



www.ecm.com

Tecnologia ed innovazione nel trasporto ferroviario.

Dal 1988 ECM progetta e realizza sistemi e prodotti per l'efficienza, la sicurezza e l'alimentazione delle ferrovie. I prodotti ECM sono sinonimo di durabilità, economia di esercizio ed affidabilità: i nostri sistemi di Protezione Automatica della Marcia del treno garantiscono ogni giorno una circolazione più rapida e sicura su migliaia di chilometri di linea ferroviaria in Italia e all'estero.

L'installazione dei nostri segnali a LEO offre al gestore della rete un'affidabilità di esercizio ed una manuttenibilità senza precedenti, sintesi di tecnologia e ricerca di assoluta avanguardia nel settore.

Il sistema di interlocking computerizzato HXMP® sviluppato da ECM rappresenta la nuova frontiera per la gestione dell'infrastruttura ferroviaria: la possibilità di organizzare integramente tutte le operazioni di manutenzione, diagnostica e telecontrollo di un nodo ferroviario da un unico posto centrale e oggi una realtà. Grazie al nostro sistema Tulerie è in grado semplicemente attraverso un browser di gestire centinaia di chilometri di linea interacciandosi liberamente con i sistemi e prodotti esistenti in modo rapido ed efficiente.

Dai nostri progetti, il vostro futuro.



INGEGNERIA FERROVIARIA - Giugno 2014

Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in abbonamento postale - d.l. 353/2003 (conv. in l. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1 - DCB Roma

ISSN: 0020 - 0956

IF Ingegneria Ferroviaria

GIFF Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani

Anno LXIX

n. 6

Giugno 2014

Ansaldo STS sarà presente a

Innotrans

Hall 4.2 Booth n. 104

Messe Berlin GmbH

BERLINO (Germania)

23 - 26 Settembre 2014

Connecting Pieces of Your World

MOVE WITH US

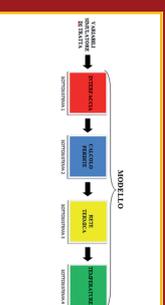
Ansaldo STS è leader globale nel settore del segnalamento e dei sistemi integrati di trasporto sia per il traffico passeggeri (Railway/Mass Transit), che per il trasporto merci (Freight).

Progetta e realizza sistemi e componenti di segnalamento, per la gestione e il controllo del traffico ferroviario e metropolitano.

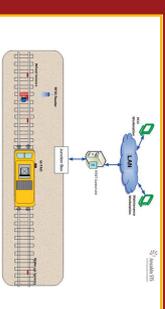
Disegna, sviluppa e pianifica il lavoro necessario per fornire la tecnologia più all'avanguardia dei sistemi ferroviari e metropolitani.

www.ansaldo-sts.com


Ansaldo STS
Una Società Finmeccanica



Simulatore termico per catene di trazione di treni ad alta velocità
Thermal simulator for traction chains of high-speed trains



Rilevamento Temperature Sottocassa dei Treni
Undercarriage Temperature Analysis System

Orologio "FRECCIAROSSA 1000"

Il CIFI in collaborazione con la società Perseo ha realizzato (prossima uscita) l'orologio "Frecciarossa 1000". Il costo è di € 270,00 iva inclusa + spese di spedizione*).

Ai Soci CIFI ed a tutti quelli che si iscriveranno al Collegio contestualmente all'acquisto, viene praticato uno sconto di € 54,00 per un costo a orologio di € 216,00 + spese di spedizione*).



Agli Abbonati alle riviste "La Tecnica Professionale" e "Ingegneria Ferroviaria" (ed anche per coloro che sottoscriveranno l'abbonamento ad una delle due riviste verrà praticato uno sconto € 27,00 per un costo ad orologio di € 243,00 + spese di spedizione*).

(*) € 10,00

Per informazioni contattare il Sig. Leonetti

Tel: 06 47 42 986 - FS 970/66825 - mail: amministrazione@cifi.it

PUBBLICAZIONI CIFI

I mitici treni a vapore: la celebrazione dei 120 anni della Faentina

Un'antica ferrovia pensata e costruita nel 1800 per unire un'Italia appena risorta. Valli e montagne che trasudano storia e fanno sfoggio di rara, naturale e a volte selvaggia bellezza. È la locomotiva, il "cavallo di fuoco" come lo battezzarono i pellerossa delle praterie americane.

In questo DVD vi presentiamo quattro film storici, realizzati dal regista Alessandro Fontanelli, che mostrano immagini in gran parte inedite e ormai irripetibili. Piene di vapore, di fumo, di suoni e di ritmi meccanici dimenticati. E anche di prospettive. Perché questa "Direttissima" del passato dopo 120 anni sta riscoprendo il suo futuro.

Il DVD contiene quattro film realizzati tra il 1987 e il 1990.

- 1) **La Faentina riparte dopo cento anni.** Durata 12 minuti. Realizzato nel 1987 per la presentazione di un progetto di sviluppo turistico.
- 2) **Il Treno delle Castagne.** Durata 24 minuti. Realizzato nel 1988, un documentario di impronta romantica, realizzato in occasione della prima edizione della classica Sagra delle Castagne di Marradi.
- 3) **Il Treno dell'Amicizia.** Durata 16 minuti. Realizzato nel 1989, con questo viaggio il Lyon's Club (Valli Faentine) volle farsi precursore della rinascita della Faentina in chiave turistica.
- 4) **A tutto vapore.** Durata 18 minuti. Realizzato nel 1990, un film unico nel suo genere, solo musica e suoni originali. Un monologo della locomotiva a vapore mentre corre nell'affascinante panorama dell'Appennino Tosco Romagnolo. Immagini e suoni mai visti e irripetibili, altamente spettacolari e profondamente emozionanti.



Il Cifi per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire il DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

ABB S.p.A. – SESTO S. GIOVANNI (MI)	IRCA S.p.A. – DIVISIONE RICA – VITTORIO VENETO (TV)
ACMAR SOC. COOP. P. A. - ASSOCIAZIONE COOPERATIVA MURATORI E AFFINI - RAVENNA	ITALFERR S.p.A. – ROMA
AESYS S.p.A. – SERIATE (BG)	ISARAIL S.p.A. – INDEPENDENT SAFETY ASSESSOR – NAPOLI
ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)	ISPI – ISTITUTO SUPERIORE PER LE INFRASTRUTTURE – TORINO
AMG S.r.l. – ADVANCED MEASURING GROUP – BITETTO (BA)	IVECOS S.p.A. – VITTORIO VENETO (TV)
ANAF – ROMA	LOTRAS S.r.l. – FOGGIA
ANSALDOBREDA S.p.A. – NAPOLI	LUCCHINI S.p.A. - PIOMBINO (LI)
ANSALDO S.T.S. S.p.A. – GENOVA	LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
ANSF - AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE - FIRENZE	MATISA S.p.A. – S. PALOMBA (ROMA)
ARMAFER S.r.l. – CAMPOBASSO	MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)
ARST S.p.A. – CAGLIARI	METRONAPOLI S.p.A. – NAPOLI
ASSIFER – ASS. INDUSTRIE FERR. ELETTR. – MILANO	METROPOLITANA MILANESE S.p.A. – MILANO
ASSOFER – ASSOCIAZIONE OPERATORI FERROVIARI E INTERMODALI – ROMA	MICOS S.p.A. – ROMA
ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA	MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – BUCCINASCO (MI)
A.T.A.C. S.p.A. – AGENZIA PER I TRASPORTI AUTOFERROTRANVIARI – COMUNE DI ROMA	MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)
AVANTGARDE S.r.l. – BARI	NATIONAL INSTRUMENTS ITALY S.r.l. – ASSAGO (MI)
B.&C. PROJECT S.r.l. – MELEGNANO (MI)	NET ENGINEERING S.p.A. – MONSELICE (PD)
BALFOUR BEATTY RAIL S.p.A. – MILANO	NORDCARGO S.r.l. – NOVATE MILANESE (MI)
BOMBARDIER TRANSPORTATION ITALY S.p.A. – VADO LIGURE (SV)	ORA ELETTRICA S.r.l. – SAN PIETRO ALL'OLMO – CORNAREDO (MI)
BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)	PFISTERER S.r.l. – PASSIRANA DI RHO (MI)
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – GENOVA	PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (ROMA)
CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – TURATE (CO)	PHOENIX CONTACT S.P.A. – CUSANO MILANINO (MI)
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO	PMA ITALIA S.r.l. – PADERNO DUGNANO (MI)
C.L.F. – COSTRUZIONI LINEE FERR. S.p.A. – BOLOGNA	PROGRESS RAIL INSPECTION & INFORMATION SYSTEMS S.r.l. – FIRENZE
CEMBRE S.p.A. – BRESCIA	PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)
CEMES – S.p.A. – PISA	PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO – RIPARTIZIONE TRAFFICO E TRASPORTI
COET-COSTRUZIONI ELETTROTEC. – SAN DONATO M.SE (MI)	QSD SISTEMI S.r.l. – PESSANO CON BORNAGO (MI)
COMMEL S.r.l. – ROMA	RAILTECH – PANDROL ITALIA S.r.l. – S. ATTO (TE)
CONSORZIO SATURNO – ROMA	RETE FERROVIARIA TOSCANA S.p.A. – AREZZO
COOPSETTE SOCIETÀ COOPERATIVA – CASTELNOVO DI SOTTO (RE)	R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – DIREZ. TECNICA ENERGIA E TRAZ. ELETTR. – ROMA
D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. – MONTORIO AL VOMANO (TE)	RINA SERVICES S.P.A. RAILWAY DEPARTMENT - GENOVA
DERI S.r.l. – GRUGLIASCO (TO)	RITTAL S.p.A. – VIGNATE (MI)
DYNASTES S.r.l. – ROMA	SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)
DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA	SCALA VIRGILIO & FIGLIO S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)
ECM S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)	SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. – MILANO
ELETECH S.r.l. – BITONTO (BA)	SHRAIL S.r.l. – MILANO
ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI	ŠKODA TRANSPORTATION S.p.A - PRAGA (REPUBBLICA CECA)
EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI	SICE S.n.c. – CHIUSI SCALO (SI)
ESIM S.r.l. – BARI	SICURFER S.r.l. – CASORIA (NA)
E.T.A. S.p.A. – CANZO (CO)	SIEMENS S.p.A. – SETTORE TRASPORTI – MILANO
EULEGO S.r.l. – TORINO	SIMPRO S.p.A. – BRANDIZZO (TO)
FAIVELEY TRANSPORT PIOSSASCO S.p.A. – PIOSSASCO (TO)	SINECO S.p.A. – MILANO
FASE S.a.s. DI EUGENIO DI GENNARO & C. – SENAGO (MI)	S.I.R.T.I. S.p.A. – MILANO
FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI	S.P.I.I. S.p.A. – SARONNO (VA)
FERROTRAMVIARIA S.p.A. – FERROVIE DEL NORD BARESE – ROMA	SPIITEK S.r.l. – PRATO
FERROVIA ADRIATICO SANGRITANA S.p.A. – CANCIANO (CH)	SO.CO.FER S.r.l. - SOCIETÀ COSTRUZIONI FERROVIARIE - GALLESE (VT)
FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI	SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – MONO (NO)
FERROVIE DEL SUD EST E SERVIZI AUTOMOBILISTICI S.r.l. – BARI	SNCF VOYAGES ITALIA S.r.l. - MILANO
FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO	STADLER RAIL AG – BUSSNANG (CH)
FERSERVICE S.r.l. - BAGHERIA (PA)	SYSCO S.p.A. – ROMA
FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA	SYSNET TELEMATICA S.r.l. – MILANO
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO – BBT SE – BOLZANO	SYSTRA SUCCURSALE ITALIANA – ROMA
GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. – ROMA	TECNIMONT CIVIL CONSTRUCTION S.p.A. - MILANO
GE TRASPORTATION SYSTEMS S.p.A. – FIRENZE	T.M.C. TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT S.r.l. – POMPEI (NA)
GRUPPO LOCCIONI GENERAL IMPIANTI S.r.l. – MOIE DI MAIOLATI (AN)	TEKFER S.r.l. – ORBASSANO (TO)
GRUPPO TRASPORTI TORINESI S.p.A. – TORINO	THALES ITALIA S.p.A. – SESTO FIORENTINO (FI)
KRAIBURG ELASTICK GmbH – STRAIL – TITTMONING – GERMANIA	THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)
HUPAC S.p.A. – MILANO	TELEFIN S.p.A. – VERONA
KIEPE ELECTRIC S.p.A. – CERNUSCO SUL NAVIGLIO (MI)	TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE
KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – FIRENZE	TRENITALIA S.p.A. – ROMA
JAMPEL S.r.l. – BOLOGNA	TRENTINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
IMET S.p.A. – PERUGIA	TUV ITALIA S.r.l. – SCARMAGNO (TO)
IMPRESA SILVIO PIERBON SAS – BELLUNO	VOESTALPINE VAE ITALIA S.r.l. – ROMA
IMPRESA SIMEONE & FIGLI SVL - NAPOLI	VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO NELLEMI (RE)
INTECS S.p.A. – LOC. MONTACCHIELLO – PISA	VOSSLOH SISTEM S.r.l. – SARSINA (FC)

