

# SISTEMA DI MESSA A TERRA DI SICUREZZA PER GALLERIE FERROVIARIE

Giovanni Trezza

13 Luglio 2020



## FUNZIONI SISTEMA STES

### Sistema di sezionamento e messa a terra TE per la Sicurezza in galleria

#### → SEZIONAMENTO LINEA DI CONTATTO:

Serve a disalimentare la linea di contatto in galleria, mantenendo l'alimentazione ai treni che seguono o precedono il treno incidentato, consentendone la movimentazione.

#### → SISTEMA DI MESSA A TERRA DI SICUREZZA DELLA LINEA DI CONTATTO:

Permette l'ingresso delle squadre e dei mezzi di soccorso con la garanzia della linea di contatto messa a terra.



## NORMATIVE E SPECIFICHE



- ❑ **Decreto sicurezza nelle gallerie ferroviarie (D.M. 28-10-2005)**
- ❑ **Specifiche tecniche di interoperabilità: Sicurezza nelle gallerie ferroviarie (S.R.T.) - Ed. 2019**
- ❑ **Specifica tecnica RFI DTC DNS EE SP IFS 177 A: *Sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie (D.M. 28-10-2005)***
- ❑ **Specifica tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A: *Sistema per il sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie (07/12/2016)***

## NORMATIVE E SPECIFICHE

### DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 28/10/2005 – «SICUREZZA NELLE GALLERIE FERROVIARIE»

#### → ARTICOLO 1: Oggetto e Scopo

1) *Il presente decreto ha lo scopo di assicurare un livello adeguato di sicurezza nelle gallerie ferroviarie, mediante l'adozione di misure di prevenzione e protezione atte alla riduzione di situazioni critiche che possano mettere in pericolo la vita umana, l'ambiente e gli impianti della galleria, nonché mirate alla limitazione delle conseguenze in caso di incidente.*

2) *A tal fine le gallerie ferroviarie devono essere progettate, costruite, sottoposte a manutenzione ed esercite in maniera da assicurare adeguati livelli di sicurezza agli utenti, ai lavoratori e agli incaricati delle operazioni di soccorso.*

#### → ARTICOLO 2: Campo di Applicazione

1) *Il presente decreto si applica a tutte le gallerie ferroviarie di lunghezza superiore a 1000 m, siano esse già in esercizio, in fase di costruzione, o allo stato di progettazione, ubicate sull'infrastruttura ferroviaria.*

## NORMATIVE E SPECIFICHE

DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 28/10/2005 – «SICUREZZA NELLE GALLERIE FERROVIARIE»

→ ALLEGATO II – PARTE PRIMA: REQUISITI MINIMI

→ 1.4.9 SISTEMA DI INTERRUZIONE E MESSA A TERRA DELLA LINEA DI CONTATTO

*Deve essere installato un sistema che, in presenza di un incidente in galleria, consenta la **disalimentazione della linea di contatto e la relativa messa a terra di sicurezza, mediante dispositivi posizionati in prossimità degli imbocchi di accesso**, (si applica a gallerie di lunghezza superiore a 1000 m).*

## NORMATIVE E SPECIFICHE

### SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITA' (STI) «SICUREZZA NELLE GALLERIE FERROVIARIE» – Ed.2019

#### → 4.2.2.2 MESSA A TERRA DELLA LINEA DI CONTATTO

La presente specifica si applica a tutte le gallerie di lunghezza superiore a 1 km

- a) Devono essere previsti dispositivi di messa a terra ai punti di accesso alla galleria e, se le procedure di messa a terra consentono la messa a terra di una singola sezione, vicino ai punti di sezionamento fra le sezioni. Devono essere dispositivi portatili o apparati fissi manovrabili manualmente o tramite controllo a distanza.
- b) Devono essere previsti dispositivi di comunicazione e illuminazione necessari.

