

Vediamo adesso cosa accade se terminiamo una linea di trasmissione con un carico la cui impedenza Z_L sia diversa dall'impedenza caratteristica Z_0 della linea. In questo caso la linea non sarà più in regime di «onde progressive» ma una parte dell'energia che raggiunge il carico verrà «riflessa» verso il generatore determinando un regime di «onde stazionarie» questo a causa del disadattamento di impedenza tra linea e carico.



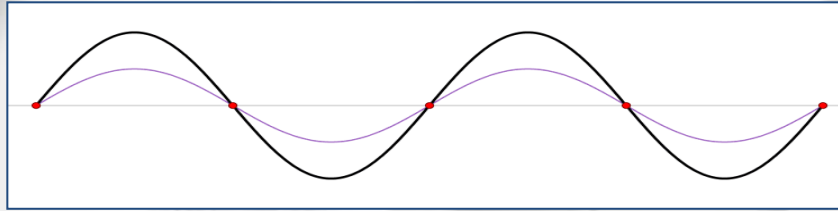
La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

Per comprendere meglio che cosa accade chiudendo la linea di trasmissione con un'impedenza Z_L diversa dall'impedenza caratteristica Z_0 della linea, possiamo immaginare l'impedenza di terminazione Z_L come composta dalla serie di due impedenze, la prima di valore Z_0 pari all'impedenza caratteristica della linea, e la seconda di valore Z_d pari alla differenza tra Z_0 e Z_L . La potenza erogata dal generatore si distribuirà in maniera proporzionale sulle due impedenze, una parte, quella relativa a Z_0 si dissiperà effettivamente **in regime di onda progressiva** su Z_L mentre la la quota parte dell'energia che si sarebbe dovuta dissipare su Z_d in realtà rappresenta la potenza **che sarà riflessa indietro verso il TX** come se al posto di Z_d fosse presente un generatore di analoga potenza, i due diversi flussi daranno origine ad un regime di «**onde stazionarie**» a causa della differenza di ampiezza e fase dei due flussi che si propagano in direzione opposta lungo la linea.



La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

La composizione dei due flussi isofrequenziali (diretto e riflesso) che si propagano in direzione opposta lungo la linea determina, in funzione delle rispettive ampiezze e fasi, valori di tensione e di corrente diversi da punto a punto della linea stessa ma la cui posizione rimane «stazionaria», tali valori si ripetono ciclicamente ogni $\lambda/2$

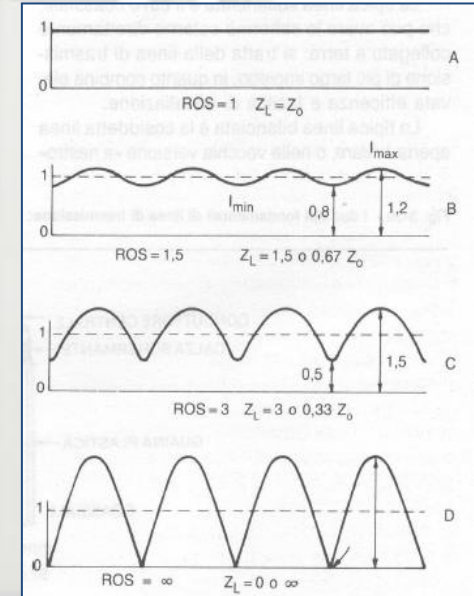


La figura a lato mostra l'andamento della corrente e della tensione lungo la linea in regime di «onde progressive» (A) e di «onde stazionarie» (B,C,D). In regime di onde stazionarie, lungo la linea si formano minimi e massimi di tensione e di corrente la cui ampiezza dipende dall'entità del disadattamento.

