

Connettori coassiali: usi e costumi...

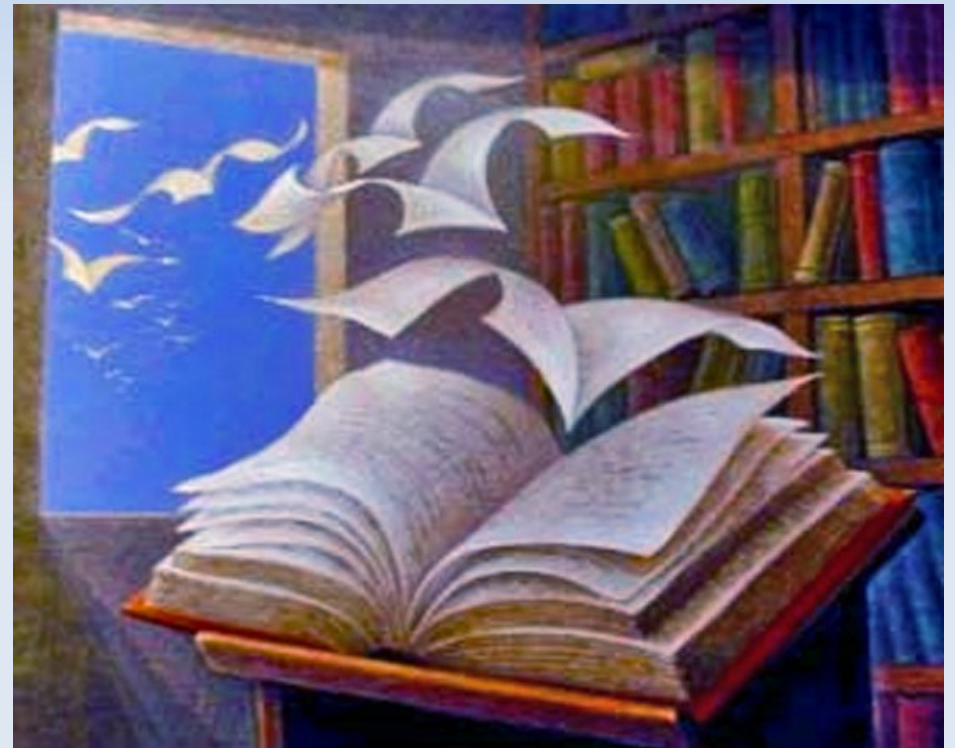
di

Pierluigi IW4BLG



Obiettivi

- Condividere idee
- Indagare un poco il mondo dei connettori
- Mettere in evidenza le differenze fra le serie
- Valutarne e misurarne le prestazioni
- Indicare linee guida per la scelta corretta



Di cosa parleremo

- Generalità
- Materiali
- Misure
- Consigli per gli acquisti
- Open discussion

Connettori coassiali: che cosa connettono?

- I connettori coassiali sono generalmente impiegati per collegare due linee di trasmissione
- Nel collegarle, essi trasmettono:
 - Segnali elettrici
 - Forze meccaniche
 - Calore

Connettori coassiali: ma quanti sono?

- Di connettori coassiali ne esistono una grandissima quantità di modelli: PERCHE'???
- Motivi storici
- Brevetti
- Nuove tecnologie
- Nuove/differenti esigenze
- Motivi commerciali

Connettori coassiali: i materiali

Per studiare i materiali di cui è composto è conveniente suddividerlo in tre parti:

- CORPO
- ISOLANTE
- CONTATTO

Connettori coassiali: i materiali del corpo e dei pin

- **Acciaio inox:** per ambienti ostili
- **Bronzo:** Cu+Al,Ni,Be,Sn - corpi e pin
- **Leghe di alluminio:** Al+Cu,Si,Mg,Zn,Sn,xx – leggero
- **Leghe rame-berillio:** Cu+Be,Co, resistente, flessibile, anche non placcato
- **Ottone:** CuZn – spesso placcato oro o argento su pin e corpi

Connettori coassiali: i materiali del corpo e dei pin

COMPARAZIONE DEI PRINCIPALI MATERIALI CONDUTTORI

	Acciaio inossidabile	Bronzo fosforoso	Leghe di alluminio	Ottone	Rame	Rame Berillio
Resistenza di contatto	scarsa	buona	buona	buona	ottima	buona
Resistenza all'usura	buona	media	bassa	bassa	bassa	media
Costo	basso	molto basso	basso	molto basso	alto	molto alto

Connettori coassiali: i materiali isolanti

- **Aria:** alte frequenze
- **Gomme siliconiche:** tenute
- **Nylon:** parti isolanti e soggette a scorrimento, economico
- **PE:** isolante, bassa temperatura fusione
- **PEEK:** Polyether ether ketone – altissime qualità meccanico/fisiche, costoso
- **PFA:** perfluoroalcoxi – simile a PTFE
- **PPO:** polifenileossido (Noryl ®) - isolante termico ed elettrico
- **PTFE:** politetrafluoroetilene, Teflon®, Algoflon® - ottime qualità meccaniche, elettriche, alta temperatura fusione
- **Resine fenoliche:** economiche, antiche (1906)

Connettori coassiali: i materiali isolanti

COMPARAZIONE DEI PRINCIPALI MATERIALI ISOLANTI						
	Polietilene	PTFE	PFA	PEEK	PPO	Gomme siliconiche
Elasticità	buona	scarsa	media	ottima	ottima	ottima
Durezza	media	buona	ottima	ottima	buona	-
Igroscopicità	media	ottima	buona	media	media	buona
Resistenza all'usura	buona	ottima	buona	ottima	buona	scarsa
Costo	basso	molto elevato	elevato	molto elevato	elevato	basso

Connettori coassiali: i materiali di contatto

- **Argento:** placcatura, low PIM
- **Nichel:** placcatura, elevata resistenza meccanica
- **Oro:** Au+Ag,Cu,xx, placcatura, scarsa resistenza meccanica
- **Rame:** Cu+Zn,Sn,Al,Si,Ni placcatura di acciaio, ottone, leghe AlZn e CuBe