## COMPONENTI DEL SISTEMA STES: 1 - APPARECCHIATURE

- **DMBC (Dispositivo Motorizzato Bipolare di Cortocircuito). 1 DMBC per ogni condotta da mettere a terra.**
  - RFI DPRIM STF IFS TE 146 Sper (24/02/2012) “Dispositivo motorizzato bipolare di corto circuito per il sistema di trazione a 3 kVcc”.
- **QCC (Quadro Controllo Continuità). 1 QCC per ogni sezionatore DMBC.**
  - RFI DTC ST E SP IFS TE 120 A (07/12/2016) “Quadro per il controllo della continuità del collegamento tra linea di contatto/feeder e rotaia”.
- **IMS (Interruttore di Manovra Sezionatore). 1 IMS per ogni condotta da disalimentare.**
  - RFI DPRIM STF IFS TE 088 Sper (06/06/2011) “Quadro di sezionamento sotto carico per il sistema di trazione a 3 kVcc”.
  - TE 100 (Ed. 2004) “Sezionatori a corna unipolari per corrente continua da montarsi all’aperto”.

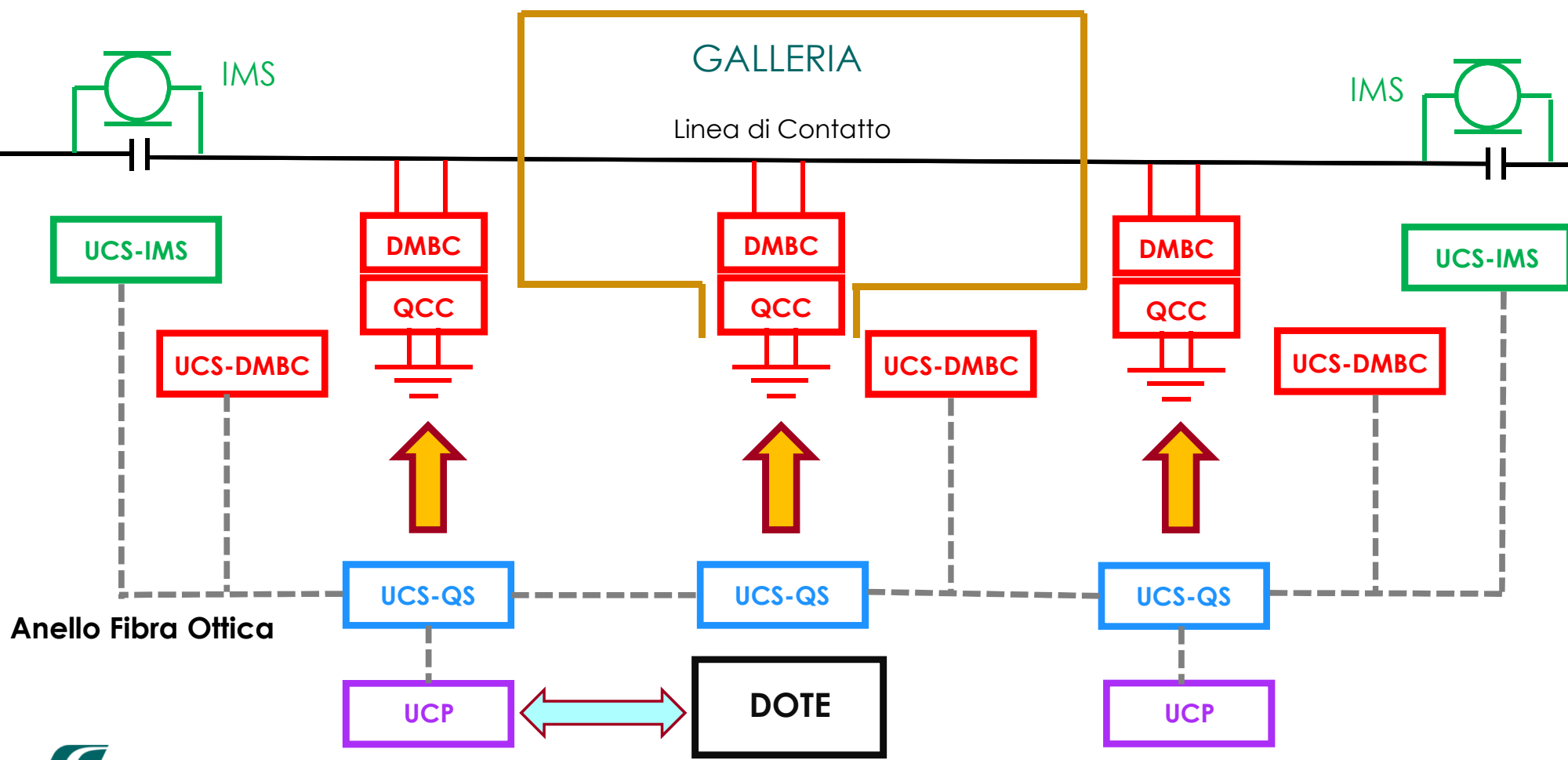




## COMPONENTI DEL SISTEMA STES: 2 – QUADRI ELETTRICI

- UCP (Unità di Controllo Principale). **1 per ogni imbocco.**
- UCS DMBC (Unità di Controllo Secondaria per DMBC). **1 per ogni sezionatore DMBC.**