INDICE ALFABETICO DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

AMRA S.p.A. – Macherio (MI)
p. 519

ESSEN ITALIA S.p.A.
- Roma

LUCCHINI RS S.p.A.
- Lovere (BG)

III copertina

II copertina

ANSALDO STS S.p.A.
- Una Società Finmeccanica
- Genova I copertina

ECM S.p.A. di Cappellini
- Serravalle Pistoiese (PT)
IV copertina
+ pp. 562-563

ITALFERR S.p.A. – Gruppo
- Ferrovie dello Stato Italiane
- Roma

PLASSER Italiana S.r.l.
- Velletri (Roma)

p. 522

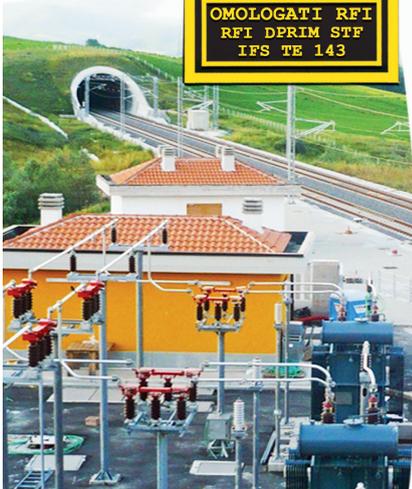
p. 561

RELE' SERIE FERROVIA RAILWAY SERIES

Per Impianti Fissi

Monostabili istantanei (fino a 20 contatti da 5 o 10 A)
4 contatti temporizzati
2 contatti istantanei + 2 temporizzati da 5A
Bistabili (fino a 20 contatti da 10A)
A soglia e di minima e massima di tensione
Passo - passo e veloci

OMOLOGATI RFI
RFI DPRIM STF
IFS TE 143



Telefono +39 039 245 75 45
www.amra-chauvin-arnoux.it

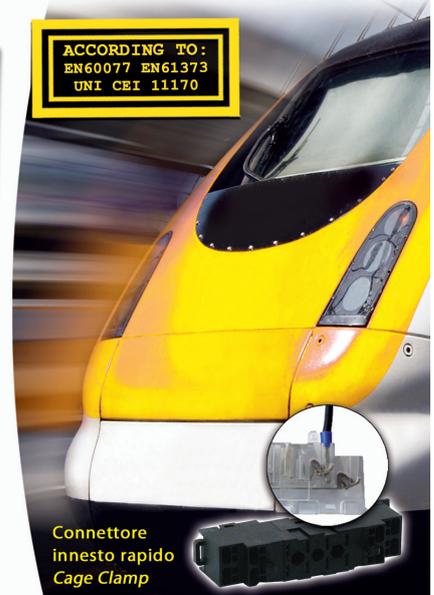


AMRA
CHAUVIN ARNOUX GROUP

Per Impianti Rotabili

Monostabili istantanei 2-4-8 contatti da 5 o 10A
Temporizzati 4 o 2+2 contatti da 5 o 10A
Bistabili a 4-8 contatti da 10A
A soglia di tensione, passo-passo, veloci
Guida forzata

ACCORDING TO:
EN60077 EN61373
UNI CEI 11170



Connettore
innesto rapido
Cage Clamp



SERVIZIO DI RICERCA DI PERSONALE PER LE AZIENDE

Il CIFI ha attivato nel 2009 la piattaforma della banca dati dei CV e delle offerte di lavoro che, a fine 2012, contava ben 49 aziende e 286 candidati iscritti. Per ampliare ulteriormente le potenzialità di questa iniziativa, finora riservata ai soli soci, il Collegio ha deciso di renderla accessibile anche agli abbonati alle sue riviste Ingegneria Ferroviaria e La Tecnica Professionale.

Al fine di proseguire l'attività volta alla facilitazione dell'incontro tra domanda ed offerta di lavoro nel settore ferroviario e dei trasporti urbani, il CIFI ha inoltre deciso di proporre alle Aziende un nuovo servizio di pre-selezione dei candidati a supporto delle loro ricerche di personale. Il servizio consiste nell'individuazione dei candidati che hanno i requisiti indicati dalle aziende e nel successivo invio in forma riservata dei CV dei candidati alle aziende stesse.

Le aziende potranno poi convocare i candidati per l'avvio dell'iter di selezione. Le aziende che desiderano avvalersi di questo servizio possono richiedere maggiori informazioni sulle modalità di svolgimento del servizio telefonicamente al numero 06-4882129 o tramite email indirizzata a segreteria@tecnica@cifi.it. Il manuale operativo è disponibile nel sito web del CIFI www.cifi.it.

Per iscriversi come candidati, i soci CIFI e gli abbonati alla rivista devono compilare l'apposita richiesta presente nel sito web del CIFI www.cifi.it nella sezione "Banca dati CV". Ogni socio o abbonato può inserire anche più di un CV, ad esempio quello proprio e/o dei propri familiari. Maggiori informazioni possono essere richieste all'email segreteria@tecnica@cifi.it.

Il costo per ogni ricerca è di €300 + iva per le aziende non socie CIFI e di €200 + iva per le aziende socie CIFI. Il servizio è gratuito per i candidati sia in fase di iscrizione sia in fase di pre-selezione.

1991: LA LINEA PIÙ VELOCE E LA LINEA PIÙ LENTA

Vent'anni or sono, nel 1991, ancor prima di divenire Società per Azioni, le Ferrovie dello Stato Italiane ereditavano una Rete caratterizzata, al massimo livello, dalla Direttissima Roma - Firenze, capostipite della Rete Alta Velocità e, di contro, da una serie di piccole linee locali, figlie del periodo ottocentesco in cui non esistevano alternative alla ferrovia anche sulle brevissime distanze. In mezzo a tali due estremi, le linee che ancor oggi costituiscono la Rete tradizionale.

In un documentario dell'epoca realizzato da Claudio Migliorini si possono rivivere alcuni aspetti attinenti alle due situazioni estreme anzidette.

Il video esordisce con un reportage su un viaggio organizzato in Direttissima tra Orvieto e Firenze dal CIFI il 13 aprile 1991 con l'ETR Y 500, allora l'unico "supertreno" di FS capace di raggiungere i 300 km/h, "progenitore" di tutti i moderni "Frecciarossa" che oggi collegano velocemente le principali città italiane.

E dopo (l'allora) linea più veloce, la telecamera ci fa compiere un'escursione lungo (l'allora) linea più lenta della Rete FS, la Poggibonsi - Colle Val d'Elsa, che conservò fino alla sospensione definitiva del servizio ferroviario (1987) le sue caratteristiche di linea "economica" ottocentesca: qui si trovava tra l'altro la curva più stretta della Rete FS a scartamento ordinario, con soli 100

metri di raggio. A seguito dell'atto ministeriale di dismissione (2009), oggi sul tracciato della linea colligiana si è realizzata una pista ciclabile, mentre il traffico motorizzato è stato integralmente trasferito su strada e ha beneficiato di interventi di razionalizzazione infrastrutturale che hanno interessato pure le ex aree ferroviarie (ved. articolo su "La Tecnica Professionale" n. 9/settembre 2011).

Il filmato costituisce in definitiva una testimonianza autentica dell'eredità della gestione statale e che, raffrontata con la situazione odierna, rende conto di come la successiva evoluzione delle Ferrovie dello Stato Italiane abbia portato, in una logica

imprenditoriale d'Impresa, da un lato a sviluppare e potenziare i servizi di punta ad alta redditività economica e sociale (Alta Velocità/Alta Capacità) e, all'opposto, a lasciare alle altre modalità di trasporto molte relazioni a brevissimo raggio caratterizzate strutturalmente da una sostenibilità nulla se realizzate su ferro.

Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire i DVD al costo unitario di soli €13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



Pubblicazione mensile

Contatti

Tel. 06.4827116

E-mail: redazioneif@cifi.it – notiziari.if@cifi.it – direttore.if@cifi.it

Servizio Pubblicità

Roma: 06.47307819 – redazioneip@cifi.it

Milano: 02.63712002 – 339.1220777 – segreteria@cifimilano.it

Direttore

Prof. Ing. Stefano RICCI

Vice Direttore

Dott. Ing. Valerio GIOVINE

Comitato di Redazione

Dott. Ing. Giovanni BONORA
Dott. Ing. Massimiliano BRUNER
Prof. Ing. Giulio Erberto CANTARELLA
Dott. Ing. Gianfranco CAU
Dott. Ing. Maurizio CAVAGNARO
Prof. Ing. Federico CHELI
Prof. Ing. Giuseppe Romolo CORAZZA
Dott. Ing. Biagio COSTA
Prof. Ing. Bruno DALLA CHIARA
Prof. Ing. Franco DE FALCO
Dott. Ing. Salvatore DI TRAPANI
Prof. Ing. Anders EKBERG
Dott. Ing. Alessandro ELIA
Dott. Ing. Attilio GAETA
Prof. Ing. Ingo HANSEN
Prof. Ing. Simon David IWNICKI
Dott. Ing. Adoardo LUZI
Prof. Ing. Gabriele MALAVASI
Dott. Ing. Giampaolo MANCINI
Dott. Ing. Enrico MINGOZZI
Dott. Ing. Francesco NATONI
Dott. Ing. Vito RIZZO
Dott. Ing. Stefano ROSSI
Dott. Ing. Francesco VITRANO

Consulenti

Dott. Ing. Giovannino CAPRIO
Dott. Ing. Paolo Enrico DEBARBIERI
Prof. Ing. Giorgio DIANA
Dott. Ing. Antonio LAGANA
Dott. Ing. Emilio MAESTRINI
Prof. Ing. Renato MANIGRASSO
Dott. Ing. Mauro MORETTI
Dott. Ing. Silvio RIZZOTTI
Prof. Ing. Giuseppe SCIUTTO

Redazione

Massimiliano BRUNER
Francesca PISANO
Marisa SILVI

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani**

Associazione NO PROFIT con personalità giuridica [n. 645/2009]
iscritta al Registro Nazionale degli Operatori della Comunicazione
(ROC) n. 5320 – Poste Italiane SpA – Spedizione in abbonamento
postale – d.l. 353/2003

(conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1 – DBC Roma
Via Giovanni Giolitti, 48 – 00185 Roma
E-mail: cifi@mlink.it – u.r.l.: www.cifi.it
Tel. 06.4882129 – Fax 06.4742987
Partita IVA 00929941003

Orario Uffici: lun.-ven. 8.30-13.00 / 13.30-17.00
Biblioteca: lun.-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

Indice

Anno LXIX | **Giugno 2014** | 6**SIMULATORE TERMICO PER CATENE DI TRAZIONE
DI TRENI AD ALTA VELOCITÀ, APPLICAZIONE
SU ETR500- FRECCIAROSSA
THERMAL SIMULATOR FOR TRACTION CHAINS
OF HIGH-SPEED TRAINS, APPLICATION
TO ETR500-FRECCIAROSSA**

Dott. Ing. Matteo NOBILI
Dott. Ing. Salvatore RIZZO
Dott. Ing. Francesco ROMANO

523**RILEVAMENTO TEMPERATURE SOTTOCASSA
DEI TRENI (RTST) NELLA LINEA
DI METROPOLITANA DI GENOVA
UNDERCARRIAGE TEMPERATURE ANALYSIS
SYSTEM IN GENOA UNDERGROUND LINE**

Dott. Elisa MASSARA
Dott. Nadia MAZZINO
Ing. Stefano TERRIBILE
Ing. Leonetto BORDIGNON
Dott. Romina COSTA
Ing. Emanuela CERVETTO
Ing. Franco MONTEBRUNO

565**Convegni e Congressi 2014****584****Notizie dall'interno****585****Notizie dall'estero***News from foreign countries***591****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****602****IF Biblio****603****Condizioni di abbonamento e quote di associazione al CIFI****611**

La riproduzione totale o parziale di articoli o disegni è permessa citando la fonte.
The total or partial reproduction of articles or figures is allowed providing the source citation.