Connettori coassiali: i materiali di contatto

COMPARAZIONE DEI PRINCIPALI MATERIALI PER PLACCATURA

	Argento	Nickel	Oro	Rame
Resistenza di contatto	ottima	buona	ottima	ottima
PIM	ottima	media	ottima	-
Magnetismo residuo	ottimo	scadente	ottimo	ottimo
Resistenza all'usura	media	buona	buona	scarsa
Adesività	ottima	buona	ottima	ottima
Costo	elevato	medio	molto elevato	medio

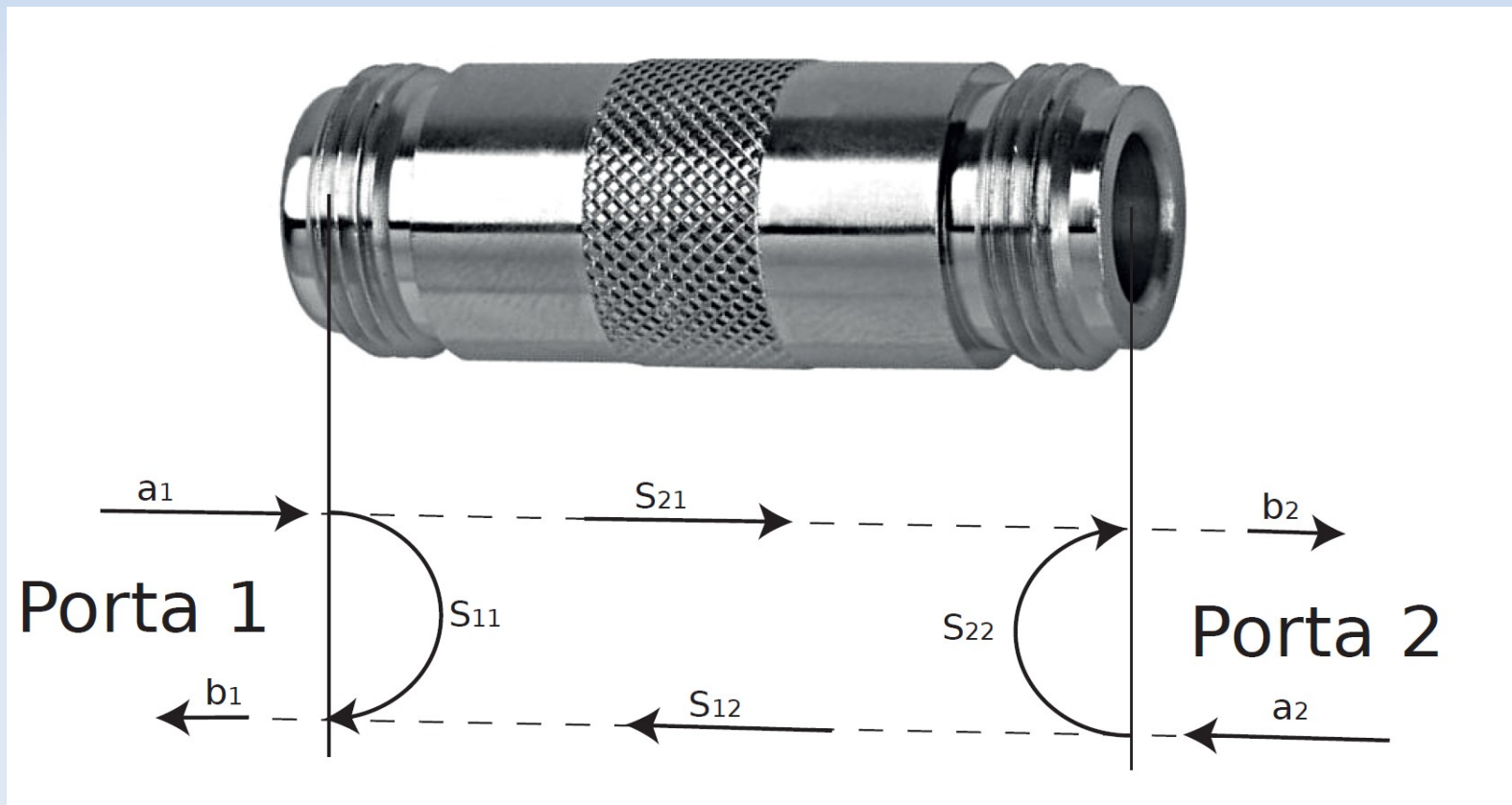
Misurare i connettori coassiali

Limitando il campo alle sole misure elettriche, le due (tre) misure più importanti e ricorrenti sono:

- Perdita di inserzione
- Adattamento
- PIM

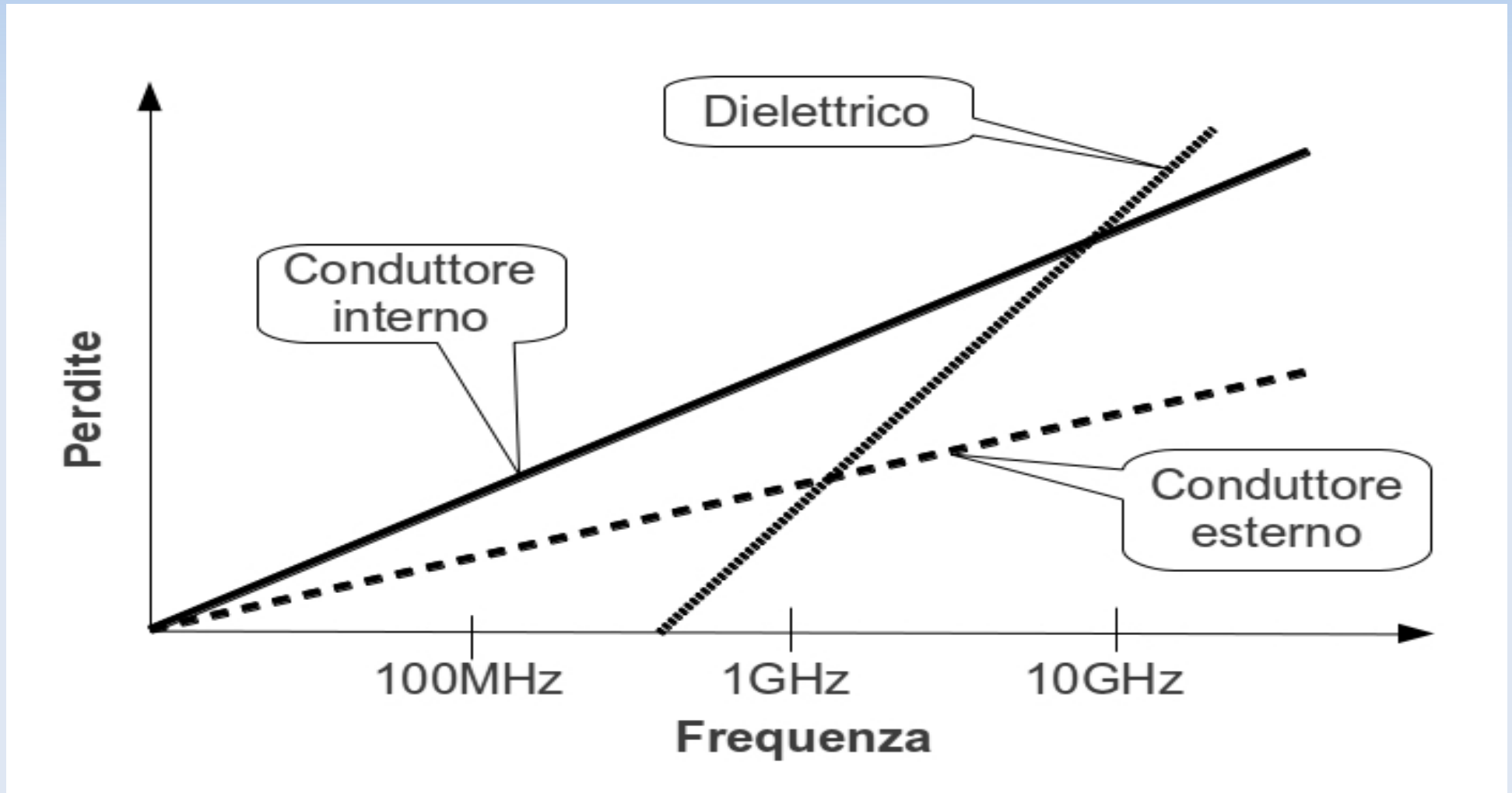
Misurare i connettori coassiali

Il connettore può essere assimilato ad un dispositivo a due porte



Misurare i connettori coassiali perdita d'inserzione

Contributi:

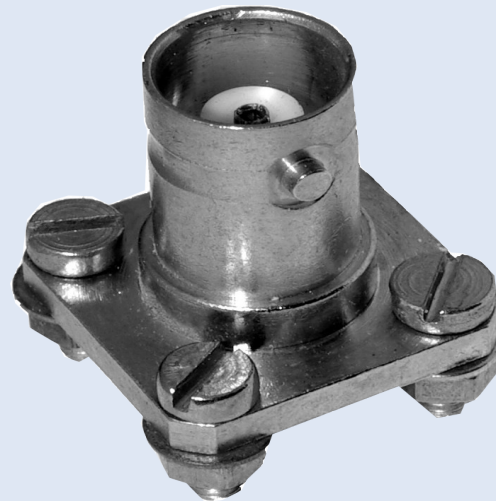


Misurare i connettori coassiali perdita d'inserzione

E per un BNC ad esempio....