Si definisce ROS o SWR (Rapporto di Onde Stazionarie) il rapporto tra la tensione massima e la tensione minima che si presentano lungo la linea:

$$ROS = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{Z_0}{Z_L} \text{ (se } Z_L < Z_0) \text{ oppure } \frac{Z_L}{Z_0} \text{ (se } Z_L > Z_0)$$

Il valore del ROS può variare tra un minimo di 1 e un massimo pari a ∞ (infinito)



La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

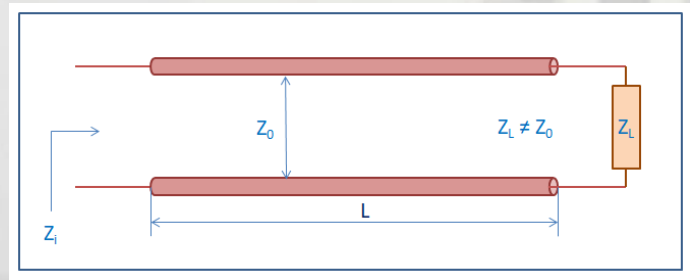
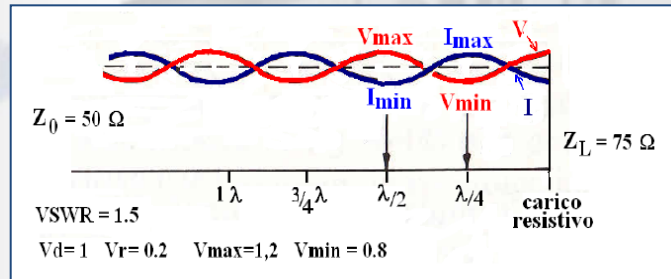
La presenza di minimi e massimi di tensione e di corrente lungo la linea determina che di conseguenza dall'altro capo della linea si presenti un valore di impedenza Z_i che può variare da un minimo Z_{min} ad un massimo Z_{max} in funzione della «lunghezza elettrica» della linea stessa, **tali valori si ripetono ciclicamente ogni $\lambda/2$.**

$$\text{Se } Z_L < Z_0$$

$$Z_{min} = Z_L \text{ e } Z_{max} = Z_0^2 / Z_L$$

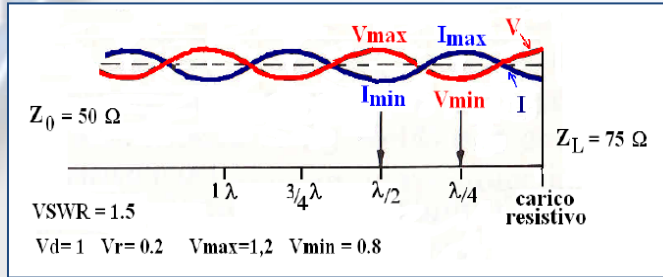
$$\text{Se } Z_L > Z_0$$

$$Z_{min} = Z_0^2 / Z_L \text{ e } Z_{max} = Z_L$$



La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

Come abbiamo visto il Rapporto di Onda Stazionaria (ROS o SWR) è definito come il rapporto tra la tensione massima V_{max} e la tensione minima V_{min} che si determinano lungo una linea in regime di onda stazionaria



$$SWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{Z_0}{Z_L} \text{ (se } Z_L < Z_0) \text{ oppure } \frac{Z_L}{Z_0} \text{ (se } Z_L > Z_0)$$

$$Z_{min} = \frac{Z_0}{SWR} \quad Z_{max} = Z_0 * SWR$$

Sebbene lungo una linea in regime di onde stazionarie i valori di tensione e corrente lungo la linea stessa siano diversi da punto a punto e si ripetano ciclicamente ogni $\lambda/2$, il rapporto tra V_{max} e V_{min} è comunque costante e quindi anche **il valore di ROS risulta costante in ogni punto della linea**. Non è così, come abbiamo già visto, per il valore dell'impedenza che si presenta lungo la linea in quanto le variazioni di ampiezza e fase della tensione e della corrente, lungo la linea stessa, determinano valori di impedenza che variano tra un valore minimo Z_{min} e un valore massimo Z_{max} con ciclicità $\lambda/4$