- UCS QS (Unità di Controllo Secondaria per Squadre di Soccorso). **1 per ogni imbocco/accesso.**
- UCS IMS (Unità di Controllo Secondaria per Interruttore di Manovra Sezionatore). **1 per ogni eventuale sezionatore di linea (IMS).**
  - RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A “Sistema per il sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie”.
- Rete trasmissione dati in fibra ottica (anello).

# ARCHITETTURA DEL SISTEMA STES



## APPARECCHIATURE

### □ IMS – SEZIONATORE DI LINEA (25 kVc.a.):

STATO DI APERTO



STATO DI CHIUSO



## APPARECCHIATURE

### □ IMS – SEZIONATORE DI LINEA (25 kVc.a.):

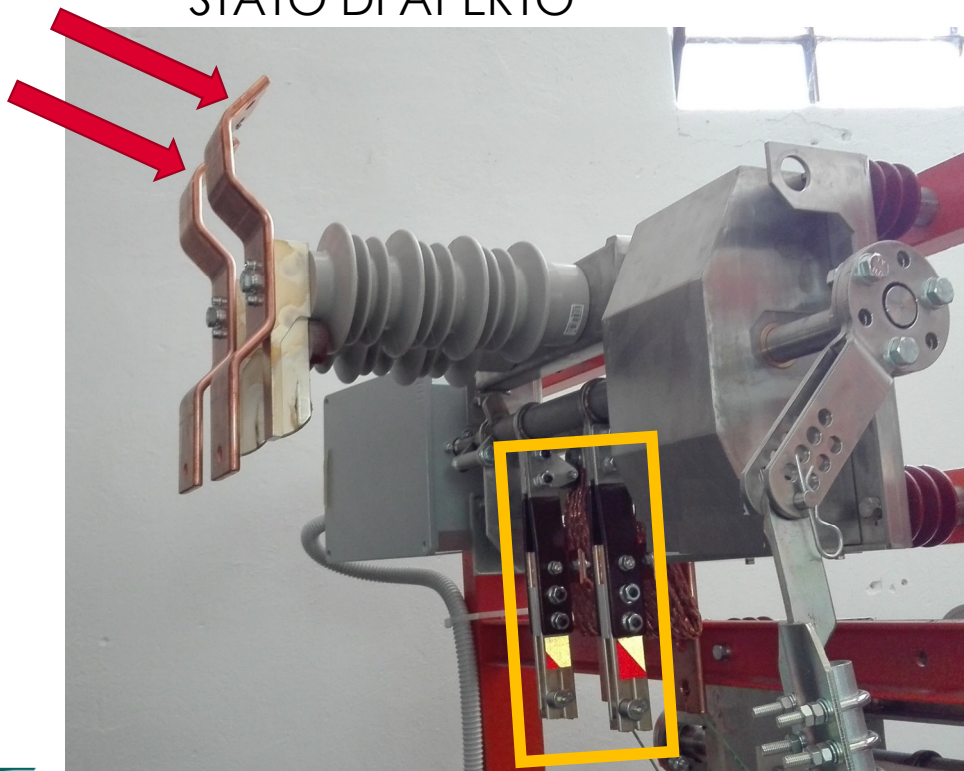
• Tensione nominale	25 kV
• Frequenza nominale	50 Hz
• Corrente nominale	1600 A
• Corrente nominale di interruzione di c.c.	2000 A
• Potere di stabilimento su c.c.	16 kA
• Tensione di tenuta ad impulso atmosferico(1,2/50 $\mu$ s)	
sul sezionamento:	290 kV
verso terra:	250 kV
• Tensione di tenuta a frequenza industriale	
sul sezionamento:	110 kV
verso terra:	95 kV
• Durata di vita meccanica	10.000 manovre