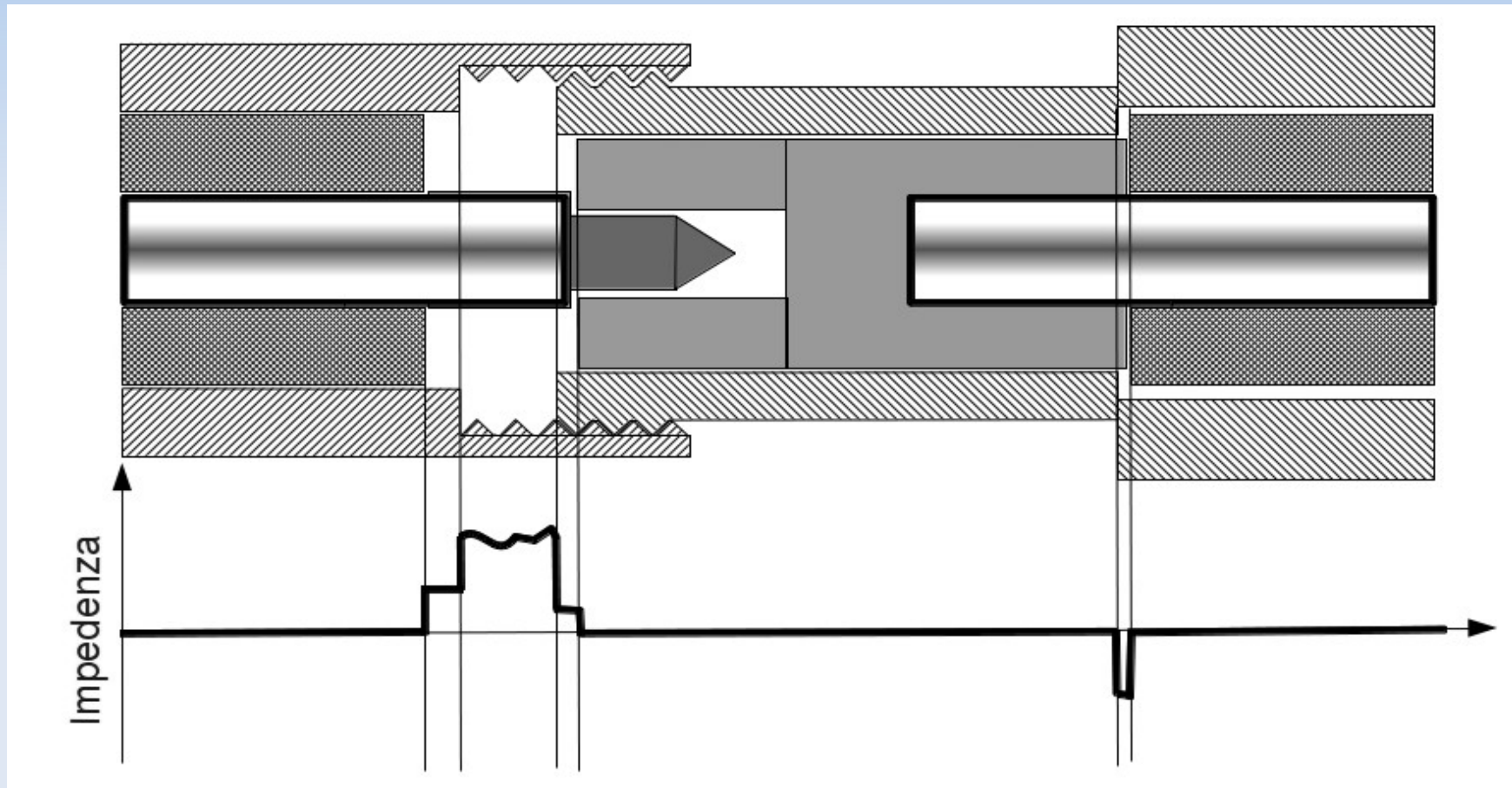


$$I.L. [dB] = 0,06 \cdot \sqrt{F [GHz]}$$



Misurare i connettori coassiali: adattamento

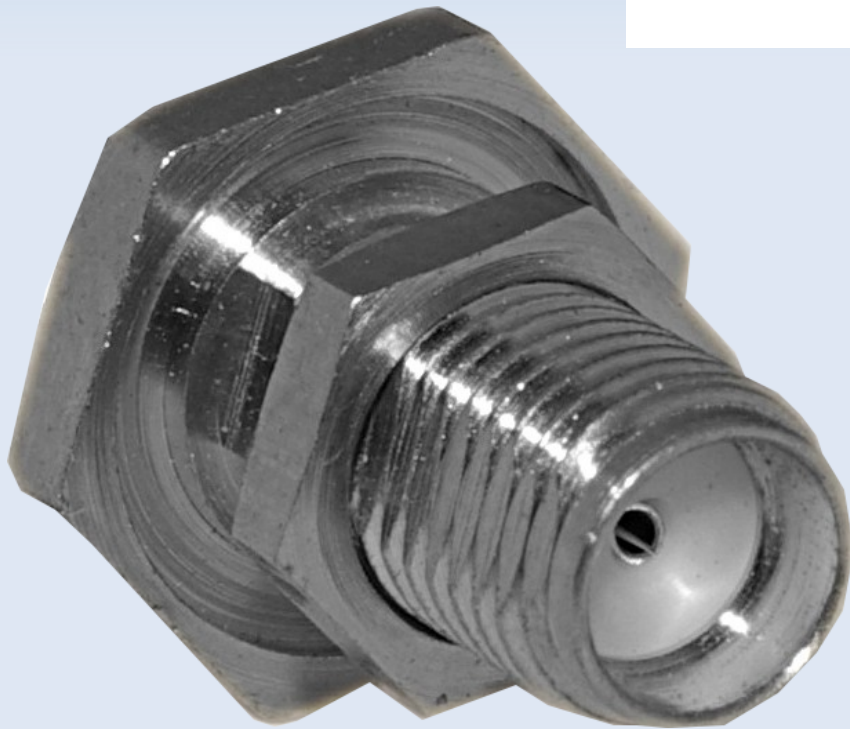
Contributi:



Misurare i connettori coassiali perdita d'inserzione

E per un SMA ad esempio....