Teoria delle «Linee di Trasmissione»

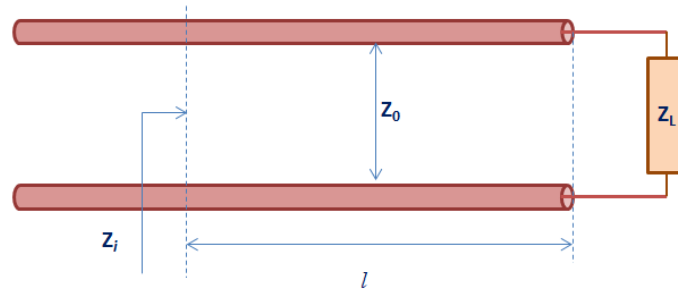
Determinare analiticamente il valore che Z_i può assumere in un punto generico lungo una linea in regime di onde stazionarie non è un calcolo banale e non lo era soprattutto prima dell'avvento dei computer ma da quanto abbiamo visto fino a qui possiamo comunque fare alcune interessanti considerazioni:

- *Il valore che può assumere Z_i è compreso tra un valore massimo Z_{max} e un valore minimo Z_{min} che come abbiamo visto dipendono dal valore del SWR*
- *Anche nel caso in cui Z_0 e Z_L siano valori puramente resistivi **Z_i assumerà alternativamente con ciclicità $\lambda/2$ componenti reattive sia induttive che capacitive tranne che a distanza pari ad un multiplo intero di $\lambda/4$***

Coefficiente di riflessione $\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$

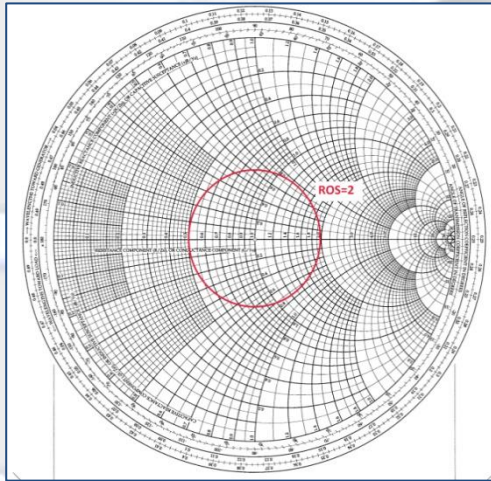
$$Z_i = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \operatorname{tg}(\beta l)}{Z_0 + jZ_L \operatorname{tg}(\beta l)}$$

$$SWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

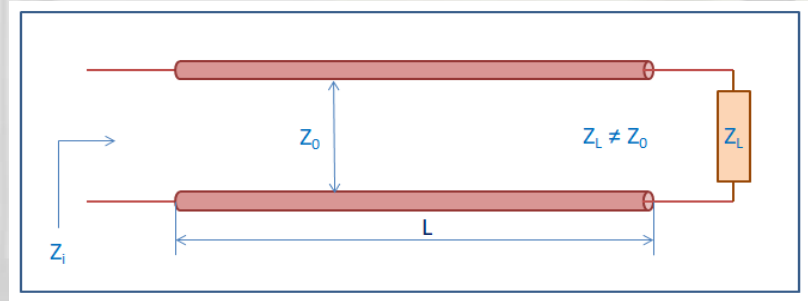


La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

La condizione appena descritta determina quindi che lato generatore (TX), una linea in regime di onde stazionarie, presenti un'impedenza Z_i diversa da quella di terminazione Z_L e che **il valore di impedenza «vista» dal generatore vari al variare della lunghezza elettrica della linea stessa con una ciclicità pari a $\lambda/2$ sebbene il valore di ROS rimanga costante.** Come vedremo meglio più avanti di questo aspetto si deve tenere di conto nel posizionamento dello strumento in particolare quando andremo ad effettuare delle misure di impedenza.