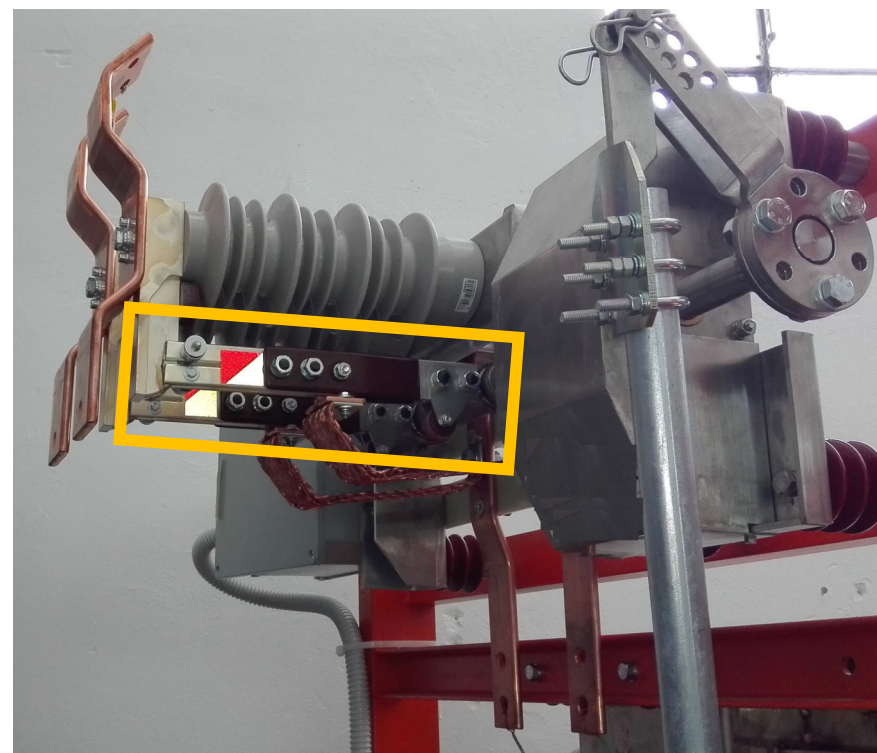
## APPARECCHIATURE

### DMBC – SEZIONATORE STES (3 kV c.c.):

STATO DI APERTO



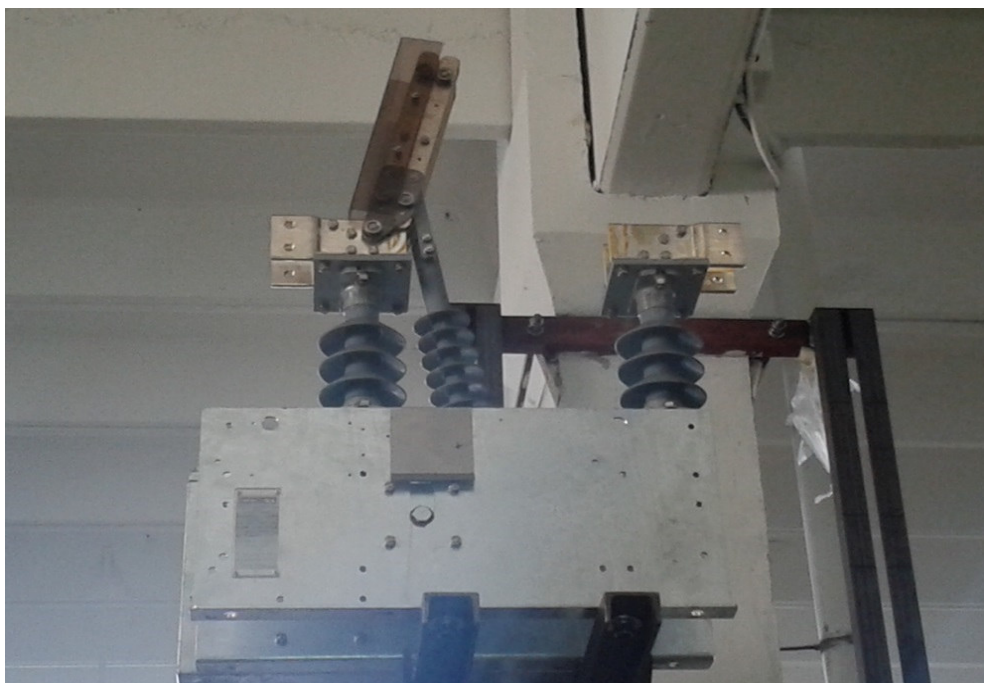