Italferr. Soluzioni globali per i progetti ferroviari nel mondo

Italferr. Worldwide global solutions for railway projects

Alta Velocità, linee ferroviarie tradizionali e nodi urbani. Dalla progettazione all'attivazione.



Italferr, società d'ingegneria del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, è leader sul mercato nella progettazione multidisciplinare e complessa per il settore ferroviario. L'esperienza acquisita in 30 anni di servizi di ingegneria specializzata e il know how a livello internazionale sono i motori chiave delle soluzioni tecnologiche e integrate della Società, dalla progettazione fino alla messa in esercizio. La soddisfazione del cliente è il nostro obiettivo. Giorno dopo giorno le attività di ingegneria di Italferr creano un mondo migliore e rispettoso dell'ambiente.

High Speed, conventional railway lines and urban hubs. From conception to operation start-up.

Italferr, the engineering company of the "Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane" (Italian State Railways Group), is a market leader in the provision of multi-disciplinary and complex design to the railway sector. The experience acquired in 30 years of specialized engineering services and the international know how are the key drivers of the Company's technological and integrated solutions, from conception to operation start-up of railway systems. Client satisfaction is our goal. Day by day Italferr engineering activities create a better and environmentally-friendly world.

www.italferr.it

Italferr Spa - Via V. G. Galati, 71 - 00155 Rome (Italy) tel +39 0649752507 fax +39 0649752209 international@italferr.it

Simulatore termico per catene di trazione di treni ad alta velocità, applicazione su ETR500-Frecciarossa

Thermal simulator for traction chains of high-speed trains, application to ETR500-Frecciarossa

Dott. Ing. Matteo NOBILI ^(*)
Dott. Ing. Salvatore RIZZO ^(*)
Dott. Ing. Francesco ROMANO ^(*)

Sommario - L'articolo, è strutturato come segue: inizialmente sono illustrati i principi teorici, nei quali si descrive l'utilizzo di reti circuitali (reti termiche) per rappresentare il comportamento termico delle macchine elettriche; nel seguito sono descritti brevemente l'architettura generale del sistema di propulsione del treno Frecciarossa ETR 500 e i sistemi di raffreddamento impiegati; nella parte centrale dell'articolo è affrontata la descrizione vera e propria dei modelli termici, inoltre, sono esposte le validazioni degli stessi, seguite da simulazioni di tratte reali percorse dal treno; infine sono esposte le conclusioni.

1. Introduzione

La progettazione degli orari di un mezzo di trazione è strettamente legata alla caratteristica di trazione del mezzo stesso e al dimensionamento termico dei componenti della catena di trazione, se da una parte l'esigenza commerciale è di minimizzare i tempi di percorrenza, dall'altra, la definizione del profilo di velocità e degli sforzi di trazione richiesti al materiale rotabile deve tenere conto anche della necessità di non ridurre la vita utile di componenti fondamentali, quali ad esempio motore di trazione, convertitore di trazione e trasformatore di trazione. Se nel passato il dimensionamento della catena di trazione era riferito a valori di potenza continuativa, oraria o semioraria, nei mezzi di trazione moderni, in particolare nei treni ad alta velocità, il dimensionamento termico dei componenti della catena di trazione, anche per motivi di ottimizzazione sia dei costi che dei pesi, è effettuato generalmente in riferimento agli specifici profili di missione, definiti per i servizi commerciali previsti dal cliente in

Summary - The article is structured as follows: it initially shows the theoretical principles, describing the use of circuit networks (thermal networks) to represent the thermal behaviour of electrical machines; the overall architecture of the Frecciarossa ETR 500 train propulsion system and the cooling systems used are then described briefly; the central part of the article addresses the real description of thermal models and explains validations of the same, followed by simulations of real routes travelled by the train; the conclusions are finally presented.

1. Introduction

The time scheduling of a traction means is closely linked to the traction characteristic of the means itself and the thermal sizing of the components of the traction chain, whilst the commercial requirement is to minimize travel times, on the other hand, the definition of the speed profile and traction effort demanded to rolling stock must also take account of the need not to reduce the useful life of key components such as traction engine, traction converter and traction transformer. If in the past the sizing of the traction chain was referred to continuative power values, hourly or half-hourly intervals, in modern traction means, particularly in high-speed trains, thermal sizing of the components of the traction chain, even for reasons of both cost optimisation and of weights, is generally made with respect to the specific mission profiles, defined for the business services provided by the customer at the time of purchase of the rolling stock. With these sizing criteria the result is that, in the area of constant power of the traction characteristic, the traction chain components gener-

^(*) Tecnologie Elettriche ed Elettroniche, Ingegneria Rotabili e Tecnologie di Base, Direzione Tecnica, Trenitalia SpA.

^(*) Tecnologie Elettriche ed Elettroniche, Ingegneria Rotabili e Tecnologie di Base, Direzione Tecnica, Trenitalia SpA.

fase di acquisto del rotabile. Con tali criteri di dimensionamento si ha che, nella zona a potenza costante della caratteristica di trazione, i componenti della catena di trazione lavorano generalmente in regime di sovraccarico⁽¹⁾. Se il funzionamento in sovraccarico, nell'effettuazione dei servizi commerciali previsti dal profilo di missione definito, è comunque progettato in modo tale da garantire la durata di vita del componente, sorge l'esigenza di verificarne l'impatto nel programmare i regimi di funzionamento del treno anche per nuovi scenari di esercizio, su tratte differenti o per servizi differenti (es. servizi navetta, servizi no-stop a lunga percorrenza, etc.) da quelli previsti dal profilo di missione originario. La valutazione del giusto compromesso fra tempi di percorrenza, sollecitazioni termiche e durata di vita dei principali componenti della catena di trazione, richiede l'utilizzo di un simulatore che, oltre al calcolo degli orari, consenta di riprodurre in maniera realistica il comportamento termico della catena di trazione durante il funzionamento del treno. Lo scopo dell'articolo è quello di illustrare un metodo valido per la realizzazione di modelli termici dei principali componenti della catena di trazione dei treni Frecciarossa ETR 500, in particolare: motore di trazione, inverter, convertitore relativo al 1° stadio di conversione e trasformatore di trazione. Nella realizzazione di ogni singolo modello è stato seguito tale procedimento:

- realizzazione della rete termica;
- implementazione di un metodo di calcolo delle perdite nelle varie parti attive dell'apparecchiatura, oggetto del modello;
- implementazione di sottosistemi che consentono al modello di interfacciarsi con le variabili in input, fornite dal software "simulatore di tratta";
- esecuzione di simulazioni finalizzate a confermare la validità del modello realizzato.

2. Principi teorici sulla trasmissione del calore

2.1. Generalità

Le perdite nel ferro, negli avvolgimenti e quelle per attriti e ventilazione si trasformano in calore e determinano gli incrementi di temperatura delle macchine elettriche. La naturale tendenza all'equilibrio termico provoca, all'interno delle stesse, il passaggio del calore dalle parti ove è prodotto verso le superfici esterne, lambite da un fluido a contatto, a temperatura necessariamente più bassa di quella delle superfici da raffreddare. Nel periodo iniziale di funzionamento della macchina elettrica, che

ally work in overload regime⁽¹⁾. If operation in overload, in the supply of commercial services provided by the defined mission profile, is designed in such a way as to guarantee the lifetime of the component, there is the need to assess the impact in planning the train operating regimes also for new operation scenarios, on different routes or for different services (e.g. shuttle services, long distance non-stop services, etc.) than those provided for by the original mission profile. The evaluation of the right compromise between travel time, thermal stress and life span of the main components of the traction chain, requires the use of a simulator that, in addition to the calculation of the timetable, allows reproducing the thermal behaviour of the traction chain in a realistic way during train operation. The purpose of this article is to illustrate a valid method for the creation of thermal models of the main traction chain components of the ETR 500 Frecciarossa trains, in particular: traction engine, inverter, converter for the 1st conversion stage and traction transformer. The following procedure was followed in the realisation of each model:

- *realisation of the thermal network;*
- *implementation of a calculation method of losses in the various active parts of the equipment, purpose of the model;*
- *implementation of subsystems that allow the model to interface with input variables, provided by the "route simulator" software;*
- *performance of simulations aimed at confirming the validity of the model created.*

2. Theoretical principles on heat transfer

2.1. General Information

Losses in windings and iron and those for friction and ventilation are transformed into heat and cause temperature increases of electric machines. The natural inclination towards thermal equilibrium within the same, causes heat transfer from the parts where it is produced to the external surfaces, lapped by a fluid in contact, with a temperature necessarily lower than the surfaces to cool. In the initial period of operation of the electric machine with environmental temperature, only part of the heat is transferred to the fluid in contact: the rest, accumulating in the mass of the machine, determines the increasing thermal gradient between the limit areas and the fluid. Since the necessary temperature jump is achieved, all the heat produced is transferred and there are no further increases in tempera-

⁽¹⁾ I treni ad alta velocità moderni sono caratterizzati da elevate accelerazioni per cui il funzionamento dei componenti della catena di trazione in regime di sovraccarico (e nella zona a potenza costante) è comunque di durata limitata.

⁽¹⁾ Modern high-speed trains are characterised by high accelerations so the operation of the components of the traction chain in overload regime (and in the constant power area) is however of limited duration.

aveva la temperatura dell'ambiente, soltanto una parte del calore è ceduto al fluido a contatto: il resto, accumulandosi nella massa della macchina, determina il crescente dislivello termico fra le superfici limiti e il fluido. Raggiunto il necessario salto di temperatura, tutto il calore prodotto è ceduto e non si verificano ulteriori aumenti di temperatura nella macchina, la quale ha raggiunto il regime termico. Ogni qual volta varia uno dei fattori dell'equilibrio termico (perdite, temperatura e portata del fluido a contatto, temperatura ambiente) si determina un fenomeno termico transitorio.

2.2. Reti termiche (in regime stazionario)

Le macchine elettriche sono costituite da materiali attivi, in cui si genera energia termica, e da materiali inerti. Se una parte attiva possiede superfici terminali diversamente raffreddate, e quindi a temperature disuguali, si stabilisce un flusso termico interno. Le pareti inerti attraversate dal flusso termico sono principalmente i materiali isolanti e le superfici strutturali lambite dal fluido a contatto. Il comportamento termico delle macchine elettriche può essere esplorato costruendo degli schemi di reti analoghe a quelle elettriche. Una rete termica contiene delle sorgenti di calore (P_a, P_b, \dots) e delle resistenze termiche (R_1, R_2, \dots). La resistenza termica " R_n " attraversata dal flusso termico di potenza " P_n ", determina la caduta di temperatura $\Theta_n = R_n P_n$. Alla rete termica si applicano le seguenti regole (a regime):

1. è nulla la somma algebrica delle potenze termiche di un nodo;
2. la somma delle potenze termiche generate è uguale alla somma delle potenze termiche emesse dalle superfici di raffreddamento;
3. la temperatura in un punto è la stessa qualunque sia la via che si percorre per raggiungerlo.

Per maggior generalità, si deve ritenere che le temperature del fluido refrigerante che lambisce le superfici emittenti siano localmente diverse. Un esempio di rete termica in regime stazionario è rappresentato in fig. 1.

