VÖV UTP
Verband öffentlicher Verkehr
Union des transports publics
Unione dei trasporti pubblici

D RTE 27900

Manuale per la linea di ritorno e la messa a terra

Documentazione

RTE – Testo di riferimento in materia di tecnica ferroviaria

D

RTE 27900

VÖV UTP
Verband öffentlicher Verkehr
Union des transports publics
Unione dei trasporti pubblici

Editore UTP **Elaborato da** Gruppo di lavoro UTP	**Data di emissione** 01.07.2014 **Approvazione** PL RTE	**Entrata in vigore** 01.10.2014 **Adattamenti** 01.11.2021 (vedi pagina 3)	**Attribuzione** – **Sostituisce** RTE 27900, 1ª edizione del 01.11.2008
Distribuzione Imprese ferroviarie dell'UTP Ufficio federale dei trasporti UFT Extranet UTP / Webshop RTE (www.rte.utp.ch)			**Lingue** d, f, i **Numero di pagine** 213

Manuale per la linea di ritorno e la messa a terra

Documentazione



© UTP

Condizioni di utilizzo del testo di riferimento in materia di tecnica ferroviaria (RTE)

In relazione con l'impiego dei documenti, si deve osservare che essi sono redatti esclusivamente per le esigenze delle ferrovie e delle imprese di trasporti pubblici in Svizzera, e sono destinati all'utilizzo in questo ambito. Per poterli applicare correttamente, è perciò richiesta una formazione teorica e pratica corrispondente. Il testo di riferimento RTE comprende solo documenti di due livelli:

- I documenti R completano o migliorano le prescrizioni sovrane e le norme tecniche. Le direttive date devono essere seguite come ogni altro regolamento.
- I documenti D comprendono manuali e documentazione in qualità di raccomandazioni e aiuti per il quotidiano professionale o, eccezionalmente, riflettono lo stato della tecnica e rappresentano la pratica in vista di una standardizzazione.

Gruppo di lavoro UTP

Direzione

Peter Scholl, Ferrovie federali svizzere (FFS), Berna

Membri

Rolf Balli, Ferrovie federali svizzere (FFS), Berna
Thomas Berger, Ferrovie federali svizzere (FFS), Berna
Maurus Cotti, Ferrovia retica (RhB), Landquart
Markus Enzler, Regionalverkehr Bern-Solothurn (RBS), Worblaufen
Rolf Fankhauser, BLS SA, Berna
Rudolf Geiser, Ufficio federale dei trasporti (UFT), Ittigen (dal 2013)
Rodolfo Richterich, Ferrovie federali svizzere (FFS), Berna

Sostegno di progetto

Peter Moser, Transport en commun de Neuchâtel et environs (TN), Neuchâtel

Lettorato

Martin Strobel, Unione dei trasporti pubblici (UTP), Berna

Editore

UTP Unione dei trasporti pubblici
Tecnica ferroviaria
Dählhölzliweg 12, CH-3000 Berna 6
www.utp.ch, RTE@utp.ch

Webshop RTE

www.rte.utp.ch

ISBN 978-3-906225-08-1

© Unione dei trasporti pubblici, Berna, luglio 2014

Elenco delle modifiche

Data	Modifiche
01.11.2008	1ª edizione
01.07.2014	2ª edizione: – Aggiornamento in base all'Oferr e alle DE-Oferr – Soppressione dei paragrafi 14.x, contenuti nel R RTE 20600 – Nuovi allegati FFS A3 – A6 Correzioni e adattamenti dal 01.12.2020: – Correzioni pagina 156: Nuovo codice «4» invece di «b» in Fig. 11-8 – Adattamenti pagina 208: Sostituzione complementi specifici FFS appendice A2 Correzioni e adattamenti dal 01.11.2021: – Correzioni pagina 154: Nuovo codice «8» invece di «b» in Fig. 11-8 e iscrizioni completate – Correzioni pagina 156: Nuovo codice «8» invece di «4» in Fig. 11-8 – Adattamenti pagina 207: aggiunta del numero d'art. FFS al codice 2 «Conduttore di ritorno», appendice A1

© UTP

© UTP

Prefazione

Nell'Abbazia di Einsiedeln si vendono delle cartoline sulle quali si legge: «i dieci comandamenti sono brevi e comprensibili perché furono scritti senza la collaborazione di una commissione di esperti».