$$VSWR_{max} = 1,15 + 0,01 \cdot F [GHz]$$

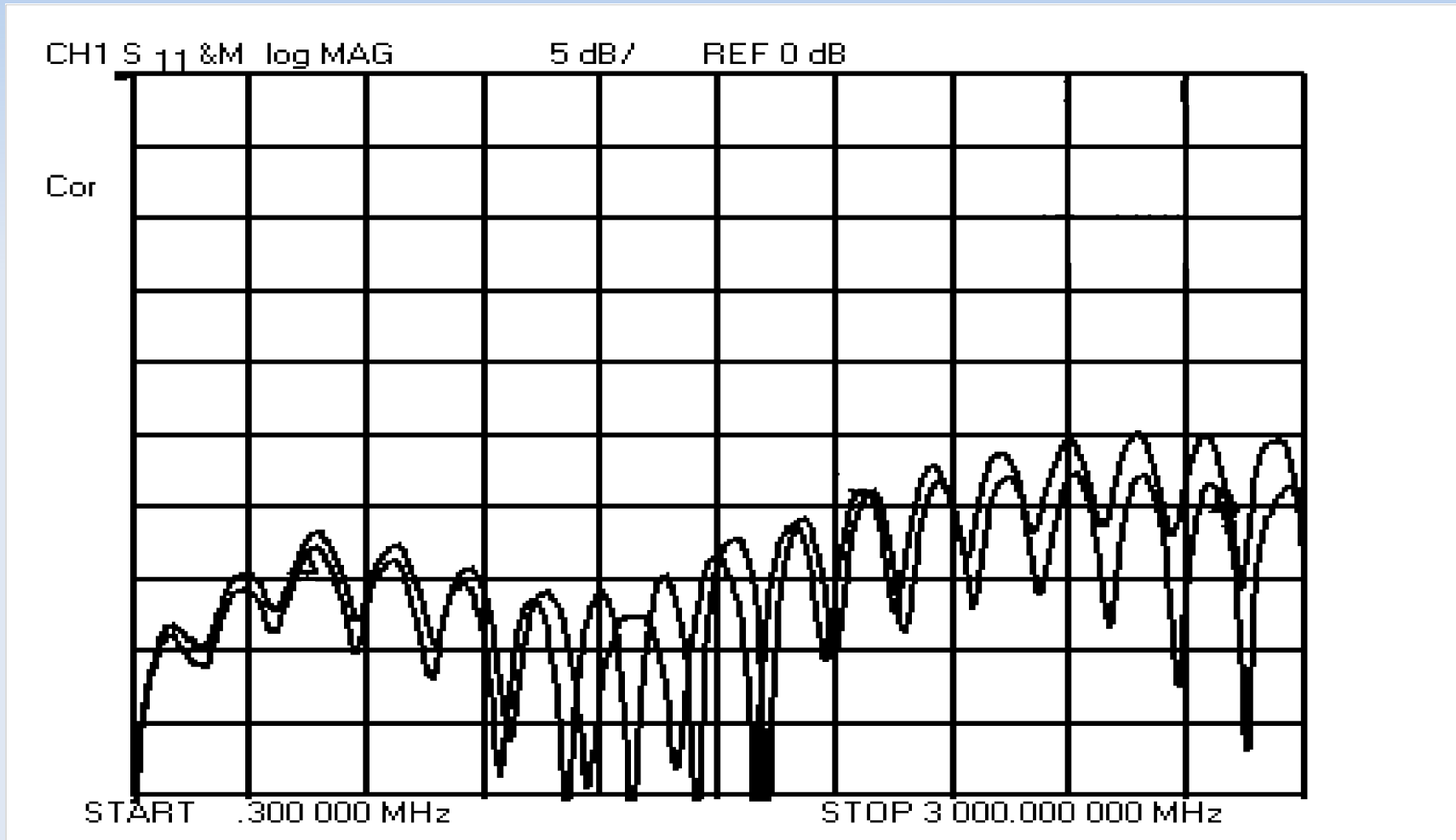


$$R.L. = |20 \cdot \log |S_{11}| |_{dB}$$

$$VSWR = \frac{1 + |S_{11}|}{1 - |S_{11}|}$$

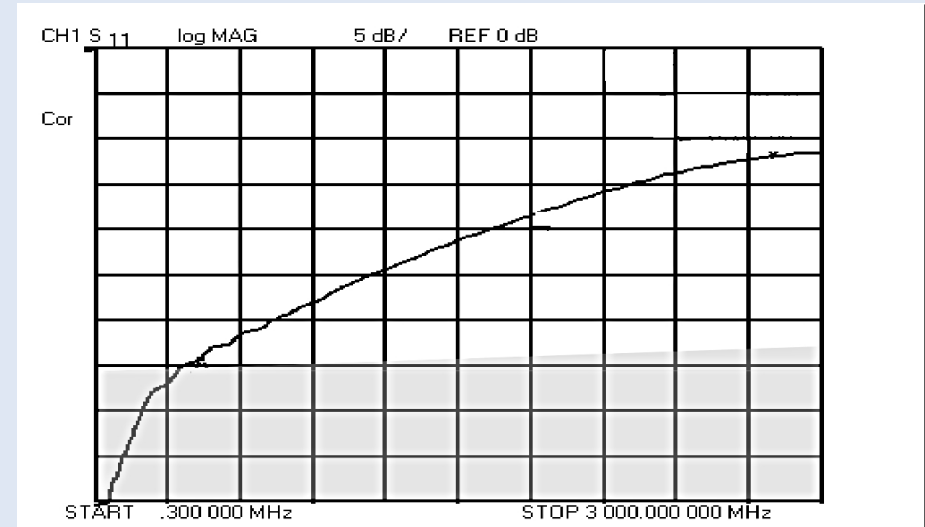
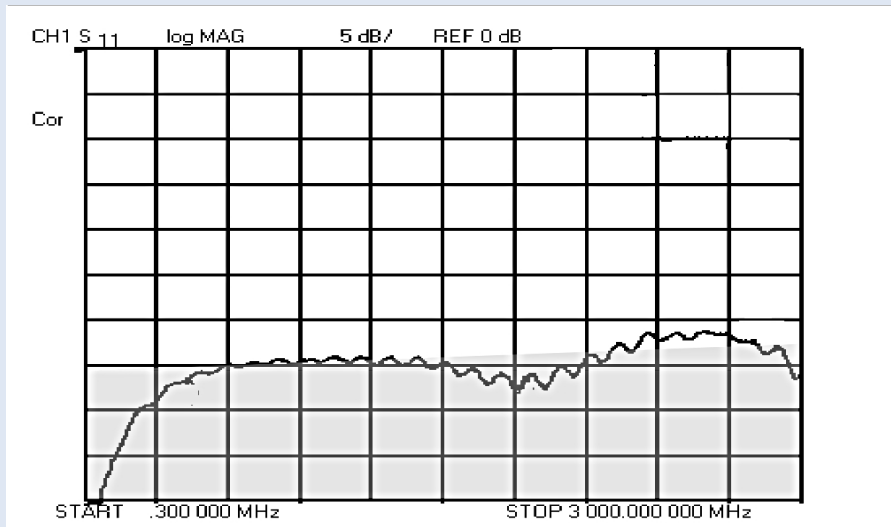
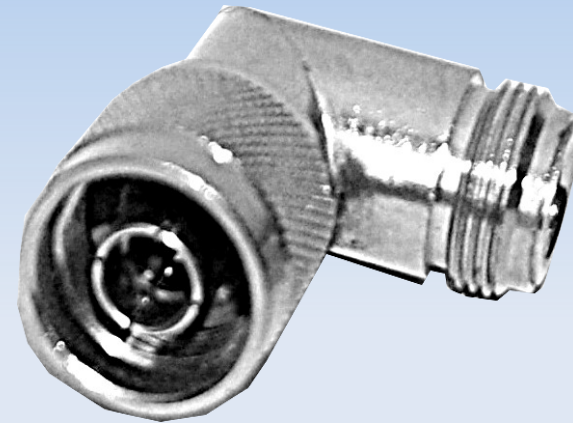
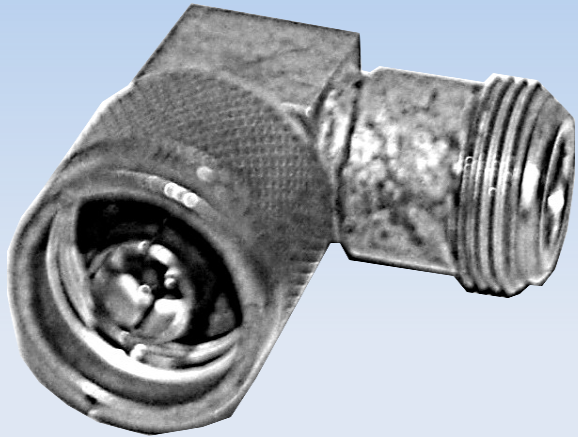
Misurare i connettori coassiali: adattamento

Esempi interessanti...