Il valore di Z_i in funzione della lunghezza elettrica della linea può essere determinato graficamente con l'utilizzo di un digramma polare che prende il nome di «carta di Smith».



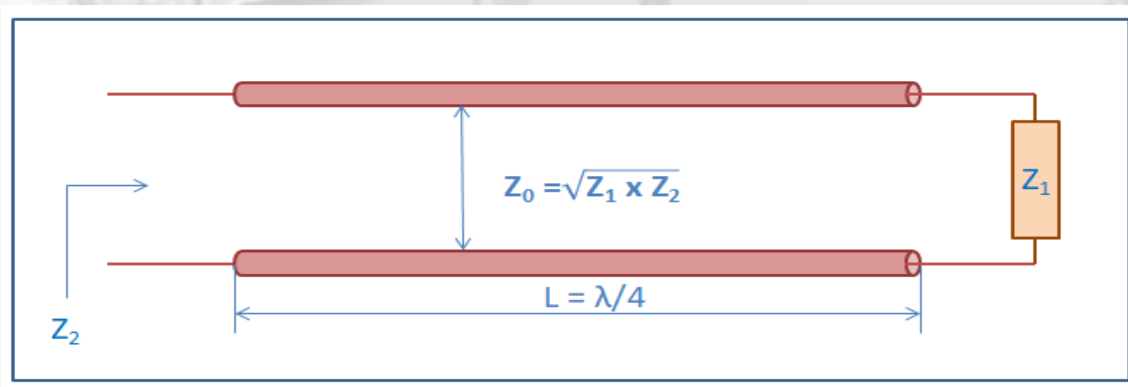
La teoria delle linee RF – Il trasformatore $\lambda/4$

Il comportamento di una linea che lavora in regime di «onde stazionarie» può essere utilmente sfruttato come «**trasformatore di impedenza**»

Questo deriva dal particolare comportamento di un tronco di linea lungo $\lambda/4$ (un quarto d'onda) e terminato su un'impedenza diversa da quella della linea stessa.

Questa condizione può essere utilizzata per adattare tra loro due impedenze diverse Z_1 e Z_2 interponendo tra esse uno spezzone di linea di **lunghezza elettrica** $= \lambda/4$ e la cui impedenza caratteristica sia pari a:

$$Z_0 = \sqrt{Z_1 \times Z_2}$$



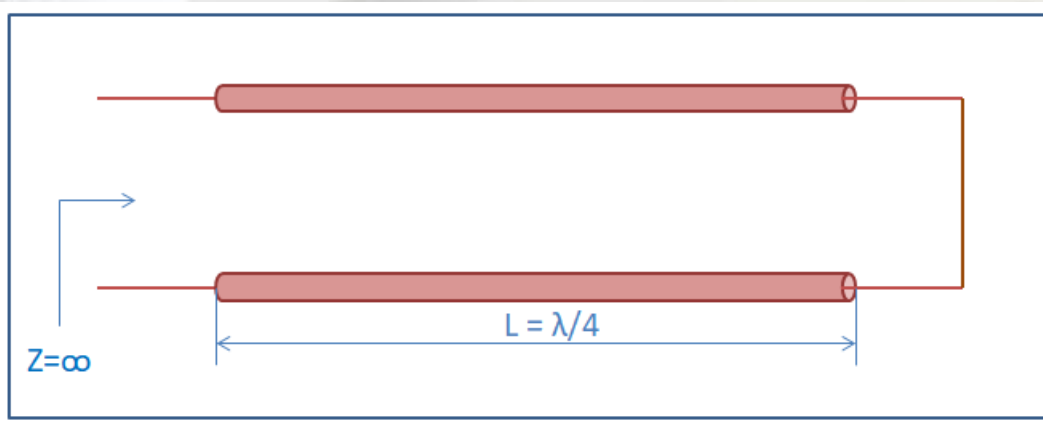
La teoria delle linee RF – Linea aperta o in corto circuito

Un caso particolare è quello in cui un tronco di linea lungo $\lambda/4$ (un quarto d'onda) sia chiuso in corto circuito.