Si ha una rete termica con tre sorgenti di calore P_a, P_b e P_c , con quattro superfici emittenti, e quindi quattro resistenze di emissione e cinque resistenze di conduzione. Le sorgenti sono rappresentate da cerchi, le resistenze di conduzione da rettangoli e le resistenze di emissione da segmenti in grassetto. Le quattro superfici di emissione raggiungono le sovratemperature di $\Theta_2, \Theta_3, \Theta_5$ e Θ_8 rispetto al fluido refrigerante.

Si ha:

- $\Theta_2 = R_2 P_2$;
- $\Theta_3 = R_3 P_3$;
- $\Theta_5 = R_5 P_5$;
- $\Theta_8 = R_8 P_8$.

ture in the machine, which has reached thermal regime. Whenever one of thermal equilibrium factors varies (losses, temperature and fluid in contact flow, ambient temperature) a thermal transient phenomenon is produced.

2.2. Thermal networks (in stationary regime)

Electrical machines consist of active materials and inert materials, in which heat generates. If an active part has terminal surfaces otherwise cooled and therefore unequal temperatures, an internal heat flow is established. Inert walls crossed by heat flow are mainly insulating materials and structural surfaces lapped by contact fluid. The thermal behaviour of electrical machines can be explored by constructing networks schemes similar to electric ones. A thermal network contains heat sources (P_a, P_b, \dots) and thermal resistances (R_1, R_2, \dots). Thermal resistance " R_n " crossed by thermal power flow " P_n ", determines the temperature fall $\Theta_n = R_n P_n$. The following rules apply to the thermal network (in steady state condition):

1. the algebraic sum of the thermal powers of a node is zero value;
2. the sum of thermal powers generated equals the sum of the thermal powers emitted by the cooling surfaces;
3. the temperature at a point is the same whatever the path travelled to reach it.

More generally, we should consider that the temperatures of the refrigerant fluid that laps the emitting surfaces are locally different. Fig. 1 shows an example of a steady-state thermal network.

We have a thermal network with three heat sources P_a, P_b and P_c , with four emission surfaces and therefore four emission resistances and five conduction resistances. The sources are represented by circles, conduction resistances by rectangles and emission resistances by segments in bold. The four emission areas reach overtemperatures of $\Theta_2, \Theta_3, \Theta_5$ and Θ_8 compared to the refrigerant fluid.

The result is:

- $\Theta_2 = R_2 P_2$;

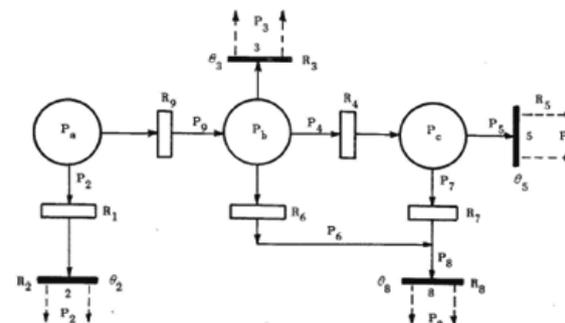


Fig. 1 - Generico esempio di rete termica a regime.
Fig. 1 - Generic example of thermal network in steady state conditions.

2.3. Resistenze termiche

La resistenza termica di conduzione di una parete di macchina inerte è espressa dalla seguente relazione:

$$R = \frac{l}{\lambda A} \text{ [K/W]}$$

dove “l” è lo spessore della parete espresso in metri, “λ” è la conducibilità termica espressa in Watt/metro*Kelvin, “A” è la sezione della parete attraversata dal flusso di calore, espressa in metri quadrati. La “R” perciò, è espressa in Kelvin/Watt. Le resistenze in serie (attraversate dallo stesso flusso) si sommano; ugualmente si sommano le conduttanze in parallelo (soggette alle stesse differenze di temperatura). Le resistenze di emissione hanno la forma:

$$R = \frac{1}{\alpha A} \text{ [K/W]}$$

includendo in “α” sia il fattore di convezione “α_c” che quello di irraggiamento “α_r”. “A” è l’area della superficie emittente. La contemporanea emissione per convezione e per irraggiamento è rappresentata, nella rete, da due resistenze in parallelo. La resistenza totale di emissione è:

$$R = \frac{1}{(\alpha_c + \alpha_r)A} \text{ [K/W]}$$

Nel caso, assai frequente, in cui l’area “A_c” della superficie interessata dalla convezione è diversa da quella interessata all’irradiazione “A_r”, la resistenza complessiva di emissione della parete considerata è:

$$R = \frac{1}{\alpha_c A_c + \alpha_r A_r} \text{ [K/W]}$$

Una resistenza di conduzione attraverso una superficie “A” in serie con una di convezione sulla stessa superficie, determina la resistenza risultante “R”, che è la somma delle due:

$$R = \frac{1}{A} \left(\frac{l}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_c} \right) \text{ [K/W]}$$

essendo “l” e “λ” rispettivamente lo spessore e la conducibilità termica dell’isolamento, “α_c” il fattore di convezione ed “A” l’area della comune superficie [m²].

2.4. Fenomeni termici transitori

Si verifica un fenomeno termico transitorio quando le perdite prodotte differiscono dalla quantità di calore emesso in 1 secondo. Supponiamo che i materiali che costituiscono la macchina abbiano conduttività termiche infinitamente grandi, tali da poter ritenere che tutti i punti della stessa siano alla stessa temperatura. Tale ipotesi identifica le macchine a dei corpi omogenei, e ciò semplifica notevolmente la trattazione dei fenomeni termici transitori. Indichiamo con:

- P: le perdite totali, in W;
- A: la somma delle aree di tutte le superfici emittenti in m²;
- α: il coefficiente totale di emissione (convezione ed irradiazione), in W/m²K, relativo alle superfici di area A;

- Θ₃ = R₃ P₃;
- Θ₅ = R₅ P₅;
- Θ₈ = R₈ P₈.

2.3. Thermal resistances

The thermal conduction resistance of a wall of an inert machine is expressed by the following formula:

$$R = \frac{l}{\lambda A} \text{ [K/W]}$$

where “l” is the wall thickness expressed in metres, “λ” is the thermal conductivity, expressed in Watts per metre *Kelvin, “A” is the section of the wall crossed by the heat flow, expressed in square metres.

“R” is therefore, is expressed in Kelvin/Watt. Series resistances (crossed by the same flow) are cumulative; parallel conductances are also summed (subject to the same temperature differences). Emission resistances have the form:

$$R = \frac{1}{\alpha A} \text{ [K/W]}$$

including in “α” both the convection factor “α_c” and the radiation one “α_r”. “A” is the area of the emission surface. The simultaneous emission by radiation and convection is represented by two parallel strengths in the network. The total emission strength is:

$$R = \frac{1}{(\alpha_c + \alpha_r)A} \text{ [K/W]}$$

In the very frequent case where the “A_c” area of the surface affected by convection is different from the one affected by radiation “A_r”, the overall emission strength of the wall considered is:

$$R = \frac{1}{\alpha_c A_c + \alpha_r A_r} \text{ [K/W]}$$

A conduction resistance through a series area “A” with convection on the same surface, determines the resulting resistance “R”, which is the sum of the two:

$$R = \frac{1}{A} \left(\frac{l}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_c} \right) \text{ [K/W]}$$

being “l” and “λ” respectively the thickness and thermal conductivity of the insulation, “α_c” the convection factor and “A” the common surface area [m²].

2.4. Transient thermal phenomena

There is a thermal transient phenomenon when the losses produced differ by the amount of heat emitted in 1 second. Let us assume that the materials constituting the machine have infinitely large thermal conductivity, such as to believe that all the points of the same are at the same temperature. This hypothesis identifies machines as homogeneous bodies, and this greatly simplifies the dissertation

- C: la capacità termica della macchina, cioè la quantità di calore necessaria per elevarne di 1 °C la temperatura; C è espressa in J/K;
- ϑ_2 : la temperatura assoluta dell'ambiente (o del fluido refrigerante), espressa in °C;
- t: il tempo, in secondi;
- Θ : la sovratemperatura istantanea, rispetto all'ambiente, delle superfici emittenti (e quindi, per le ipotesi fatte, di tutta la macchina), in K;
- Θ_r : la sovratemperatura a regime della macchina, in K.

Si raggiunge il regime termico quando si verifica la seguente condizione:

$$P = \alpha A \Theta_r \quad (1)$$

cioè quando, come si è detto, le perdite sono uguali alla quantità di calore emesso in 1 secondo. Se l'emissione è nulla (perché $\alpha = 0$), le perdite P sono totalmente accumulate nella macchina, che nel tempo t raggiunge la sovratemperatura Θ :

$$\Theta = \frac{P}{C} t$$

Trattasi della pura accumulazione termica. Poniamo:

$$T = \frac{C\Theta_r}{P} = \frac{C}{\alpha A} \quad (2)$$

essendo "T" la costante di tempo, cioè il periodo di tempo necessario perché la macchina, in fase di pura accumulazione termica, raggiunga la sovratemperatura di regime " Θ_r ". La costante di tempo è tanto più piccola quanto più efficace è il raffreddamento e quanto minore è la capacità termica. Poiché è $\alpha \neq 0$, durante il transitorio si verificherà contemporaneamente un accumulo di calore, ed una emissione (nel presupposto che l'ambiente sia a temperatura più bassa di quella della macchina). Si potrà scrivere la seguente equazione differenziale:

$$Pdt = Cd\Theta + \alpha A\Theta dt$$

dividendo ambo i membri per " αA " e tenendo conto delle equazioni (1) e (2) si ottiene:

$$(1/T)(\Theta_r - \Theta)dt = d\Theta, \text{ cioè:}$$

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{\Theta_r - \Theta}{T}$$

Separando le variabili e integrando otteniamo:

$$t = -T \ln(\Theta_r - \Theta) + C_1 \quad (3)$$

La costante di integrazione " C_1 " è determinata dalle condizioni ai limiti; se al tempo $t = t_0$ la macchina ha la sovratemperatura " Θ_0 ", la costante di integrazione è:

$$C_1 = t_0 + T \ln(\Theta_r - \Theta_0)$$

Più spesso, all'inizio del periodo transitorio ($t=0$), la macchina è a temperatura ambiente, cioè a sovratemperatura $\Theta_0 = 0$; in tali casi si ha:

$$C_1 = T \ln \Theta_r$$

of transient thermal phenomena. The following indications are used:

- P: total losses, in W;
- A: the sum of the areas of all emission surfaces in m^2 ;
- α : the total emission coefficient (convection and irradiation), W/m^2K , relating to the surfaces of area A;
- C: the thermal capacity of the machine, i.e. the amount of heat required to raise the temperature by 1° C; C is expressed in J/K;
- ϑ_2 : the absolute temperature of the environment (or refrigerant), expressed in °C;
- t: the time, in seconds;
- Θ : the instantaneous overtemperature, relative to the environment, of emission surfaces (and therefore for the assumptions made, of the whole machine), in K;
- Θ_r : overtemperature in steady state conditions of the machine, in K.