Misurare i connettori coassiali: adattamento

Esempi interessanti...



Misurare i connettori coassiali: PIM

Cos'è..

Acronimo di “*passive intermodulation*”, indica la generazione di nuovi segnali dovuta a strutture passive (connettori in questo caso) con caratteristiche elettriche non lineari

La sua misura è difficoltosa data la dinamica richiesta agli strumenti, i differenti standard di misura, la sua variabilità coi livelli di potenza applicati, il suo legame colle instabilità meccaniche della struttura in prova.

Misurare i connettori coassiali: PIM

Esempio...

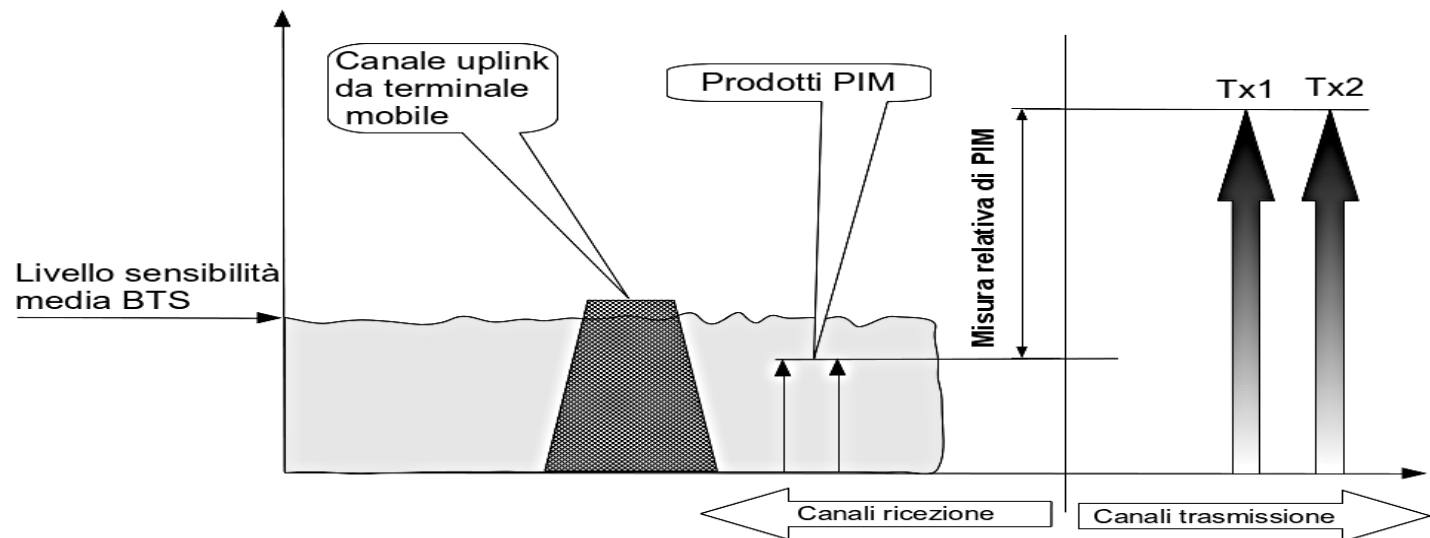
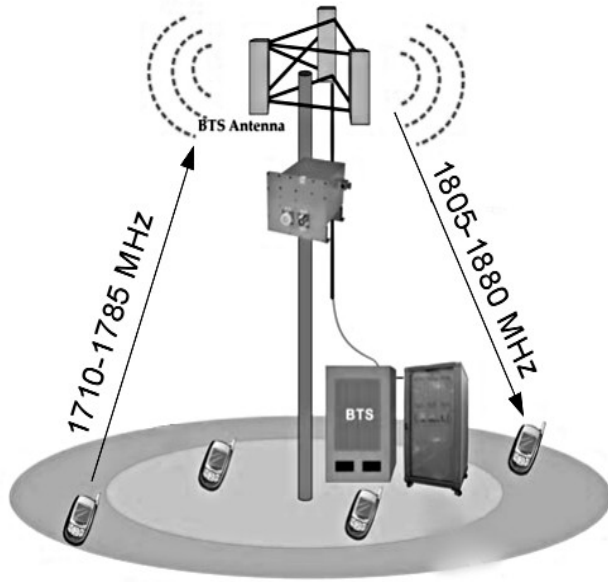
Si voglia valutare la PIM di una coppia di connettori da impiegare in una BTS con due canali Tx rispettivamente a 1,81GHz (F1) e 1,85GHz (F2).

Le frequenze di intermodulazione più evidenti saranno quindi:

$$3^{\circ}\text{ordine: } F_3 = 2 \cdot F_1 - F_2 = 2 \cdot 1.81 - 1.85 = 1770 \text{ MHz}$$