Se confrontiamo il paragrafo «Corrente di ritorno ferroviaria e messa a terra» delle disposizioni d'esecuzione dell'ordinanza sulle ferrovie con il Manuale per la linea di ritorno e la messa a terra, non possiamo fare a meno di notare che dalle 7 pagine e 1347 parole è nato un libro di duecento pagine. E se comprendiamo anche le norme vigenti nel settore della linea di ritorno e della messa a terra, l'elenco delle soluzioni disponibili diventa così lungo che una singola persona non riuscirebbe a studiarle tutte per un determinato caso di applicazione. Abbiamo quindi bisogno di esperti che conoscano bene la tematica. E anche per loro è spesso difficile riuscire ad avere una visione d'insieme a causa delle revisioni sempre più frequenti.

Il Manuale per la linea di ritorno e la messa a terra intende essere una guida per districarsi nella materia. Fra le tante ricette che comunque «renderebbero sazi» sono state scelte le migliori, togliendo il lettore dall'imbarazzo della scelta.

L'intento è stato quello di rendere utilizzabile il Manuale per la linea di ritorno e la messa a terra, redatto originariamente per le FFS, anche per tutte le altre ferrovie. Alla materia originale FFS si è aggiunta anche quella relativa alla delicata tematica delle ferrovie a corrente continua, con il pericolo di scatenare una vera e propria guerra di religione sui corretti colori delle designazioni di terra e di linea di ritorno.

Nel frattempo è stato risolto anche questo problema e, sostituendo «messa a terra» con «collegamento alla linea di ritorno», la seconda edizione di questa grande opera ha preso il via ed è ora fresca di stampa o pronta per essere scaricata da internet.

Un sentito ringraziamento va ai numerosi esperti che questa volta hanno «salvato» il progetto. Dopo dieci anni, l'opera è finalmente conclusa - se così si può affermare in quest'epoca caratterizzata da rapide evoluzioni tecniche.

Muri presso Berna, 1° luglio 2014

Urs Willi, Ingegnere elettrotecnico ETHZ

© UTP

1 Generalità 11
1.1 Introduzione 11
1.2 Scopo del Manuale per la linea di ritorno e la messa a terra (MLM) 11
1.3 Modifiche agli impianti 12
1.4 Applicazione del Manuale per la linea di ritorno e la messa a terra (MLM) 12
1.5 Abbreviazioni 12

2 Basi 15
2.1 Regolamentazioni di diritto sovrano 16
2.2 Norme 17
2.3 RTE e regolamenti delle ferrovie 18
2.4 Circolari informative 19
2.5 Regolamentazioni specifiche 19

3 Definizioni, simboli, marcatura 20
3.1 Definizioni 20
3.2 Simboli 28
3.3 Marcatura dei conduttori 28
3.3.1 Esecuzione e marcatura dei conduttori 30
3.4 Incontro di sistemi di messa a terra 32

4 Principi 33
4.1 Principi fisici e tecnici 34
4.1.1 Perché la messa a terra? 34
4.1.2 Il principio della messa a terra 34
4.2 Misure di protezione 35
4.3 Protezione delle persone 36
4.3.1 Il principio per la protezione delle persone 38
4.4 Cortocircuiti 40
4.4.1 Premessa 40
4.4.2 Cortocircuiti momentanei e permanenti 40
4.4.3 Intensità della corrente di cortocircuito 41
4.4.4 Effetto termico della corrente di cortocircuito 42
4.4.5 Forza magnetica della corrente di cortocircuito 42
4.5 Zona con misure particolari (DE-Oferr 44.d, par. 4) 43
4.5.1 Area della linea aerea e area dei dispositivi di presa della corrente (zona 1) . 43
4.5.2 Zona di possibile contatto contemporaneo (zona 2) 50
4.6 Linea di ritorno della corrente di trazione 51
4.6.1 Rapporto tra corrente di trazione e corrente di ritorno ferroviaria 54
4.6.2 Concetto di linea di ritorno e di messa a terra 55
4.7 Conduttore di ritorno della corrente di trazione 57
4.7.1 Impedenze delle rotaie 57
4.7.2 Resistenza fune della linea di ritorno con la corrente continua 57
4.7.3 Resistenza del terreno 58
4.8 Meccanismi di accoppiamento 59
4.8.1 Accoppiamento ohmico (galvanico) 59
4.8.2 Accoppiamento induttivo (induzione) 60
4.8.3 Accoppiamento capacitivo (induzione elettrostatica) 63
4.9 Campi magnetici 65
4.9.1 Principi e raccomandazioni per ridurre al minimo i campi magnetici 66
4.10 Propagazione del potenziale del sistema di linee di ritorno 67
4.10.1 Protezione contro i contatti invece della messa a terra diretta 68
4.10.2 Oggetti con doppio collegamento al sistema di linee di ritorno 68
4.11 Linea di corrente di ritorno AC/DC 68
4.12 Stazioni comuni AC e DC 69
4.13 AC e DC sullo stesso binario 69