Thermal regime is reached when the following condition occurs:

$$P = \alpha A \Theta_r \quad (1)$$

that is when, as said, the losses are equal to the amount of heat emitted in 1 second. If the emission is null (because $\alpha = 0$), P losses are totally accumulated in the machine, which in time t reaches the overtemperature Θ :

$$\Theta = \frac{P}{C} t$$

It is pure heat accumulation. Let us assume:

$$T = \frac{C\Theta_r}{P} = \frac{C}{\alpha A} \quad (2)$$

being "T" the time constant, i.e. the period of time needed for the machine, in the pure thermal accumulation phase, to reach the regime overtemperature " Θ_r ". The time constant is as much smaller as the more effective is the cooling and the smaller the heat capacity is. Since $\alpha \neq 0$, during the transient, accumulation of heat will occur simultaneously with an emission (in the assumption that the environment is at a temperature lower than that of the machine). We can write the following differential equation:

$$Pdt = Cd\Theta + \alpha A\Theta dt$$

dividing both elements by " αA " and taking into account equations (1) and (2) the result is:

$$(1/T)(\Theta_r - \Theta)dt = d\Theta, \text{ cioè:}$$

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{\Theta_r - \Theta}{T}$$

By separating the variables and integrating the result is:

$$t = -T \ln(\Theta_r - \Theta) + C_1 \quad (3)$$

The integration constant " C_1 " is determined by the limit conditions; if at time $t = t_0$ the machine has the overtemperature " Θ_0 ", the integration constant is:

Se invece per $t=0$, la macchina ha sovratemperatura $\Theta_0 \neq 0$, si ha:

$$C_1 = T \ln(\Theta_r - \Theta_0)$$

Con questo valore della costante la (3) diventa:

$$t = T \ln \frac{\Theta_r - \Theta_0}{\Theta_r - \Theta}$$

ovvero:

$$\Theta = \Theta_0 + (\Theta_r - \Theta_0)(1 - e^{-t/T})$$

Nel caso di $t_0 = 0$ e $\Theta_0 = 0$, l'equazione del regime transitorio diventa:

$$\Theta = \Theta_r (1 - e^{-t/T}) \quad (4)$$

La relazione esponenziale (4) è rappresentata dalla curva di riscaldamento di fig. 2. Per $t = \Theta$ è $\Theta = \Theta_r$, cioè: la retta $\Theta = \Theta_r$ è un asintoto della curva. Il coefficiente angolare della retta tangente in un punto qualsiasi della curva è fornito dalla relazione già vista in precedenza:

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{\Theta_r - \Theta}{T}$$

Finora abbiamo considerato la macchina come un corpo omogeneo di grande conduttività termica interna, in tale modo abbiamo potuto parlare di una singola sovratemperatura della macchina. Sappiamo che ciò non corrisponde alla realtà: le macchine sono costituite da materiali di diversa natura e diversa conduttività termica (ferro magnetico, conduttori, isolanti, olio, materiali strutturali). Sia nel funzionamento a regime che durante i transitori termici, le sovratemperature interne sono generalmente diverse da punto a punto. La trattazione rigorosa dei fenomeni transitori nelle macchine reali deve tener conto degli scambi interni di energia, e quindi delle potenze delle correnti termiche e delle resistenze attraversate; ci accontenteremo di raggiungere risultati approssimati, utilizzando le espressioni ricavate per la macchina omogenea. La somma delle capacità termiche delle singole parti che compongono la macchina permette di ottenere la capacità "C" nel caso reale:

$$C = g_1 c_1 + g_2 c_2 + \dots = \Sigma g c \quad [J/K]$$

Essendo "g" e "c" il peso e il calore specifico, rispettivamente, di una parte omogenea.

Per una descrizione più dettagliata in merito alla teoria sulla trasmissione del calore si rimanda a [1].

3. Caratteristiche tecniche principali del sistema di propulsione del treno ETR 500

3.1. Architettura generale del sistema di propulsione

Anche se, in senso stretto, il sistema di propulsione viene spesso identificato in gergo ferroviario con l'azionamento di trazione (Modulo di Trazione), vale la pena sottolineare che la propulsione della locomotiva, e quindi

$$C_1 = t_0 + T \ln(\Theta_r - \Theta_0)$$

Most often, at the beginning of the transitional period ($t = 0$), the machine is at room temperature, i.e. with overtemperature $\Theta_0 = 0$; in such cases we have:

$$C_1 = T \ln \Theta_r$$

If instead $t = 0$, the machine has an overtemperature $\Theta_0 \neq 0$, we have:

$$C_1 = T \ln(\Theta_r - \Theta_0)$$

With this constant value (3) becomes:

$$t = T \ln \frac{\Theta_r - \Theta_0}{\Theta_r - \Theta}$$

namely:

$$\Theta = \Theta_0 + (\Theta_r - \Theta_0)(1 - e^{-t/T})$$

Where $t_0 = 0$ e $\Theta_0 = 0$, the equation of the transitional regime becomes:

$$\Theta = \Theta_r (1 - e^{-t/T}) \quad (4)$$

The exponential relationship (4) is represented by the heating curve of fig. 2. For $t = \Theta$ is $\Theta = \Theta_r$, namely: the straight line $\Theta = \Theta_r$ is a curve asymptote. The angle coefficient of the tangent line at any point of the curve is given by the relation already seen before:

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{\Theta_r - \Theta}{T}$$

So far we have considered the machine as a homogeneous body of great internal thermal conductivity, so we could talk about a single overtemperature of the machine. We know that this does not correspond to reality: machines are made of different kinds of materials and different thermal conductivity (magnetic iron, conductors, insulation, oil, structural materials). Both in operation in steady state conditions and during thermal transients, the internal overtemperatures are generally different from point to point.

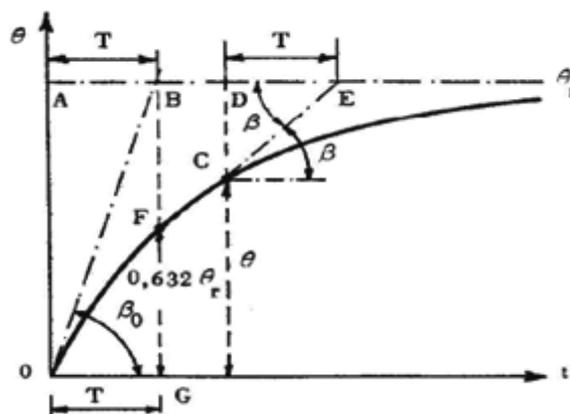


Fig. 2 - Curva di riscaldamento.
Fig. 2 - Heating curve.

dell'intero convoglio, è altresì assicurata dal corretto funzionamento di altri organi di fondamentale importanza, quali convertitori per i servizi ausiliari, i carichi ausiliari di ventilazione e raffreddamento in genere, etc.

In fig. 3 è raffigurato, a livello schematico, il sistema di propulsione del treno ETR 500 Frecciarossa.

Partendo dalla catenaria troviamo i circuiti di protezione e sezionamento, tramite i quali è fornita l'alimentazione al trasformatore di trazione. Quest'ultimo prevede due configurazioni di funzionamento, ognuna relativa alla tipologia della catenaria (25 kVc.a, 3kV c.c.). In alternata la macchina svolge la vera e propria funzione di trasformazione della potenza e provvede ad abbassare la tensione per garantire l'alimentazione dei due azionamenti di locomotiva. In continua, sono sfruttati solamente gli avvolgimenti secondari in serie ad avvolgimenti aggiuntivi con lo scopo di realizzare i valori di induttanza necessaria per il filtro LC (lato rete) dell'azionamento. A valle del trasformatore vi sono due azionamenti identici e indipendenti, ciascuno composto da:

- *Convertitore di 1° stadio.* Esso svolge la funzione principale di adattare la tensione di catenaria (o quella dei secondari del trasformatore) al valore necessario per il bus DC dell'inverter di trazione. Tale convertitore prevede, analogamente al trasformatore, la variazione della propria configurazione di funzionamento al variare della tensione della catenaria. In 3 kV c.c. esso

The rigorous dissertation of transient phenomena in real machines must take into account internal energy exchanges, and thus thermal currents powers and crossed resistances; we will be satisfied with approximate results, using expressions derived for the homogeneous machine. The sum of the thermal capacity of the individual parts that make up the machine allows achieving capacity "C" in the real case:

$$C = g_1c_1 + g_2c_2 + \dots = \sum gc \text{ [J/K]}$$

Being "g" and "c" respectively the weight and the specific heat of a homogeneous part.

A more detailed explanation on the theory of heat transfer can be found in [1].

3. Main technical characteristics of the propulsion system of the ETR 500 train

3.1. General architecture of the propulsion system

Although, strictly speaking, the propulsion system is often identified in railway jargon with traction control (Traction Module), it is worth noting that the locomotive propulsion, and thus of the entire convoy, is also ensured by the proper functioning of other devices of fundamental importance, such as converters for auxiliary services, auxiliary ventilation and generally cooling loads, etc.

Fig. 3 shows the propulsion system of the ETR 500 Frecciarossa trains at a schematic level.

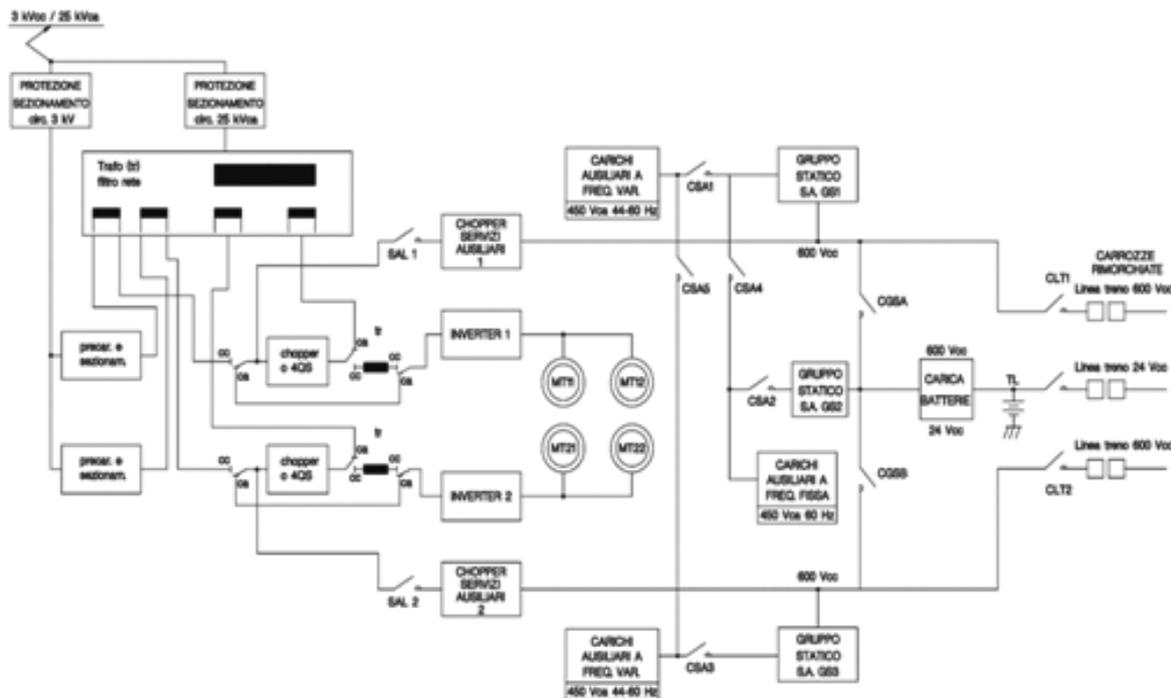


Fig. 3 - Schema a blocchi del sistema di propulsione.
Fig. 3 - Block diagram of the propulsion system.

funziona da chopper abbassatore a 3 livelli di tensione, ovvero abbassa la tensione da un valore di 3 kV (tensione di catenaria) a un valore di circa 2.4 kV (tensione del bus dc). Con catenaria a 25 kV c.a. si ha il funzionamento da raddrizzatore alzatore a quattro quadranti. In quest'ultima configurazione il convertitore raddrizza e aumenta la tensione ai capi dei secondari del trasformatore da un valore di 1300 V (valore efficace su un secondario del trasformatore) a 2400 V (valore medio sul bus dc dell'inverter).

- *Inverter.* A valle del convertitore di 1° stadio vi è l'inverter trifase di trazione, che converte la tensione continua all'ingresso in una terna di tensioni alternate, regolate in ampiezza e frequenza, secondo una strategia di controllo predeterminata ed implementata nella elettronica di bordo.
- *Chopper di frenatura.* Subito a valle del bus dc e a monte dell'inverter è inserito un chopper bifase con resistenze di frenatura in grado di dissipare l'energia derivata dai motori asincroni durante la fase di frenatura quando la linea non è di tipo ricettivo.
- *Motori di trazione.* L'ultimo elemento della catena di trazione è rappresentato dal motore di trazione. Ciascuno dei due azionamenti di locomotiva alimenta due motori.

Un ruolo fondamentale per il funzionamento del sistema di propulsione è ricoperto dai chopper dei servizi ausiliari. Essi provvedono alla conversione della tensione continua, che in d.c. è prelevata direttamente dalla linea, e in a.c. è prelevata dallo stadio intermedio all'uscita del 1° stadio, in una tensione pari a 600 V, regolata e controllata per l'alimentazione dei convertitori dei servizi ausiliari della locomotiva e, delle linee treno che provvedono a loro volta all'alimentazione dei convertitori dei servizi ausiliari delle carrozze, completi dei propri filtri di rete.