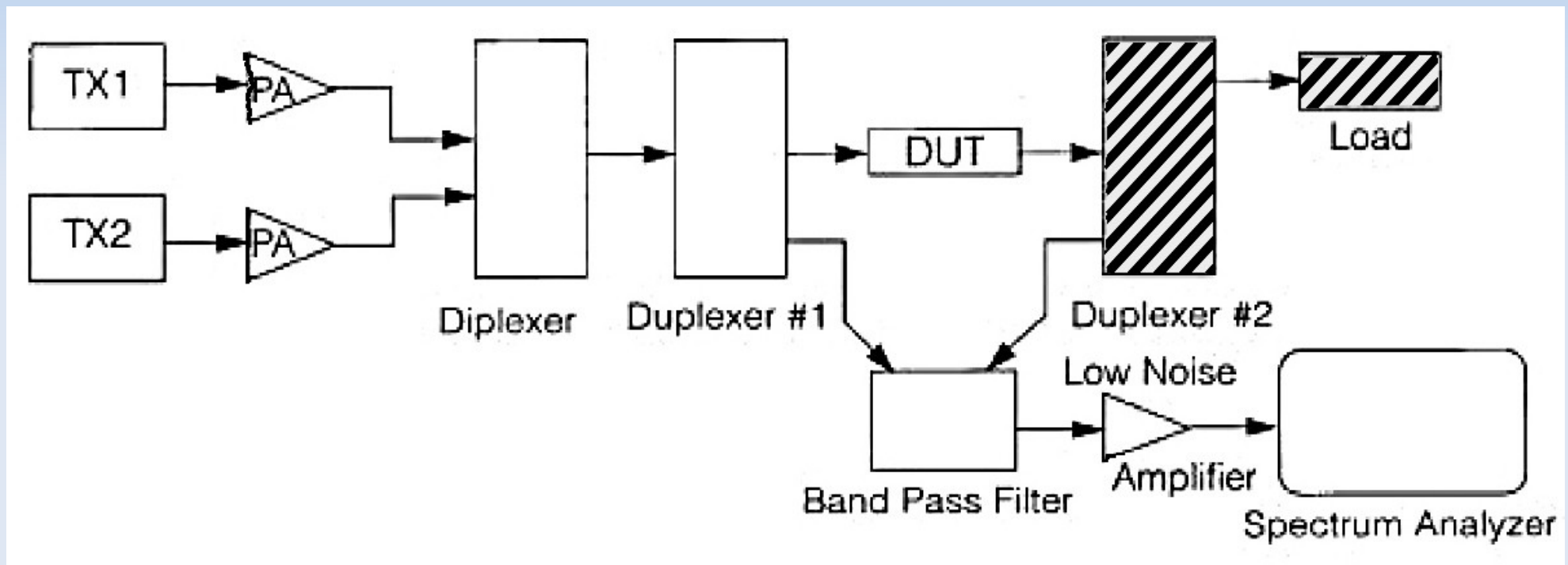
$$5^{\circ}\text{ordine: } F_5 = 3 \cdot F_1 - 2 \cdot F_2 = 3 \cdot 1.81 - 2 \cdot 1.85 = 1730 \text{ MHz}$$

quindi in piena banda di uplink (ricezione) per la BTS.