In questa condizione dal lato opposto si ha una impedenza infinita.

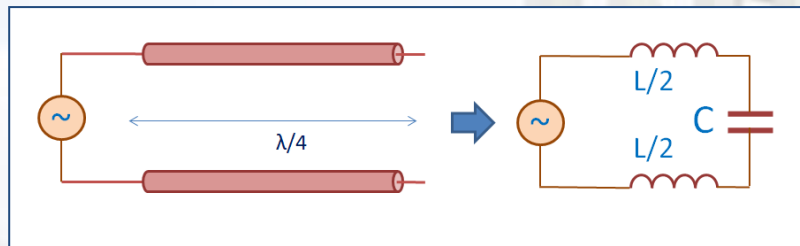
In questo caso per lunghezze diverse dal quarto d'onda la linea in corto circuito si comporta come un'induttanza pura per lunghezze inferiori a $\lambda/4$ e come una capacità pura per lunghezze comprese tra $\lambda/4$ e $\lambda/2$.

In caso di linea aperta il comportamento è esattamente l'opposto.

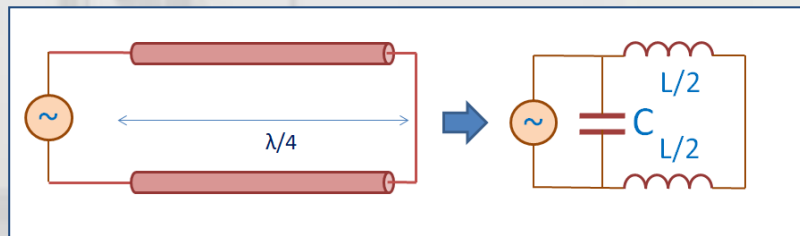


La teoria delle linee RF – Linea aperta o in corto circuito

*Possiamo quindi affermare che un tronco di linea lungo $\lambda/4$ «aperto» **si comporta come un circuito risonante «Serie»***



*Mentre un tronco di linea lungo $\lambda/4$ «chiuso in corto circuito» **si comporta come un circuito risonante «Parallelo»***



La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

Come già detto, diretta conseguenza del disadattamento che da origine al regime di «onde stazionarie» è che una parte dell'energia erogata dal generatore raggiunge il carico mentre la parte restante viene persa.

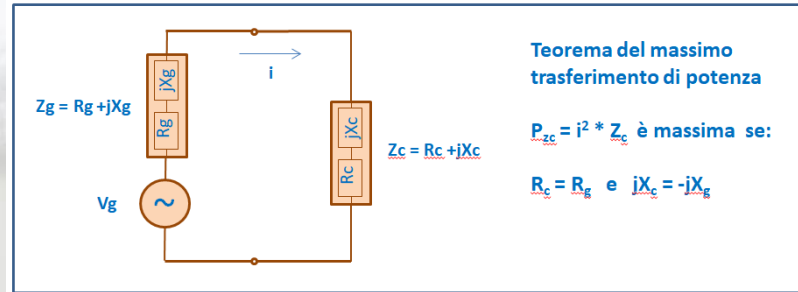
*La quota di energia non assorbita dal carico **viene dissipata nel cavo coassiale e nel generatore stesso** ma contrariamente a quanto comunemente si crede **la quota parte di energia persa è comunque relativamente bassa fintanto che i valori di ROS sono minori di 3.***

*Un valore del ROS elevato può però **determinare una condizione anomala di funzionamento del trasmettitore e della linea** causando l'aumento del valore di attenuazione della linea stessa. Gli elevati valori di tensione e di corrente che vengono raggiunti in alcuni punti della linea possono, in caso di potenze elevate, portare anche al danneggiamento del cavo e/o del trasmettitore.*

C'è però anche un altro aspetto che non deve essere sottovalutato in quanto come già visto in presenza di ROS, anche non elevato, la linea può presentare al trasmettitore un valore di impedenza che può essere sensibilmente diverso dal valore nominale.