3.2. Sistemi di raffreddamento

In fig. 4 sono illustrati a livello schematico i principali sistemi di raffreddamento della catena di trazione dell'ETR 500.

In fig. 4 è possibile notare:

- *Le due torri di raffreddamento di locomotiva* hanno il compito di smaltire, per scambio forzato con aria ambiente in circuito aperto, le perdite provenienti dai convertitori dei due azionamenti di locomotiva e le perdite del trasformatore.
- *I due circuiti di raffreddamento relativi ai convertitori dei due azionamenti di locomotiva* sono caratterizzati dalla circolazione forzata del fluido refrigerante (acqua/glycole) attraverso le apposite tubazioni e i dissipatori di ogni modulo dei convertitori. Il fluido refrigerante è raffreddato dall'apposito scambiatore di calore situato all'interno della torre di raffreddamento.
- *Il circuito di raffreddamento del trasformatore* è carat-

Starting from the catenary we have the sectioning and protection circuits, through which power to the traction transformer is given. The latter has two operating configurations, each corresponding to the type of catenary (25 kV ac and 3kV DC). In AC the machine performs the actual power transformation function and takes care of lowering the voltage to ensure the supply of the two locomotive drives. In direct current, only the secondary windings in series to additional windings are exploited in order to achieve the required inductance values for the LC filter (network side) of the drive. Downstream of the transformer, there are two identical and independent drives, each consisting of:

1st stage converter. It has the main function of adjusting the voltage of the catenary (or that of the transformer's secondary) to the value required for the traction inverter's DC bus. This converter provides, similarly to the transformer, the variation of its functioning configuration as the catenary voltage varies. In 3 kV DC it runs as 3 voltage levels lowering chopper i.e. it lowers the voltage from a value of 3 kV (catenary voltage) to a value of about 2.4 kV (dc bus voltage). With a 25 kV AC catenary there is a four quadrants raiser rectifier operation. In the latter configuration, the converter rectifies and increases the voltage at the transformer secondaries terminals from a value of 1300 V (RMS on a secondary of the transformer) to 2400 V (average value on the inverter dc bus).

- *Inverter.* Downstream of the 1st stage converter there is a traction three-phase inverter, which converts the input DC voltage in a triad of alternating voltages, adjusted in amplitude and frequency, according to a predetermined control strategy and implemented in the on-board electronics.
- *Braking Chopper.* A two-phase chopper with braking resistances is inserted immediately downstream of the dc bus and upstream of the inverter capable of dissipating the energy derived from asynchronous motors during the braking phase when the line is not receptive.
- *Traction motors.* The last element of the traction chain is represented by the traction motor. Each of the two locomotive drives powers two motors.

A fundamental role in the operation of the propulsion system is covered by the auxiliary services chopper. They provide for the conversion of continuous voltage that in d.c. is taken directly from the line, and in a.c. is drawn from the intermediate stage at the 1st stage exit, in a voltage of 600 V, regulated and controlled to power the auxiliary services converters of the locomotive and train lines, that in turn feed the auxiliary services converters of carriages, with their network filters.

3.2. Cooling systems

Fig. 4 shows the main cooling systems of the ETR 500 traction chain at a schematic level.

In fig. 4 we can see:

- *the two locomotive cooling towers are designed to dispose of losses from the two locomotive drives converters*

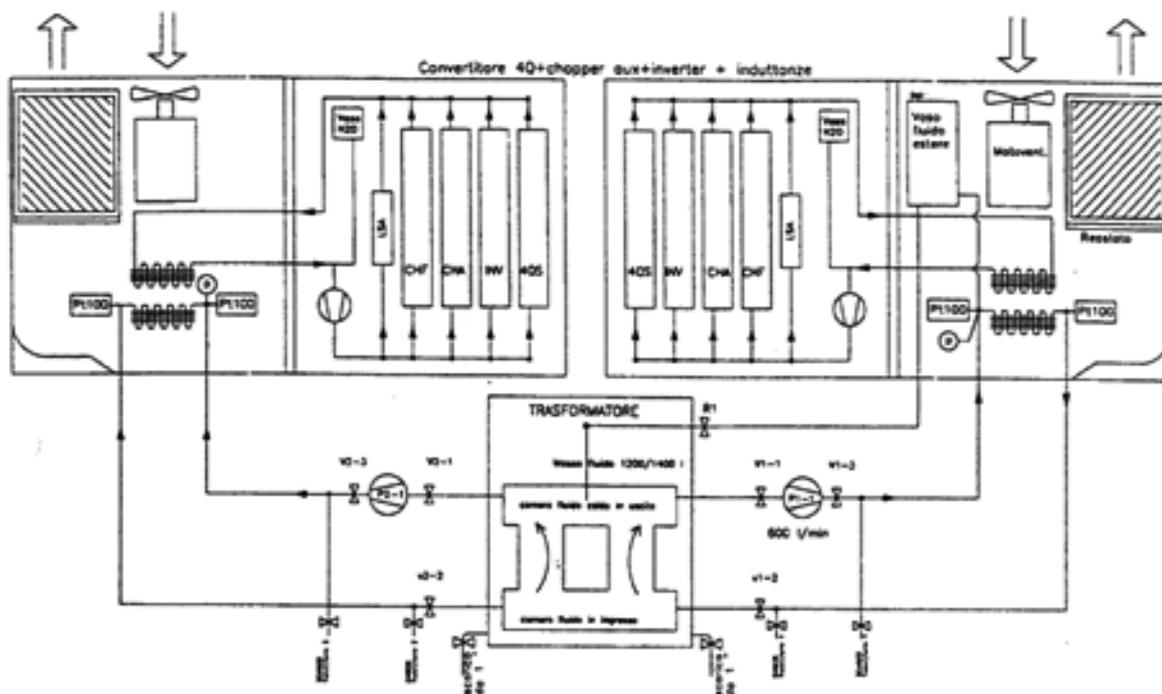


Fig. 4 - Rappresentazione schematica degli impianti di raffreddamento del trasformatore, dei convertitori e del reostato di frenatura.
 Fig. 4 - Schematic representation of the transformer cooling systems, converters and the braking rheostat.

terizzato dalla circolazione forzata dell'olio all'interno dei vari canali assiali situati tra gli avvolgimenti del trasformatore. L'olio caldo è poi raffreddato dagli appositi scambiatori di calore, situati nelle torri di raffreddamento.

- I due reostati (1 per azionamento).

Occorre specificare che, quando ci si riferisce al circuito di raffreddamento del convertitore di trazione, vengono raffreddati i seguenti componenti:

- moduli dell'inverter di trazione;
- moduli del convertitore di 1° stadio;
- moduli del chopper ausiliari;
- induttanze di spianamento dei chopper ausiliari;
- moduli del chopper di frenatura.

Inoltre, occorre precisare che lo scambiatore del convertitore e quello del trasformatore sono realizzati in un unico monoblocco in alluminio, tuttavia, i 2 circuiti di raffreddamento relativi all'estere e all'acqua/glicole rispettivamente, sono separati e indipendenti. Essi sono solamente uno in serie all'altro rispetto al flusso dell'aria di raffreddamento. Il sistema di raffreddamento dei motori di trazione è indipendente e non rientra nei sistemi visti per il trasformatore e il convertitore. La ventilazione del motore è forzata. Per ogni motore è presente un moventilatore.

and losses of the transformer by forced exchange with ambient air in open circuit;

- the two cooling circuits of converters related two the locomotive drives are characterised by forced circulation of the refrigerant (water/glycole) through the appropriate piping and heatsinks of each converter module. The refrigerant is cooled by a specific heat exchanger located inside the cooling tower;
- the cooling circuit of the transformer is characterised by the forced circulation of oil within the various axial ducts situated between the windings of the transformer. Hot oil is then cooled by specific heat exchangers in the cooling towers;
- the two rheostats (1 per drive).

We must specify that, when referring to the cooling system of the traction converter, the following components are cooled:

- the traction inverter modules;
- the 1st stage converter modules;
- the chopper auxiliary modules;
- smoothing chokes of the auxiliary choppers;
- braking chopper modules.

In addition, it should be noted that the heat exchanger of the converter and that of the transformer are made from a

4. Modelli termici della catena di trazione

4.1. Introduzione

Nel capitolo 4 è affrontata la descrizione dei modelli termici dei principali componenti della catena di trazione (motore, convertitori, trasformatore), inoltre, è esposto il procedimento generale adottato per la realizzazione delle reti termiche e il calcolo dei relativi parametri circuitali. L'ambiente di simulazione ritenuto più idoneo per l'implementazione degli stessi modelli è l'ambiente "SIMULINK" di "MATLAB".

4.2. Procedimento generale per la realizzazione delle reti termiche

Una rete termica esaustiva nella rappresentazione dei fenomeni termici coinvolti all'interno del componente modellato è composta dai seguenti parametri circuitali:

- resistenze termiche di conduzione;
- resistenze termiche di convezione;
- capacità termiche.

Ognuno dei parametri sopra citati è stato calcolato a partire da dati geometrici e costruttivi disponibili dalle tabelle e dai disegni tecnici delle apparecchiature oggetto del modello. Per rendere più chiara ed efficace la descrizione dell'approccio generale utilizzato si rappresenta, di seguito, il calcolo della rete termica del motore. Lo stesso procedimento è utilizzato naturalmente anche per le reti termiche degli altri modelli sviluppati (trasformatore, convertitori di trazione).

Dai disegni tecnici del motore e dalle tabelle fisiche dei materiali costruttivi sono stati raccolti i dati (alcuni dei quali esposti in tabella 1), necessari al calcolo dei parametri circuitali della rete termica.

Utilizzando ed elaborando opportunamente i dati di tabella 1 ed inserendoli nelle formule seguenti, si ottengono i valori dei parametri circuitali della rete termica:

- $R_{\text{cond}} = \frac{l}{\lambda \cdot A}$ [K/W]; (formula valida per le resistenze di conduzione, richiamata nel paragrafo 2.3);

- $R_{\text{conv}} = \frac{1}{\alpha \cdot A}$ [K/W]; (formula valida per le resistenze di convezione, richiamata nel paragrafo 2.3);

- $C = G \cdot c$ [J/K]; (formula valida per le capacità termiche, richiamata nel paragrafo 2.4).

Il processo finale nella progettazione della rete termica consiste nell'affinare per processi iterativi i valori di alcuni parametri circuitali, in particolare ci si riferisce alle resistenze termiche per convezione forzata dovuta ai flussi dell'aria di raffreddamento sul motore. Agendo sul valore dei fattori di convezione "α", si cerca di allineare i valori di temperatura forniti dal modello con i valori di temperatura disponibili da prove di tipo condotte sul mo-

single block of aluminium, however, the 2 cooling circuits related to the ester and to the water/glycol respectively, are separated and independent. They are only one in series with the other with respect to the cooling air flow. The cooling system of the traction motors is independent and is not within the systems seen for the transformer and the converter. The motor ventilation is forced. Each motor has a motor-driven fan.

4. Thermal models of the traction chain

4.1. Introduction

Chapter 4 deals with the description of thermal models of the main traction chain components (motor, converters, transformer) in addition the general procedure adopted for the construction of thermal networks and the calculation of related circuit parameters is explained. The simulation environment deemed more suitable for the implementation of these models is the "MATLAB" "SIMULINK" environment.

4.2. General procedure for the realisation of thermal networks

A thermal network complete in the representation of thermal phenomena involved within the modelled component consists of the following circuit parameters:

- thermal conduction resistances;
- thermal convection resistances;
- thermal capacities.

Each of the above parameters was calculated from geometric and structural data available from tables and technical drawings of the equipment object of the model. To make the description of the overall approach used clearer and more effective, below is the calculation of the motor thermal network. The same procedure is used also for thermal networks of other models developed (transformer, traction converters).

The data (some of which are set out in table 1), required for the calculation of thermal network circuit parameters were collected from the motor technical drawings and from the physical tables of the construction materials.