STATO DI CHIUSO



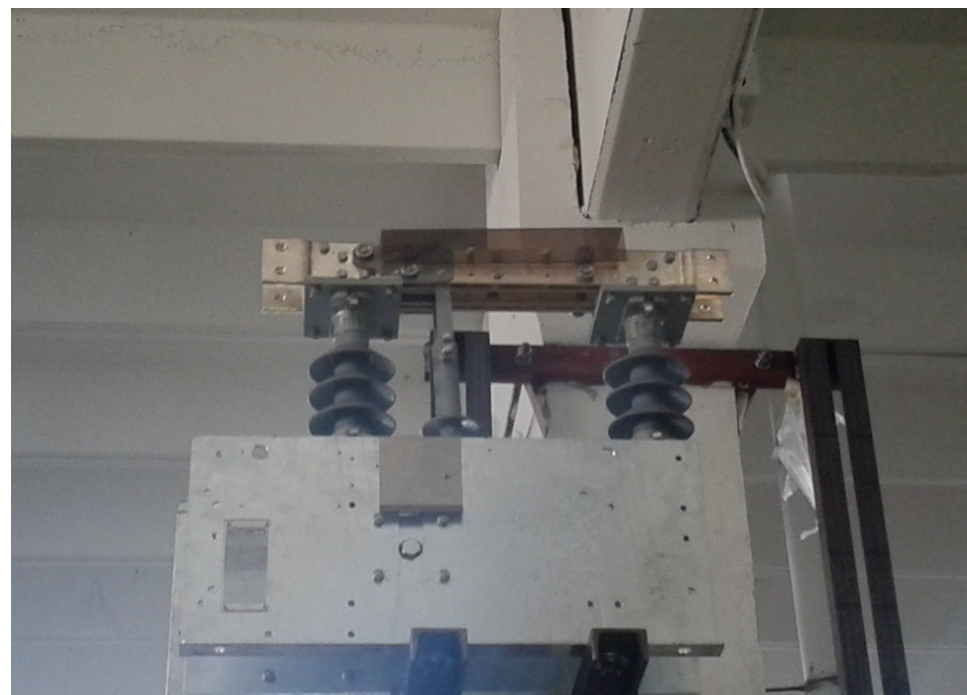
## APPARECCHIATURE

### □ DMBC – SEZIONATORE STES (3 kV c.c.):

STATO DI APERTO