La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

La legge di Jacobi nota anche come “teorema del massimo trasferimento di potenza” ci dice che la massima potenza che un generatore può erogare su un carico si ottiene quando il valore dell’impedenza del carico è pari al “complesso coniugato” dell’impedenza interna del generatore ovvero, tradotto in parole più semplici, **quando l’impedenza del carico ($Z = R+jX$) ha la stessa componente resistiva R dell’impedenza interna del generatore e componente reattiva jX di segno opposto a quella del generatore stesso, così che le componenti reattive si annullino reciprocamente.**



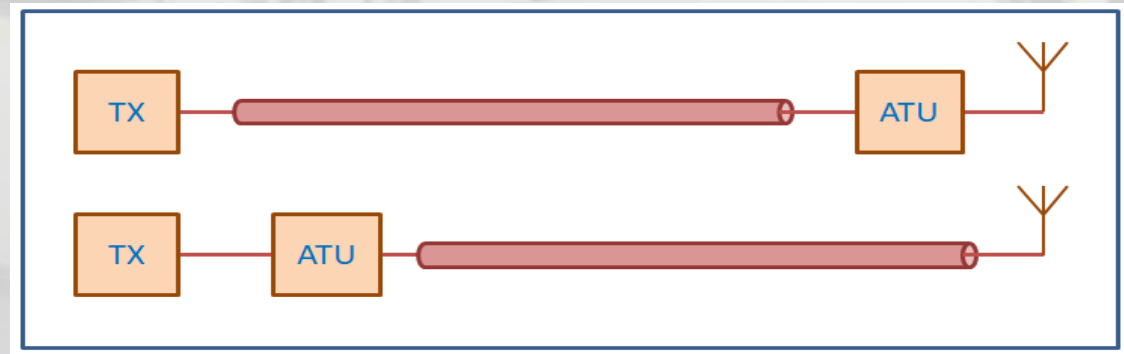
Nel nostro caso quindi in uscita dal trasmettitore avrò la massima potenza disponibile solo quando il trasmettitore sarà chiuso su una terminazione (linea) che presenta un’impedenza pari alla impedenza interna del TX, tipicamente i 50Ω puramente resistivi. Questo è un ulteriore motivo per il quale è bene mantenere il valore di ROS più basso possibile.

La teoria delle linee RF – Onde Stazionarie

Un metodo per eliminare gli effetti dannosi di un elevato valore di ROS è quello di impiegare un «accordatore» (ATU) che altro non è che **un dispositivo in grado di adattare tra loro due valori diversi di impedenza**.

La condizione ottimale è quella di porre l'accordatore in prossimità dell'antenna al fine di **far lavorare sia la linea che il trasmettitore in condizioni di perfetto adattamento**.

Molto più di frequente però l'accordatore viene posto all'uscita del trasmettitore ma in questo caso non si elimina il disadattamento della linea ma si protegge solo il trasmettitore da eventuali sovraccarichi e permettendogli di erogare la massima potenza, mentre il ROS elevato in linea è comunque **causa nel cavo valori di attenuazione anche molto maggiori di quelli nominali**.



