

# Accoppiatori bidirezionali a radiofrequenza per l'isolamento elettrico dei cavi coassiali nelle gallerie ferroviarie

## Serie DBS e Serie DBA (1ª generazione)

### Telecomunicazioni in galleria

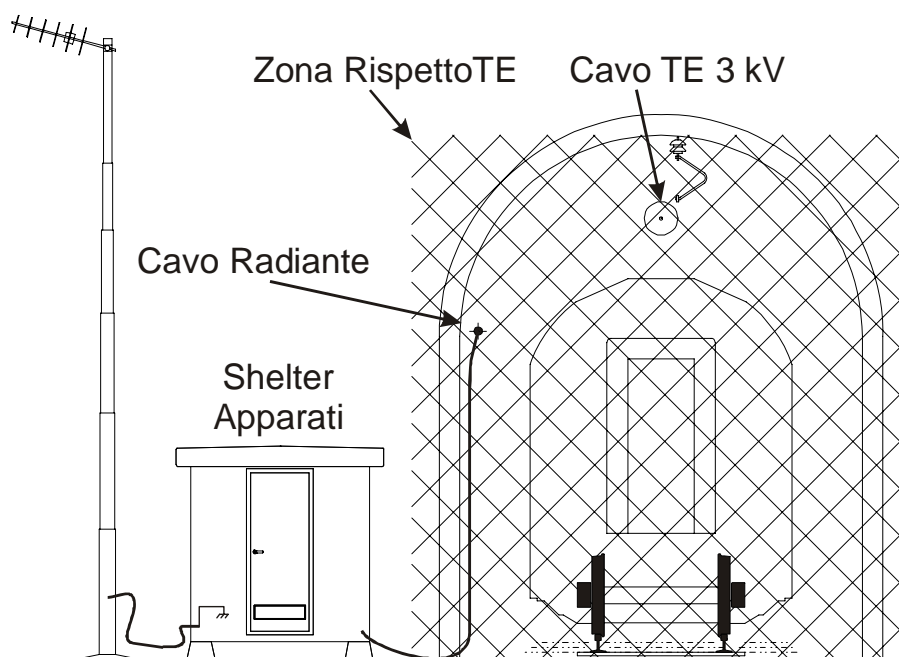
L'uso di apparati a radiofrequenza per le comunicazioni audio e la trasmissione dati all'interno di gallerie ferroviarie e metropolitane si è diffuso negli ultimi anni in modo molto importante.

È sempre più frequente vedere cavi coassiali o cavi radianti posati in aree che vengono definite, dal punto di vista della sicurezza elettrica, di seconda categoria ( II ) o superiore; ciò significa che in questi sistemi sono presenti circuiti elettrici alimentati con tensioni alternate superiori a 1.000 V o continue superiori a 1.500 V. Nel caso in cui questi elementi non siano provvisti di proprio adeguato isolamento ( per esempio la linea di contatto ferroviaria ) viene definita un'area circostante (Zona di Rispetto TE) in cui devono essere prese particolari precauzioni per l'installazione di conduttori, apparati e opere metalliche che possono venire in contatto accidentale con il sistema di categoria II. Nel caso, per esempio, di un cavo coassiale o radiante posato lungo la volta di una galleria ferroviaria che viene in contatto accidentale con la linea di trazione a 3 kVcc, la perdita di isolamento della guaina del cavo provoca il trasferimento della tensione a 3 kV verso gli apparati a radiofrequenza, con conseguente distruzione degli stessi e pericolo di folgorazione per il personale che su di essi potrebbe operare. L'eventuale connessione a terra degli apparati elettronici, a causa delle elevate correnti di cortocircuito, non è mai sufficiente a garantire tensioni di passo e di contatto sicure ( inferiori a 50V ).

### Il guasto meccanico al cavo TE 3 kV

Nella figura è rappresentata la tipica configurazione di una galleria ferroviaria illuminata da un cavo radiante posto a circa 4 metri di altezza rispetto al piano ferroviario: l'area tratteggiata mette in evidenza la "Zona di Rispetto Trazione Elettrica" di ampiezza pari a circa 6 x 6 metri. Il cavo radiante è posto completamente all'interno della ZRTE mentre lo shelter ne è generalmente fuori. L'antenna verso la radiobase, gli apparati radio, il conduttore esterno del cavo radiante e i sistemi di alimentazione a 48/60 V sono vincolati al nodo equipotenziale locale che è presente all'interno dello shelter.