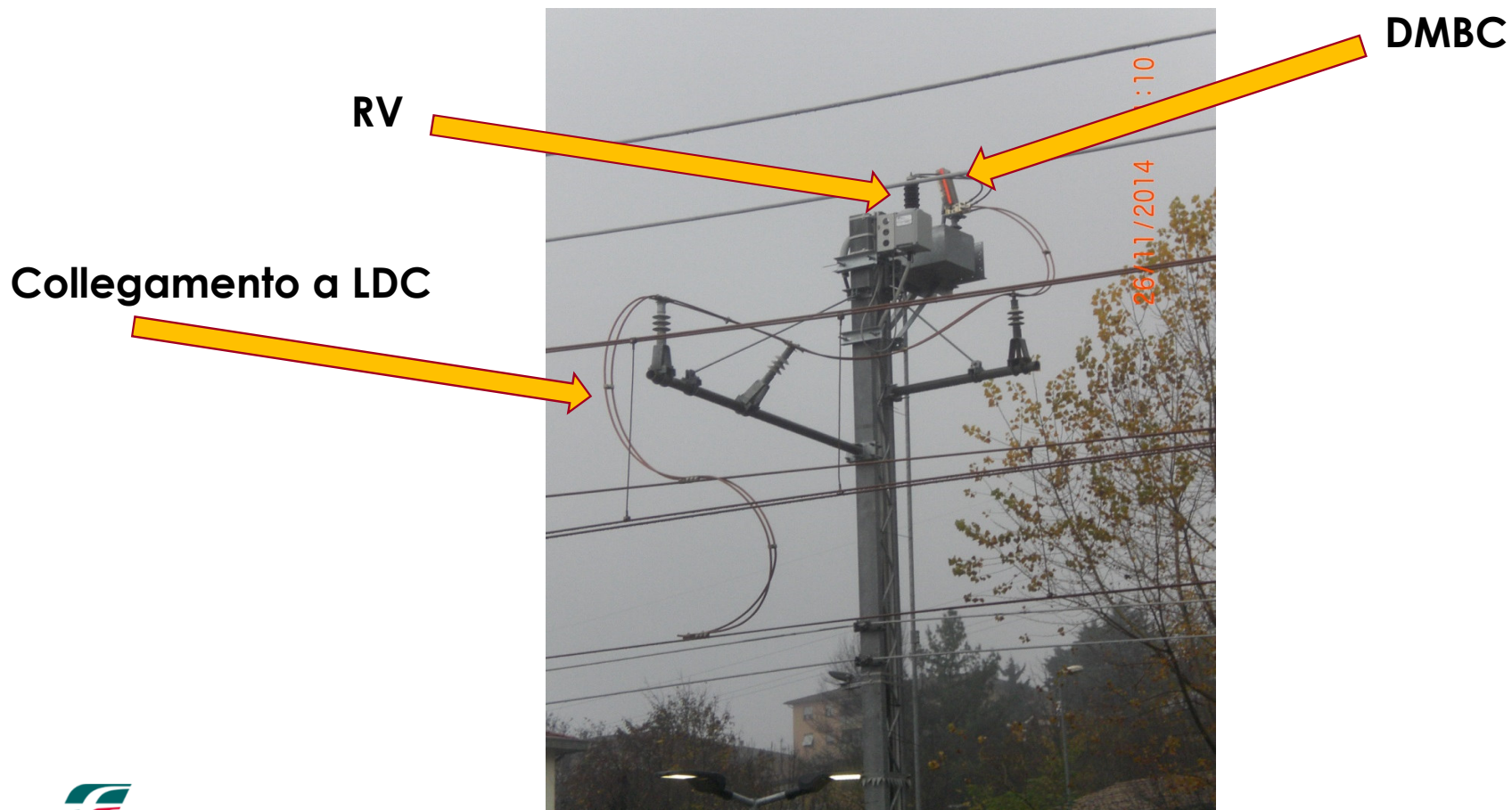


STATO DI CHIUSO



## APPARECCHIATURE

- DMBC – SEZIONATORE STES (3 kV c.c.) MONTATO SU PALO:



# CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE

## CARATTERISTICHE E FUNZIONALITÀ DELLE APPARECCHIATURE: SEZIONATORI DI MESSA A TERRA

		25 kV <sub>ca</sub>	3 kV <sub>cc</sub>
➤ Tensione nominale	[kV]	25	3
➤ Tensione permanente massima (U <sub>max1</sub> )	[kV]	27,5	3,6
➤ Tensione non permanente massima (5min) (U <sub>max2</sub> )	[kV]	29	3,9
➤ Frequenza	[Hz]	50	-
➤ Potere di chiusura (valore di picco) I <sub>ss</sub>	[kA]	40	50
➤ Potere di chiusura su corto circuito I <sub>nss</sub>	[kA]	16	35
➤ Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (1,2/50 μs)	[kV]	250	125
➤ Tensione di tenuta a frequenza industriale	[kV]	95	50





# QUADRI ELETTRICI



Quadro UCS-DMBC



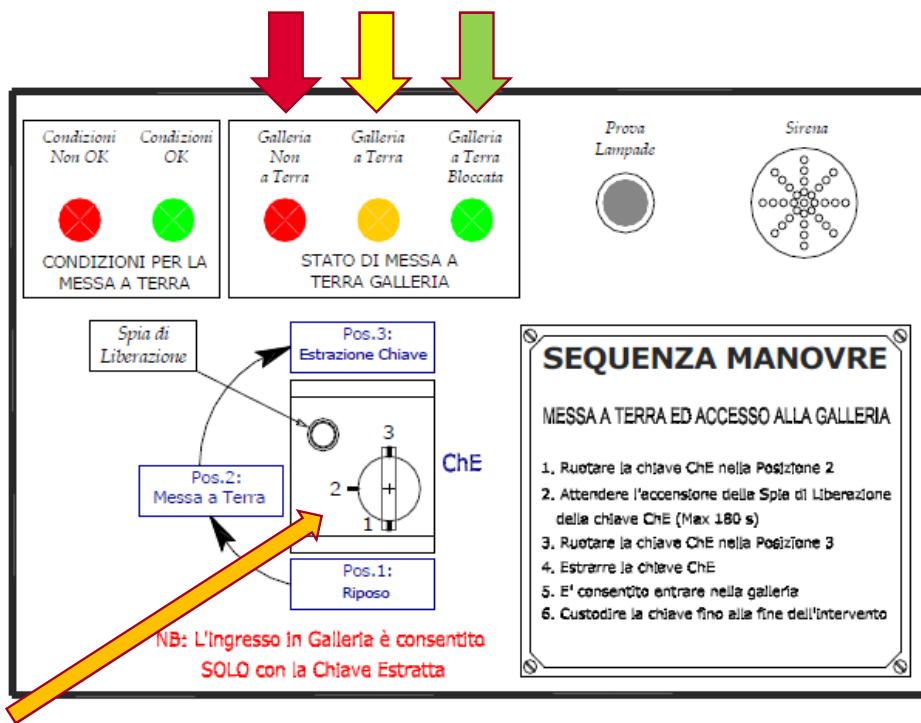
Quadro UCS-IMS



Quadro UCS-QS

# PROCEDURA PER MESSA A TERRA

## Quadro UCS-QS



Sequenza	Azione umana	Azione del Sistema STES
1	La Squadra di Soccorso è di fronte al pannello del quadro QS.	1. Nessuna. Il sistema esegue ciclicamente un test sui propri componenti e sulle interfacce.
2	Rotazione della chiave ChE, in senso orario, dalla posizione 1 alla posizione 2.	2. Acquisizione da parte delle UCS dell'evento. L'evento viene riconosciuto anche dalle unità UCP1/2.
3	-Attesa	3. Effettua le manovre di apertura di tutti gli IMS esterni (sezionamento delle fonti di alimentazione); 4. Effettua le manovre di chiusura di tutti i dispositivi di messa a terra DMBC/DMQC anche in caso di mancata apertura di uno o tutti gli IMS; 5. Controlla tramite i QCC che, in tutti i DMBC/DMQC, la LdC/Feeder sia sicuramente collegata alla Rotaia/Terra; 6. Opera il bloccamento nella posizione di chiuso di tutti i DMBC/DMQC, inibendone qualsiasi manovra compreso quella manuale; 7. In caso di esito positivo delle operazioni descritte ai punti 5 e 6, aggiorna su tutti i quadri QS il nuovo stato di "Galleria a Terra Bloccata"; -Attiva le segnalazioni luminose, indicante che la galleria sia realmente a terra, su tutti i QS; -Attiva la segnalazione acustica, indicante che la galleria sia realmente a terra, sul quadro QS dove sia avvenuta la rotazione della elettrochiave ChE (per indicare all'operatore che la chiave può essere estratta); -Alimenta l'elettromagnete di sblocco per la liberazione della chiave ChE.
4	Rotazione della chiave ChE, in senso orario, dalla posizione 2 alla posizione 3 ed estrazione.	8. Tacitazione della segnalazione acustica.

## EVOLUZIONE PROGETTUALE

### ❖ Primi sistemi STES attivati:

- **Messa a terra solo locale**