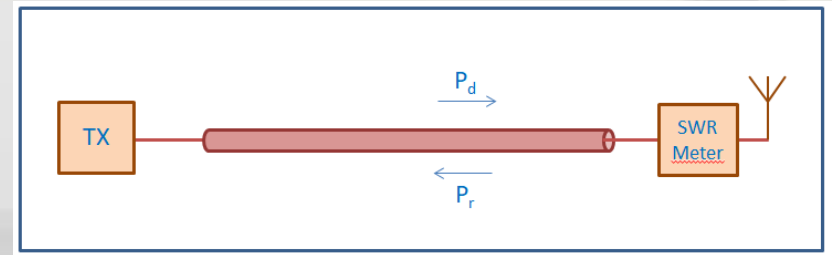
La teoria delle linee RF – Misura del ROS

Per la misura del ROS generalmente si utilizza uno strumento (SWR Meter) in grado di rilevare, attraverso un «**wattmetro direzionale**» posto lungo la linea, la «**Potenza Diretta**» ovvero quella che dal trasmettitore fluisce verso l'antenna e la «**Potenza Riflessa**» ovvero quella che fluisce nel verso opposto a causa della riflessione dovuta al disadattamento.

Tra i valori di «potenza diretta» e «potenza riflessa», e il valore del ROS, esistono le seguenti relazioni:

$$ROS = \frac{1 + \sqrt{P_r/P_d}}{1 - \sqrt{P_r/P_d}}$$

$$P_r = P_d * \left(\frac{ROS - 1}{ROS + 1} \right)^2$$



La teoria delle linee RF – Misura del ROS

*Come per l'uso di un accordatore anche per una corretta misura del valore effettivo del ROS è opportuno che **la misura sia effettuata ponendo lo strumento direttamente tra la linea e l'antenna** cosa però spesso abbastanza complicata da realizzare.*



Effettuando invece la misura ponendo lo strumento all'uscita del trasmettitore si può correre il rischio di rilevare valori di ROS non totalmente attendibili soprattutto se l'attenuazione del cavo non è trascurabile e/o se la misura non è effettuata con un accoppiatore direzionale.

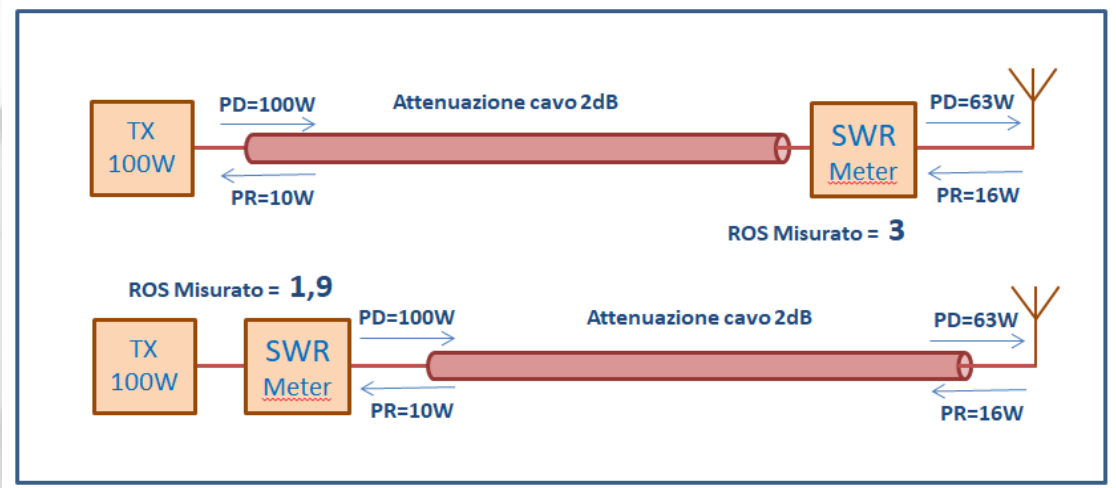
Purtroppo molti strumenti commerciali per motivi di costo non utilizzano accoppiatori direzionali ma utilizzano il «Bruene Bridge» o il «Tandem Bridge» che in particolari condizioni possono produrre misurazioni non del tutto attendibili.