Nel caso in cui, per un incidente, il cavo TE a 3 kV ( che ha il binario come conduttore di ritorno ) dovesse tranciarsi e venire in contatto con il conduttore esterno del cavo radiante, l'elevata corrente di cortocircuito disponibile ( $>10$  kA) e la indeterminazione del valore della resistenza di terra dell'impianto permettono la localizzazione della totalità della tensione sulle strutture degli apparati posti all'interno dello shelter. Si crea così una condizione estremamente pericolosa per l'incolumità delle persone che fossero in quel momento presenti. Nel caso peggiore in cui il cavo TE dovesse venire in contatto anche con il conduttore centrale del cavo radiante ci sarebbe anche il rischio di incendio degli apparati a causa degli archi che si verrebbero a creare senza la possibilità di interromperli tramite circuiti di protezione.



# Accoppiatori bidirezionali a radiofrequenza per l'isolamento elettrico dei cavi coassiali nelle gallerie ferroviarie

## Serie DBS e Serie DBA (I<sup>a</sup> generazione)

### La protezione al guasto del cavo TE 3 kV

La protezione al guasto meccanico del cavo TE, con conseguente messa in tensione del cavo radiante, **NON È POSSIBILE** utilizzando i seguenti componenti.

### Scaricatori o valvole di tensione

Le enormi energie di guasto ( 2.500 kW) sono tali da portare alla distruzione qualsiasi componente di questo tipo disponibile oggi sul mercato. Se fosse disponibile un componente del genere sarebbe comunque difficile individuarne la corretta localizzazione al fine di garantire bassi livelli delle tensioni di passo e di contatto.

### DC-Block

La loro costruzione prevede l'inserimento di un condensatore di basso valore ( circa 200 pF ) solo sul conduttore centrale e non sul conduttore esterno; nemmeno varianti di questo prodotto (uso di condensatori su entrambi i conduttori) permettono di garantire la sicurezza al guasto come previsto dalle recenti normative ferroviarie (EN 50129 – Failures mode – Inherent Physical Properties).

### Trasformatori

Le uniche soluzioni possibili sono quelle che prevedono la separazione galvanica di entrambi i conduttori tra il cavo radiante e l'apparato RF tramite l'uso di trasformatori in grado di garantire tensioni di isolamento di modo comune ( primario / secondario ) superiori almeno a 10 kV di picco e 4,6 kV in corrente alternata a 50 Hz. Nelle condizioni operative, determinate dagli apparati a RF, che prevedono potenze superiori a 53 dBm ( 200 W ) con frequenze fino a 1000 MHz, possono essere utilizzati sia trasformatori elettromagnetici sia trasformatori elettrostatici (accoppiatori).

### Trasformatori elettromagnetici

Sono di dimensioni contenute, estremamente economici ma poco affidabili alla tenuta dell' isolamento.

### Trasformatori elettrostatici (accoppiatori)

Sono di dimensioni superiori ma garantiscono:

- basse perdite
- elevato adattamento di impedenza
- ottima tenuta all'alta tensione di isolamento sia in corrente continua impulsiva sia alla frequenza industriale.

In ogni caso si dovranno tenere in considerazione le seguenti condizioni di utilizzo.

- Montaggio all'esterno della galleria in posizione inaccessibile alle persone e agli animali
- Condizioni climatiche avverse (esposizione alla pioggia, al sole diretto e all'attacco di insetti e vegetazione)

- Costanza della tenuta di isolamento nel tempo
- Attestazione di cavi coassiali di diametro compreso tra 10 e 33 mm già intestati con connettori 7/16

### L'accoppiatore bidirezionale serie DBS (II<sup>a</sup> generazione)

Per l'uso nelle gallerie ferroviarie è stato appositamente sviluppato, a questo scopo, un trasformatore di isolamento a radiofrequenza (accoppiatore) ottenuto con due Coupled-Balun elettrostatici e progettato per ottenere le seguenti caratteristiche.

<b>Isolamento</b>	Sui due conduttori
<b>Isolamento tra le porte</b>	Superiore a 4,6kVca Superiore a 10kVp
<b>Conformità isolamento</b>	EN 50124-1
<b>Impedenza caratteristica</b>	50 ohm
<b>Potenza massima di transito</b>	53 dBm
<b>Frequenza operativa</b>	800 – 1000 MHz
<b>Perdita bidirezionale</b>	Inferiore a 1,5dB
<b>GSM+GSMR Flatness</b>	Inferiore a 0,5 dB
<b>Perdite di ritorno sulle porte</b>	Migliore di 16 dB
<b>Capacità tra le porte</b>	Minore di 20 pF

Il doppio trasformatore è racchiuso in un contenitore in Poliestere – Fibra di vetro su cui sono montati i connettori di ammaraggio del cavo coassiale da isolare. Le caratteristiche ambientali del prodotto sono le seguenti.