 © UTP

5 Documentazione ... 70
5.1 Concetto di linea di ritorno e di messa a terra ... 70
5.1.1 Sviluppo del concetto di linea di ritorno e di messa a terra ... 71
5.1.2 Illustrazione del concetto di linea di ritorno e di messa a terra ... 72
5.1.3 Esempio di un concetto di linea di ritorno e di messa a terra di una ferrovia a corrente alternata ... 73
5.1.4 Esempio di un concetto di linea di ritorno e di messa a terra di una ferrovia a corrente continua ... 74
5.2 Scheda dei dati sul sito secondo l'ORNI ... 75

6 Misure di protezione e di messa a terra ... 76
6.1 Protezione contro le scosse elettriche ... 76
6.1.1 Protezione di base ... 76
6.1.2 Protezione in caso di guasto ... 76
6.1.3 Protezione tramite disinserimento automatico ... 76
6.2 Collegamento equipotenziale ... 77
6.2.1 Generalità ... 77
6.2.2 Collegamento equipotenziale principale ... 77
6.3 Barra principale di compensazione del potenziale (HPAS) ... 79
6.4 Allacciamento del conduttore di ritorno dell'edificio (AGR) ... 80
6.5 Sistemi di protezione ... 83
6.5.1 Sistema TN ... 85
6.5.2 Sistema TT ... 86
6.6 Separazione fra sistema di corrente di ritorno ferroviario e messa a terra ... 88
6.7 Elettrodi di terra ... 90
6.7.1 Dispersori di fondazione ... 90
6.8 Impianto di messa a terra ... 91

7 Compatibilità elettromagnetica (CEM) ... 93
7.1 Definizione di CEM ... 93
7.1.1 Altre definizioni sul tema CEM ... 94
7.2 CEM per impianti di conduzione della corrente di ritorno ferroviaria ... 94
7.3 Misure di protezione CEM e concetto CEM ... 95

8 Protezione contro i fulmini ... 96
8.1 Campo di validità (obbligo di protezione contro i fulmini) ... 96
8.2 Esecuzione ... 97
8.2.1 Protezione esterna contro i fulmini ... 97
8.2.2 Protezione interna contro i fulmini ... 97
8.3 Messa a terra e protezione contro i fulmini di impianti d'antenna ... 97
8.3.1 Messa a terra di antenne sull'edificio ... 97
8.3.2 Messa a terra di antenne senza protezione contro i fulmini integrata nell'edificio ... 97
8.3.3 Messa a terra di antenne esternamente all'edificio ... 97
8.4 Controllo ... 99

9 Installazioni di cavi ... 100
9.1 Principi ... 100
9.2 Protezioni per cavi in metallo ... 101
9.3 Installazioni di cavi con armatura metallica ... 101
9.4 Allacciamento su un lato dei cavi al sistema di linee di ritorno ... 102
9.5 Installazioni di cavi per alta tensione, 16.7 Hz ... 103
9.5.1 Raccomandazioni sul concetto dei cavi ... 104
9.6 Installazioni di cavi nelle ferrovie a corrente continua ... 105