La teoria delle linee RF – Misura del ROS

Vediamo, con un esempio pratico, come la misura del ROS effettivo possa essere falsata ponendo lo strumento all'uscita del trasmettitore:

La potenza emessa dal TX 100W arriva all'antenna attenuata di 2dB (63W) a causa dell'attenuazione del cavo. L'antenna è disadattata e ha un ROS=3 e di conseguenza la potenza riflessa è 16W ma percorrendo il cavo nel verso opposto a causa dell'attenuazione di 2dB si riduce a 10W . Lo strumento se posto tra cavo e antenna legge il valore corretto di ROS=3, se posto all'uscita del TX il valore di ROS misurato risulta molto più basso ROS=1,9

$$\text{ROS} = \frac{1 + \sqrt{P_r/P_d}}{1 - \sqrt{P_r/P_d}}$$



La teoria delle linee RF – Attenuazione in dB

Quando si parla di guadagno o di attenuazione si fa generalmente riferimento al «rapporto tra due valori di potenza», rapporto che viene normalmente espresso con una unità di misura che è il **Decibel (dB)**

La definizione di questa unità di misura ci dice che il valore in dB di un guadagno o di una attenuazione è pari a:

$$A_{(dB)} = 10 \log_{10} \frac{P_u}{P_i}$$

$$\frac{P_u}{P_i} = 10^{A_{(dB)}/10}$$

Guadagno	
Valore dB	Rapporto in potenza
0	1
1	1,26
3	2
6	4
10	10
20	100
30	1000

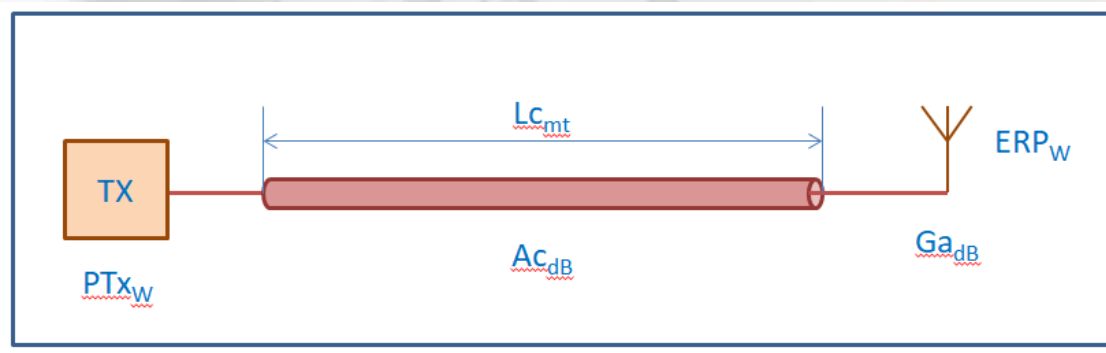
Attenuazione	
Valore dB	Rapporto in potenza
0	1
-1	0,79
-3	0,5
-6	0,25
-10	0,1
-20	0,01
-30	0,001

La teoria delle linee RF – Attenuazione in dB

Il principale vantaggio che si ha esprimendo i valori di guadagno e attenuazione in dB è dato dal fatto che **il calcolo è semplificato in quanto i valori in dB possono essere tra loro sommati (guadagno) e sottratti (attenuazione).**

Con riferimento all'esempio riportato in questa slide per il calcolo dell'effettiva potenza irradiata (ERP) il valore di attenuazione del cavo **Ac** e di guadagno dell'antenna **Ga** se espressi in dB possono essere semplicemente sommati tenendo conto che i valori di attenuazione sono sempre per definizione «negativi»

Il valore di Ac dipende dalla frequenza e dalla lunghezza del cavo e può essere ottenuto moltiplicando la lunghezza totale in metri del cavo per il valore di attenuazione al metro dichiarato dal costruttore alla frequenza di utilizzo.





Sezione
di
Pisa

***Grazie
per l'attenzione***