<b>Dimensioni</b>	75 x 235 x 75 mm
<b>Grado di protezione</b>	IP65
<b>Temperatura ammessa</b>	da -40 a 80 °C
<b>Tossicità</b>	senza alogeni

### I sistemi con telealimentazione

Esistono casi in cui il cavo coassiale (o cavo fessurato) viene utilizzato anche per il trasporto contemporaneo della radiofrequenza e dell'energia elettrica ove fosse necessario alimentare amplificatori, equalizzatori o ripetitori installati all'interno di una galleria. Questo tipo di soluzione risulta spesso molto valida per i seguenti motivi.

# Accoppiatori bidirezionali a radiofrequenza per l'isolamento elettrico dei cavi coassiali nelle gallerie ferroviarie

## Serie DBS e Serie DBA (1<sup>a</sup> generazione)

- Nelle gallerie ferroviarie, soprattutto in quelle di età superiore a 20 anni e a differenza di quelle stradali, non è presente una rete di distribuzione in corrente alternata.
- Il tipo di cavo coassiale utilizzato è frequentemente un ottimo conduttore bipolare con resistenze inferiori a 2 ohm / kilometro
- Le tensioni utilizzate (48/60 Vcc) appartengono alla categoria 0 e non richiedono particolari precauzioni contro i contatti accidentali.
- È frequente la necessità di trasmettere anche segnali di teleoperazione in bassa frequenza che possono essere trasportati con lo stesso cavo verso gli apparati a radiofrequenza.

Anche in questi casi è necessario isolare galvanicamente le due sezioni di cavo su entrambi i conduttori; ciò è possibile utilizzando i seguenti apparati.

- Accoppiatore DBS per la radiofrequenza
- Converter DC/DC a elevato isolamento della serie ASX per l'energia elettrica in corrente continua
- Traslatori a elevato isolamento per le teleoperazioni a 132 kHz

L'insieme così costituito viene denominato Accoppiatore Bidirezionale serie DBA seguito dalla denominazione del convertitore utilizzato (per esempio ASX200-2)

### L'installazione in ambienti gravosi

Per ragioni di funzionamento i connettori installati sui contenitori isolanti e quelli volanti, che si accoppiano con questi ultimi, devono essere di materiale metallico. In situazioni atmosferiche particolarmente gravose quali umidità, nebbia, insetti, vegetazione e sporcizia, si possono creare, lungo il contenitore isolante, percorsi a bassa resistenza elettrica che permettono, in presenza di elevate tensioni (>1.000 V), l'innesco di archi voltaici con conseguente perdita di isolamento delle due porte. Diventa necessario, per poter conformarsi a quanto prescritto dalla Norma EN 50124-1, installare l'accoppiatore bidirezionale all'interno di un secondo contenitore che sia in grado di garantire le seguenti prestazioni.

- Garantire che l'atmosfera all'interno sia costantemente priva di umidità (almeno grado IP X6)
- Permettere l'accesso di cavi già intestati con connettori 7/16 con diametri esterni compresi tra 10 e 33 mm (cavo corrugato da 1/2" fino a 7/8")

- Garantire che la sezione di intestazione dei connettori (generalmente protetta da termorestringente) venga mantenuta all'interno del contenitore.
- Permettere l'installazione in qualsiasi posizione ed essere facilmente manipolabile.

Sono stati scelti prodotti adatti ad accogliere gli accoppiatori DBS o DBA garantendo i requisiti elencati. Le caratteristiche finali sono le seguenti:

<b>Dimensioni del contenitore</b>	560 x 280 x 130 mm
(DBA)	560 x 380 x 150 mm
<b>Dimensioni totali</b>	650 x 280 x 130 mm
(DBA)	650 x 380 x 150 mm
<b>Peso totale</b>	inferiore a 5 Kg
(DBA)	Inferiore a 10 Kg
<b>Grado di protezione</b>	IP67
<b>Temperatura ammessa</b>	da -40 a 80 °C
(DBA)	da -20 a 55 °C
<b>Tossicità</b>	senza alogeni
<b>Cavi RF accettati</b>	da 1/2" a 7/8"
<b>Connettori passanti</b>	da N a 7/16
<b>Fissaggio a parete</b>	6 x M6 a espans.

Il fissaggio a parete si effettua tramite 6 viti M6 a espansione meccanica o chimica poste in corrispondenza del fissaggio del coperchio.

### Codici per l'ordinazione

Utilizzare la scheda tecnica dell'accoppiatore serie DBS o DBA per determinare il modello più adatto alle proprie esigenze. Aggiungere al codice i seguenti indicatori.

<b>CE</b>	Contenitore IP67 563815
<b>CF</b>	Contenitore IP67 562813
<b>CN</b>	Contenitore IP55 312310
<b>RX</b>	Passacavi IP67 per cavi da 1/2" a 7/8"
<b>RN</b>	Passacavi IP55 per cavi da 1/2"

Esempio: DBS77-0810-50-**CF-RX**  
DBA77-0810-50-ASX200-2-**CE-RX**