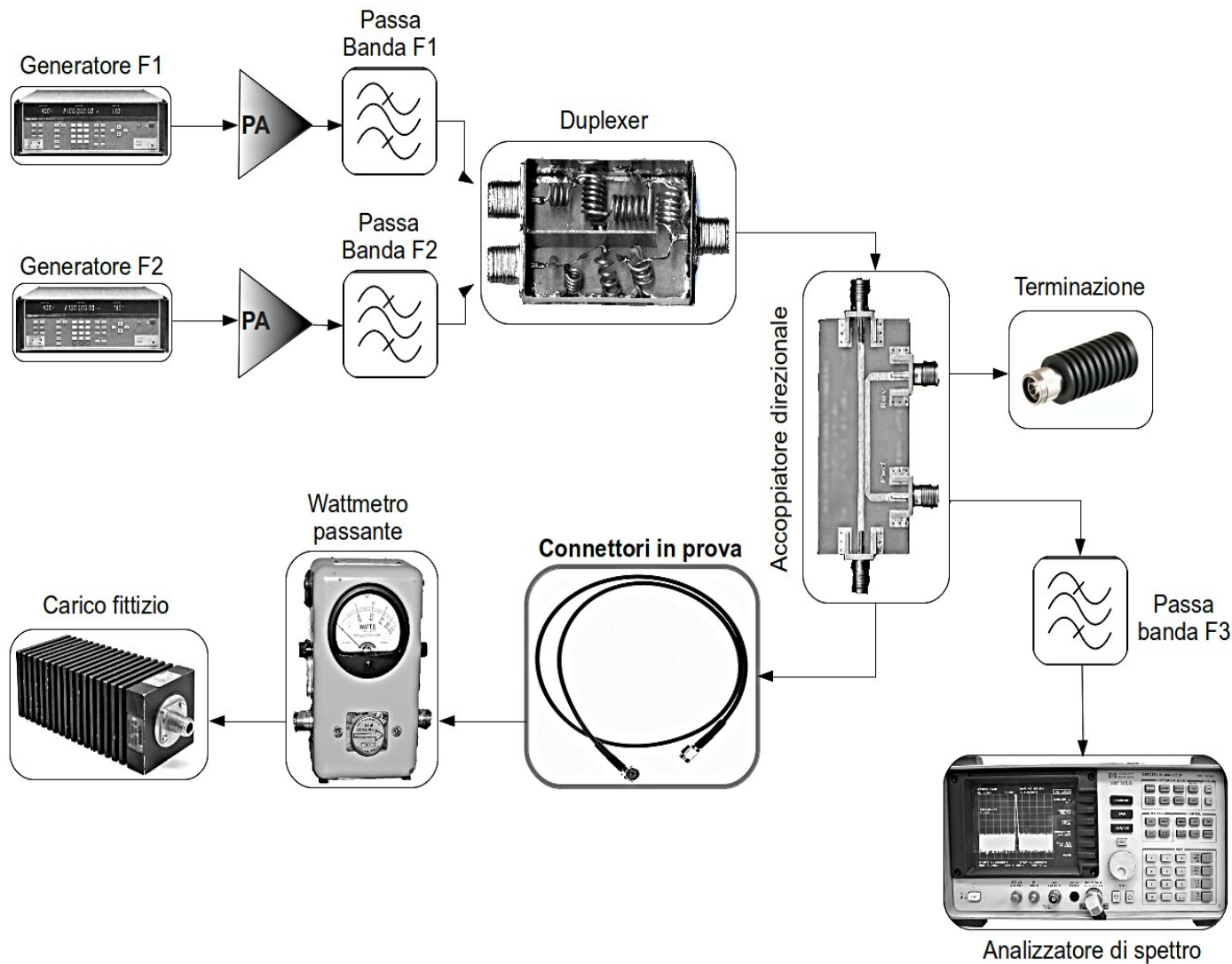


Misurare i connettori coassiali: PIM

Esempio di catena di misura



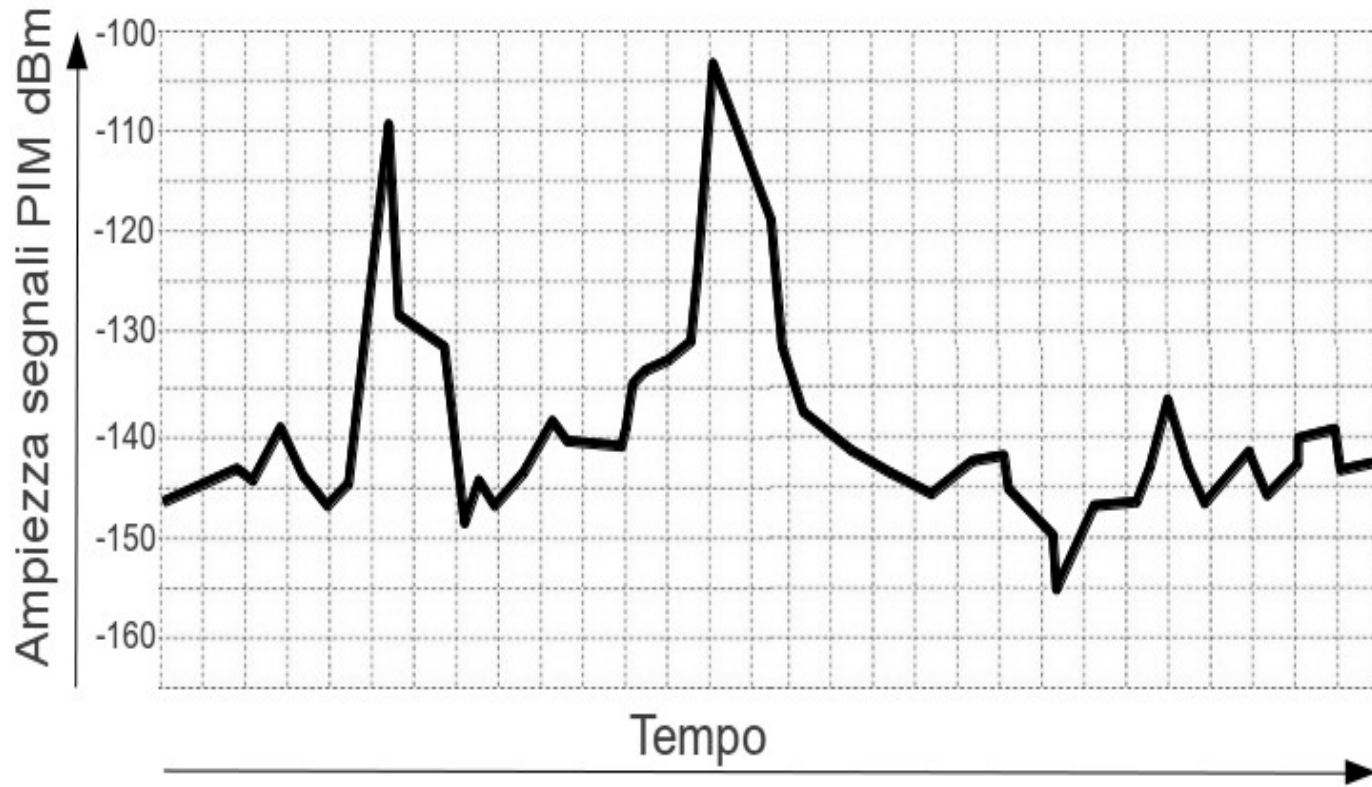
Misurare i connettori coassiali: PIM



Altro
esempio di
catena di
misura

Misurare i connettori coassiali: PIM

Esempio di
misura
dinamica di
PIM



Connettori coassiali: Consigli per gli acquisti

Molti sono i fattori che determinano la scelta della serie di connettori più indicata per una data applicazione.

- Tipo di cavo da collegare e banda di frequenza sono i fattori primari. È infatti buona pratica ingegneristica cercare di far corrispondere le dimensioni (diametri) del connettore e del cavo il più possibile al fine di minimizzare i disadattamenti di impedenza.
- Le riflessioni di energia per disadattamento aumentano con la frequenza ed i connettori più piccoli generalmente lavorano bene a frequenze più elevate.
- Per le frequenze più alte (sopra i 26 GHz), può essere necessario impiegare connettori di elevata precisione o linee in aria.
- La gamma di frequenza è in genere la prima determinante della serie di connettori da utilizzare. In generale, è consigliato l'impiego di connettori di tipo push-on o baionetta solo alle basse frequenze, tipicamente inferiori ai 6 GHz. Quelli con innesti filettati offrono invece alte prestazioni e sono indicati anche per applicazioni a basso rumore.

Connettori coassiali: Consigli per gli acquisti

...segue

- Altro parametro di importante valutazione è l'impedenza del connettore: 50 e 75 Ohm sono le impedenze standard più diffuse e molte serie sono disponibili in entrambe le versioni. Indicativamente, a frequenze inferiori ai 500 MHz è spesso tollerabile (ed economico) l'impiego di connettori a 50 Ohm su linee a 75 Ohm (e viceversa).
- Connettori con contatti in linea e interfacce in aria quali ad esempio gli N ed i SMA offrono le migliori prestazioni. In quelli dove invece il dielettrico si sovrappone, come ad esempio nei BNC e SMB, le prestazioni in funzione della frequenza sono in genere minori.
- Anche i livelli di potenza o tensione in gioco contribuiscono alla scelta del connettore da utilizzare in una determinata applicazione. Per applicazioni ad alta potenza si sceglieranno connettori di grande diametro come ad esempio i 7-16 DIN, LC e HN.
- La capacità di trattare elevate potenze e tensioni diminuisce in funzione della frequenza e dell'altitudine.

Stretta è la foglia, larga è la via...



14° Convention Digital & Radio Communication - Connettori coassiali - Pierluigi IW4BLG