Using and developing the data in table 1 appropriately and entering it in the following formulae, the values of the thermal network circuit parameters are obtained:

- $R_{\text{cond}} = \frac{l}{\lambda \cdot A}$ [K/W]; (valid formula for conduction resistances, recalled in paragraph 2.3);

- $R_{\text{conv}} = \frac{1}{\alpha \cdot A}$ [K/W]; (valid formula for convection resistance, recalled in paragraph 2.3);

- $C = G \cdot c$ [J/K]; (valid formula for thermal capacities, recalled in paragraph 2.4).

The final process in the design of the thermal network is to refine the values of certain circuit parameters for iterative processes, notably referring to thermal resistances for forced

TABELLA 1 - TABLE 1

DATI GEOMETRI E FISICI DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI DEL MOTORE
 GEOMETRIC AND PHYSICAL DATA OF MOTOR COMPONENTS

Dati motore <i>Motor Data</i>	Valore <i>Value</i>
N_barre_rotoriche - <i>N_rotor_bars</i>	72
Altezza_barra - <i>Bar_height</i>	0.01815 m
Larghezza_barra - <i>Bar_width</i>	0.00765 m
Lunghezza_barra - <i>Bar_length</i>	0.457 m
L_aria_barra - <i>L_bar_air</i>	0.0001 m
Spessore_traferro - <i>Air_gap_thickness</i>	0.00209 m
Diametro_est_rotore - <i>Rotor_ext_diameter</i>	0.4259 m
Spessore_corona_rotorica - <i>Rotor_crown_thickness</i>	0.1048 m
Altezza_dente_rotorico - <i>Rotor_teeth_height</i>	0.02315 m
Numero_canali_rotore - <i>Rotor_duct_number</i>	36
Diametro_canali_rotore - <i>Rotor_duct_diameter</i>	0.025 m
N_cave_statoriche - <i>Stator_slot_number</i>	60
Lunghezza_pacco_lamellato_statore - <i>Stator_lamination_stack_length</i>	0.375 m
Diametro_interno_statore - <i>Stator_internal_diameter</i>	0.4308 m
Numero_canali_maggiori_statore - <i>Stator_major_ducts_number</i>	24
Numero_canali_minori_statore - <i>Stator_minor_ducts_number</i>	8
Altezza_cava - <i>Slot_height</i>	0.0469 m
Larghezza_cava - <i>Slot_width</i>	0.0093 m
Lunghezza_conduttori_attivi - <i>Live_conductor_length</i>	0.405 m
Spessore_corona_statorica - <i>Stator_crown_thickness</i>	0.1076 m
Diametro_medio_corona - <i>Crown_average_diameter</i>	0.6315 m
Sporgenza_testata - <i>Head_protrusion</i>	0.130 m
Lunghezza_testata/spira - <i>Head/coil_length</i>	0.90344 m
Diametro_interno_statore/lamierino_testa - <i>Internal_diameter stator/Head lamination</i>	0.431 m
Altezza_cava/lamierino_testa - <i>Height slot/head lamination</i>	0.047 m
Spessore_rientro_di_cava - <i>Slot_indent_thickness</i>	0.0036 m
Altezza_bobina_di_testa (con isolamento) - <i>Head_reel_height (with insulation)</i>	0.01996 m
Larghezza_bobina_di_testa (con isolamento) - <i>Head_reel_width (with insulation)</i>	0.0082 m
Fill_factor_testate - <i>Head_fill_factor</i>	0.3895
Larghezza_anello_rotorico - <i>Rotor_ring_width</i>	0.0205 m
Altezza_anello_rotorico - <i>Rotor_ring_height</i>	0.05745 m
Raggio_medio_anello_rotorico - <i>Rotor_ring_average_radius</i>	0.1792 m
Larghezza_piattina_rame (statore) - <i>Copper_strip_width (stator)</i>	0.0071 m
Altezza_piattina_rame (statore) - <i>Live_conductor_length</i>	0.0019 m
Spessore_smalto_piattina - <i>Strip_enamel_thickness</i>	0.00011 m
Spessore_isolante_bobina - <i>Reel_insulation_thickness</i>	0.00072 m
Spessore_impregnate_cava - <i>Slot_impregnating_agent_thickness</i>	0.00027 m
Spessore_isolante_bobina (testata) - <i>Reel_insulation_thickness (head)</i>	0.00024 m
Spessore_nastro_vetro (testata) - <i>Glass_tape_thickness (head)</i>	0.0002 m
Conducibilità_termica_aria - <i>Air_thermal_conductivity</i>	0.027 W/mK
Conducibilità_termica_ferro - <i>Iron_thermal_conductivity</i>	28 W/mK
Conducibilità_termica_rame - <i>Copper_thermal_conductivity</i>	386 W/mK
Conducibilità_termica_mica - <i>Mica_thermal_conductivity</i>	0.2 W/mK
Conducibilità_termica_resina_siliconica - <i>Silicon_resin_thermal_conductivity</i>	0.2 W/mK
Conducibilità_termica_vetro - <i>Glass_thermal_conductivity</i>	0.2 W/mK
Calore_specifico_lamierino - <i>Plate_specific_heat</i>	460 j/KgK
Calore_specifico_rame - <i>Copper_specific_heat</i>	400 j/KgK
Densità_lamierino - <i>Plate_density</i>	7800 Kg/m ³
Densità_rame - <i>Copper_density</i>	8954 Kg/m ³

tore. In questa maniera si rende il modello realistico. Tale procedimento è schematizzato nella fig. 5.

E' necessario precisare che i valori di temperatura delle prove di tipo, presi come riferimento per la stima dei fattori di convezione forzata "α", sono riferiti alla condizione di regime termico delle apparecchiature. Tuttavia, come è evidente in fig. 5, è stato verificato l'allineamento tra valori di temperatura di simulazione e valori di temperatura di prova in tutto il transitorio termico.

4.3. Struttura dei modelli

Il simulatore termico descritto in tale articolo è costituito dall'insieme dei 3 modelli termici relativi ai princi-

convection due to cooling air flows on the motor. Using the convection factors value "α", we try to align the temperature values provided by the model with temperature values obtained from type tests conducted on the motor. This way the realistic model is expressed. This process is outlined in fig. 5.

It is necessary to specify that the temperature values of type tests, taken as reference to estimate forced convection factors "α", refer to the thermal regime of the equipment. However, as is evident in fig. 5, the alignment between simulation temperature values and test temperature values across the thermal transient has been verified.

4.3. Structure of models

The thermal simulator described in this article consists of the set of 3 thermal models relating to the major traction chain components: motor; converters group and transformer. We should start by saying that the same simulator and therefore models can be interfaced with input variable specifications, i.e. temporal trends of: traction effort, train speed and catenary voltage. The latter are provided by the "section simulator" that simulates the train operating conditions along a generic route. Each model is structured (in SIMULINK) according to the scheme shown in fig. 6.

In particular we have:

- Subsystem 1. It has the task of making the model compatible with the input variables coming from the route simulator. In particular they are manipulated and transformed in order to obtain other types of variables directly useful to subsystem 2, used for the calculation of losses.
- Subsystem 2. It implements a method of calculation that allows obtaining the losses in the various active parts of the simulated machine. (e.g. for the motor we have losses in the windings of the stator, rotor bars, teeth, etc.).
- Subsystem 3. It is the thermal network of the simulated equipment. The implemented network takes into account the main heat flows involved in the operation, as well as the dynamics of thermal phenomena (dynamic thermal networks). The values of losses (in the different active parts of the equipment), calculated by subsystem 2, are inserted in input in the current generators controlled by the thermal network.

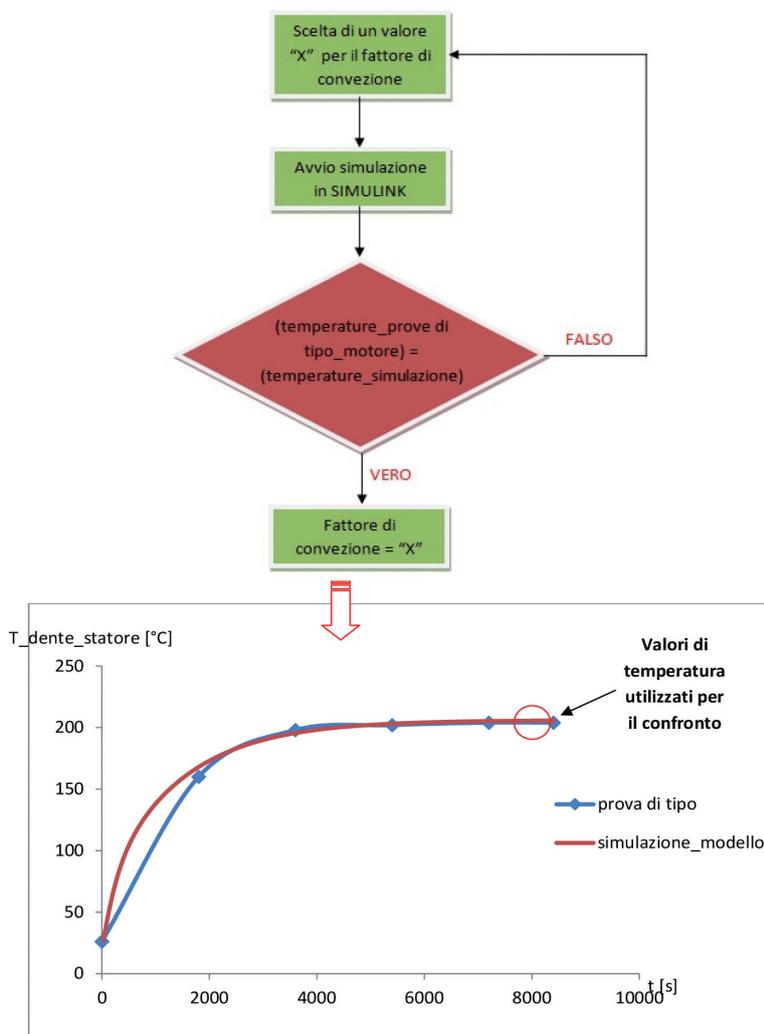


Fig. 5 - Procedimento iterativo per la stima degli "α".
Fig. 5 - Iterative procedure for the estimation of "α".

pali componenti della catena di trazione: motore, gruppo convertitori e trasformatore. Occorre premettere che lo stesso simulatore e quindi i modelli sono interfacciabili con le specifiche variabili in input, ovvero gli andamenti temporali di: sforzo di trazione, velocità del treno e tensione della catenaria. Queste ultime sono fornite dal software “simulatore di tratta” che simula le condizioni operative del treno lungo una generica tratta. Ciascun modello è strutturato (in SIMULINK) secondo lo schema rappresentato in fig. 6.

In particolare si ha:

- **Sottosistema 1.** Ha il compito di rendere interfacciabile il modello con le variabili in input provenienti dal simulatore di tratta. In particolare esse vengono manipolate e trasformate con lo scopo di ottenere altre tipologie di variabili direttamente utili al sottosistema 2, adibito al calcolo delle perdite.
- **Sottosistema 2.** Implementa al suo interno un metodo di calcolo che consente di ottenere le perdite nelle varie parti attive della macchina simulata. (Es. per il motore si hanno le perdite negli avvolgimenti di statore, nelle barre di rotore, nei denti, ecc.).
- **Sottosistema 3.** Costituisce la rete termica dell'apparecchiatura simulata. La rete implementata tiene conto dei principali flussi di calore coinvolti nel funzionamento, nonché della dinamica dei fenomeni termici (reti termiche dinamiche). I valori delle perdite (nelle varie parti attive delle apparecchiature), calcolate dal sottosistema 2, sono inseriti in ingresso nei generatori di corrente controllati della rete termica.
- **Sottosistema 4.** Nel presente sottosistema vengono visualizzati i risultati della simulazione, ovvero gli andamenti temporali delle temperature nelle varie sezioni costruttive dei dispositivi simulati. Le temperature fornite, in particolare, sono quelle misurate in tutti i nodi circuitali della rete termica implementata nel modello (sottosistema 3).

Infine, va precisato che i valori di temperatura forniti in uscita dai modelli in oggetto sono in realtà i salti termici con l'aria esterna. Questo fatto trova giustificazione nella struttura topologica delle reti termiche implementate (i potenziali dei nodi della rete si riferiscono al potenziale di terra, ovvero al potenziale nullo). Dunque, per risalire alla temperatura assoluta di un generico elemento costruttivo è necessario sommare la temperatura dell'aria esterna al valore fornito in uscita dalla simulazione (visualizzato all'interno del sottosistema 4).