- **Maggiori tempi di intervento delle squadre di emergenza**
- **Sicurezza legata al controllo visivo dei Sezionatori di Terra**



Si è pensato alla possibilità di mettere a terra tutta la galleria da un qualunque accesso delle squadre di emergenza tramite un sistema automatizzato.

A seguito della rotazione della chiave su uno qualunque dei quadri UCS-QS, parte il comando di chiusura di tutti i sezionatori STES della galleria.

L'estrazione della chiave (a Standard IS) deve essere subordinata alla verifica dello stato di chiuso (e bloccato) di tutti i sezionatori STES della galleria.

La sicurezza è legata all'estrazione della chiave, che fornisce la garanzia della messa a terra della linea di contatto della galleria, con elevata sicurezza (SIL).

**S.I.L. = SAFETY INTEGRITY LEVEL**

# EVOLUZIONE PROGETTUALE

## ❖ Norme di riferimento per sistemi di sicurezza

- **CEI EN 61508** «Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili per applicazioni di sicurezza»
- **CEI EN 61511** «Sicurezza funzionale – Sistemi strumentali di sicurezza per il settore dell'industria di processo»
- **CEI EN 50126** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS).”
- **CEI EN 50128** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione - Software per sistemi ferroviari di comando e di protezione.”
- **CEI EN 50129** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotramviarie e metropolitane: Sistemi di comunicazione, segnalamento ed elaborazione – Sistemi elettronici di sicurezza per il segnalamento.”

## EVOLUZIONE PROGETTUALE

### DIFFERENZE REALIZZATIVE RISPETTO AL PROGETTO TRADIZIONALE STES

- **Scelta di apparecchiature con ridotti tassi di guasto;**
- **Ottimizzazione dell'architettura del sistema e delle sue ridondanze;**
- **Adozione di un sistema di automazione certificato HW e SW.**



- **Messa a terra globale**
- **Ridotti tempi di intervento delle squadre di emergenza**
- **Sicurezza (SIL-4) relativamente alle 3 funzioni:**

<i>Funzione</i>	<i>Livello</i>
Controllo LdC messa in corto circuito (per ogni singola UCS-DMBC/DMQC)	SIL4
Manovra di riapertura DMBC/DMQC Bloccata (Bloccamento) (per ogni singola UCS-DMBC/DMQC)	SIL4
Consenso all'Estrazione ChE (per ogni singola ChE)	SIL4

## CONCETTI CHIAVE DEL SISTEMA STES

- 1. Garantisce il rispetto dei requisiti del DM e delle STI**
- 2. Si applica a tutte le gallerie di lunghezza superiore a 1000 m, sia 3 kV c.c. che 25 kV c.a.**
- 3. Controllo remoto della posizione dei sezionatori di terra in sicurezza (SIL 4)**



**Grazie**