 © UTP

10 Impianti della linea di contatto 106
10.1 Sostegni della linea di contatto 106
10.1.1 Pali della linea di contatto per ferrovie a corrente alternata 106
10.1.2 Pali della linea di contatto per ferrovie a corrente continua 106
10.2 Il sistema di alimentazione elettrica di ferrovie a corrente alternata 107
10.3 Rotaie di corsa 110
10.3.1 Dispositivi di annuncio di binario libero 110
10.4 Funi della linea di ritorno e conduttori di terra 113
10.4.1 Dimensionamento e disposizione delle funi della linea di ritorno e dei conduttori di terra 113
10.4.2 Dimensionamento dei conduttori di ritorno in funzione della corrente di cortocircuito della linea di contatto e della corrente di ritorno di trazione 122
10.5 Connessione della sottocentrale 129
10.5.1 Connessione alle rotaie (polo di terra) 129
10.5.2 Connessione alle funi della linea di ritorno 129
10.6 Trasformatori e trasformatori di misura sui pali 130
10.6.1 Trasformatori da 16.7 Hz 130
10.6.2 Trasformatori di misura 130
10.7 Impianti di commutazione della linea di contatto 132
10.8 La linea di ritorno della corrente di trazione per ferrovie a corrente continua 135
10.8.1 Sezione delle funi della linea di ritorno 135

11 Opere 136
11.1 Opere di genio civile: ponti, gallerie, muri di sostegno 136
11.1.1 Generalità 136
11.1.2 Ponti 139
11.1.3 Gallerie 142
11.2 Ripari fonici, barriere di sicurezza, recinzioni 148
11.2.1 Generalità 148
11.2.2 Ripari fonici 149
11.2.3 Recinzioni longitudinali e trasversali rispetto al binario 150
11.3 Pensiline 152
11.3.1 Generalità 152
11.3.2 Conduttore di ritorno del marciapiede 152
11.3.3 Derivazioni 153
11.3.4 Gronde (scossaline) 153
11.3.5 Planimetrie 154
11.4 Pavimento tecnico 157
11.4.1 Generalità 157
11.4.2 Esecuzione 158
11.5 Colonne montanti in edifici per linee di comunicazione 159
11.5.1 Disposizione 159
11.5.2 Misure costruttive 161
11.5.3 Messa a terra 162
11.6 Ingresso comune delle linee (SPE, single point of entry) 163

12 Impianti di sicurezza 164
12.1 Generalità 164
12.1.1 Basi e campo di validità 164
12.2 Impianto interno 165
12.2.1 Barra principale di compensazione del potenziale (HPAS) nell'edificio 165
12.2.2 Barre principali di compensazione del potenziale (HPAS) in edifici separati 166
12.2.3 Messa a terra degli apparecchi 166
12.3 Impianti esterni 171
12.3.1 Generalità 171
12.3.2 Traversa portastrumenti 172

 © UTP

12.4 Concetto della linea di ritorno per scambi ad alta velocità ... 175

13 Impianti Telecom ... 176
13.1 Principio ... 176
13.2 Alimentazione elettrica ... 177
13.3 Sistemi di trasmissione dati ... 177
13.4 Altri impianti di telecomunicazione ... 178

14 Impianti speciali ... 179
14.1 Impianti per l'alimentazione di veicoli ferroviari e filoviari a riposo ... 179
14.1.1 Impianti di preclimatizzazione dei treni ... 180
14.1.2 Dispositivo d'inserimento per depositi ... 182
14.2 Impianti UPS ... 183
14.3 Alimentazione della corrente per uso di cantiere ... 183
14.4 Macchine edili mobili ... 183
14.5 Pesa a ponte ... 184
14.5.1 Pesa a ponte convenzionale ... 184
14.5.2 Pesa a ponte dinamica ... 185
14.6 Riscaldamenti elettrici di scambi ... 186
14.6.1 Premessa ... 186
14.7 Stazioni di rifornimento ... 187
14.7.1 Principi fondamentali ... 187
14.7.2 Definizione delle zone a rischio d'esplosione ... 187
14.8 Riscaldamenti degli scambi a gas ... 188
14.9 Stazioni di rifornimento di benzina e gasolio ... 190
14.9.1 Principi fondamentali ... 190
14.9.2 Definizione delle zone a rischio d'esplosione ... 190

15 Oggetti ferroviari e sistema di linee di ritorno ... 191
15.1 Tabella «Collegare con la linea di ritorno» ... 191

16 Esempio esecutivo ... 197
16.1 Principio di messa a terra e di linea di ritorno della Glattalbahn ... 197

17 Bibliografia e fonti di riferimento ... 203
17.1 Bibliografia ... 203
17.2 Fonti di riferimento ... 204
17.2.1 Regolamentazioni di diritto sovrano ... 204
17.2.2 Norme ... 204
17.2.3 Ulteriori disposizioni ... 204

18 Indice analitico ... 205

 © UTP