4.4. Motore

4.4.1. Premessa

A differenza degli altri elementi della catena di trazione, per i quali è stata eseguita l'implementazione dei modelli in SIMULINK, nel caso del

- **Subsystem 4.** In this subsystem the results of the simulation are displayed - temporal trends of temperatures in the various construction sections of simulated devices. In particular the temperatures provided are those measured on all circuit nodes of the thermal network implemented in the model (subsystem 3).

Finally, it should be noted that the output temperature values from the above-mentioned models are actually thermal jumps with outside air. This is justified by the topological structure of thermal networks implemented (the potential of network nodes refer to the ground potential, i.e. the void potential). Therefore, to go back to the absolute temperature of a generic constructive element we need to sum the external air temperature with the value provided in output from the simulation (displayed within subsystem 4).

4.4. Motor

4.4.1. Introduction

Unlike other elements of the traction chain, for which the implementation of models in SIMULINK has been performed, in the case of the motor a first implementation was made using a professional software used for thermal analysis of rotating electrical machines: “MOTORCAD”. This step was necessary to obtain a thermal network sufficiently representative of the thermal phenomena involved in the machine and use this network as a reference for the subsequent implementation of the model in SIMULINK.

4.4.2. Implementation in MOTORCAD

The procedure adopted in the implementation of the simulation in MOTORCAD is as follows:

- Setting of the constructive and geometric characteristics of the motor (fig. 7). This phase was carried out with the aim of representing as faithfully as possible the particular geometry of the traction engine concerned; the characteristics of the stator and rotor windings were also set.
- Setting of cooling options. In addition to the type of cooling and refrigerant, the options for the axial engine cooling and head cooling options were set (in which the rotation of the rotor operates).
- Setting of losses. Certain values have been established for the various contributions of losses (losses in copper,

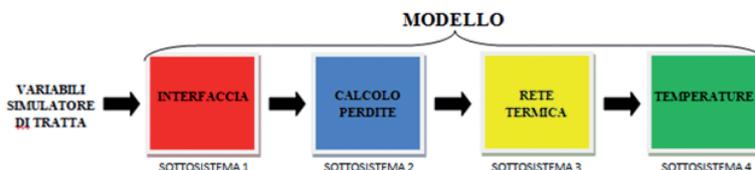


Fig. 6 - Struttura schematica del generico modello.
Fig. 6 - Generic model schematic structure.

motore è stata effettuata una prima implementazione impiegando un software professionale adibito all'analisi termica delle macchine elettriche rotanti: "MOTORCAD". Questo passaggio è risultato necessario per ottenere una rete termica sufficientemente rappresentativa dei fenomeni termici coinvolti nella macchina e utilizzare tale rete come riferimento per la successiva realizzazione del modello in SIMULINK.

4.4.2. Implementazione in MOTORCAD

Il procedimento adottato nella realizzazione della simulazione in MOTORCAD è il seguente:

- *Impostazione delle caratteristiche geometriche e costruttive del motore* (fig. 7). Tale fase è stata svolta con l'obiettivo di rappresentare nella maniera più fedele possibile la particolare geometria del motore di trazione in oggetto, sono state impostate anche le caratteristiche degli avvolgimenti di statore e rotore.
- *Impostazione delle opzioni di raffreddamento*. Oltre alla tipologia di raffreddamento e fluido refrigerante, sono state impostate le opzioni relative al raffreddamento assiale del motore e le opzioni relative al raffreddamento di testata (nel quale interviene la rotazione del rotore).
- *Impostazione delle perdite*. Sono stati fissati determinati valori per i vari contributi di perdite (perdite nel rame, nel ferro, per attrito dei cuscinetti). In particolare tali valori si riferiscono alle condizioni operative del motore.

Terminata la fase relativa alle impostazioni, è stata av-

in iron, due to bearing friction). In particular these values refer to the motor operating conditions.

When the settings phase has been completed, simulation was started and the software provided a detailed thermal network in output (fig. 8), representative of thermal phenomena inside the machine, on which it was possible to examine the values of the various circuit parameters and temperature trends. This network allowed highlighting the constructive components of the more stressed motor from a thermal point of view.

The various components of the engine in the thermal network are distinguished, in particular:

- Grey = motor shaft;
- Blue = rotor lamination stack;
- Red = stator lamination stack;
- Brown = outer casing;
- Yellow = stator windings and rotor bars.

In addition, the network includes: thermal resistances (represented by rectangles), nodes (represented by a circle), thermal power sources and thermal power flows disposed of by cooling air (represented by two overlapping circles). Thermal capacities are not displayed because they are included in the nodes.

4.4.3. Implementation in "SIMULINK"

4.4.3.1. Thermal network

The engine model, made in SIMULINK, has a structure like the one illustrated in fig. 6. The first phase of construc-

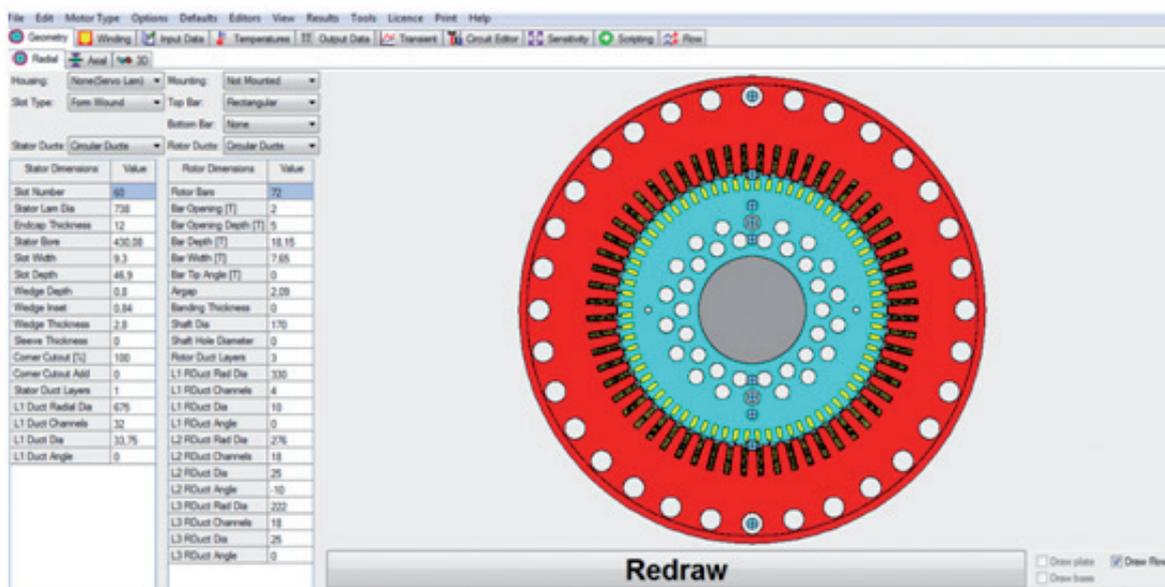


Fig. 7 - Finestra relativa alle impostazioni geometriche del motore.
Fig. 7 - Motor geometric settings window.

viata la simulazione e il software ha fornito in uscita una rete termica dettagliata (fig. 8), rappresentativa dei fenomeni termici all'interno della macchina, sulla quale è stato possibile esaminare i valori dei vari parametri circuitali nonché gli andamenti di temperatura. Tale rete ha consentito di evidenziare i componenti costruttivi del motore maggiormente sollecitati da un punto di vista termico.

Nella rete termica sono distinti i vari componenti costruttivi del motore, in particolare si ha:

- Grigio = albero motore;
- Azzurro = pacco lamellato rotorico;
- Rosso = pacco lamellato statorico;
- Marrone = carcassa esterna;
- Giallo = avvolgimenti statorici e barre rotoriche.

Inoltre, nella rete vi sono: resistenze termiche (rappresentate da rettangoli), nodi (rappresentati da un cerchio), sorgenti di potenza termica e flussi di potenza termica smaltiti dall'aria di raffreddamento (rappresentati da due cerchi sovrapposti). Le capacità termiche non sono visualizzate poiché sono incluse nei nodi.

4.4.3. Implementazione in "SIMULINK"

4.4.3.1. Rete termica

Il modello del motore, realizzato in SIMULINK, ha una struttura come quella rappresentata in fig. 6. La prima fase della realizzazione è stata quella di costruire una rete termica prendendo spunto da quella fornita dalla simulazione in MOTORCAD, di conseguenza, è stato implementato un metodo di calcolo delle perdite nelle varie

tion was to build a thermal network taking a cue from that provided by the MOTORCAD simulation, therefore, a method of calculation of losses in the various active parts of the engine was implemented and finally the block for the display of temperature in the various nodes in the network was built.

In particular, an analysis of the MOTORCAD thermal network was carried out, as can be seen in fig. 9, the branches affected by major thermal power flows were selected. The selected structure was taken as a reference to generate the thermal network in SIMULINK.

As the MOTORCAD simulation tests the independence from a thermal point of view between rotor and stator, hence, two separate thermal networks were created in SIMULINK; they are represented in Fig. 10. The calculation of circuit parameters (thermal resistance, thermal capacity) already analysed in paragraph 4.2, has been conducted in a rigorous manner, using geometric and physical characteristics of the engine, purpose of the model.

The tables (table 2a-2b) show the circuit parameters of the engine thermal networks.

Fig. 11 describes, in general terms, the constructive geometry of the engine.

4.4.3.2. Calculation of losses

Thermal power generators in the two networks express losses in active parts of the stator and rotor. Those losses are estimated through a particular subsystem, that implements a method of calculation based on an analysis of the operation of the engine. The subsystem in question receives some input between the variables provided by the section simulator (or the traction effort and speed of the train) and

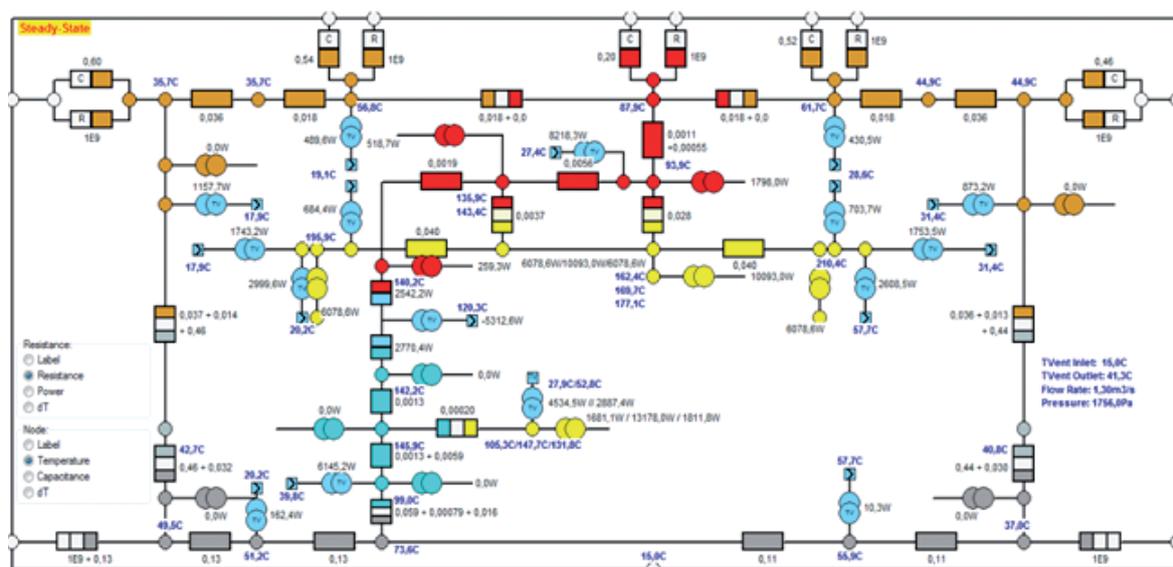


Fig. 8 - Rete termica fornita dalla simulazione in MOTORCAD.
Fig. 8 - Thermal network provided by the MOTORCAD simulation.

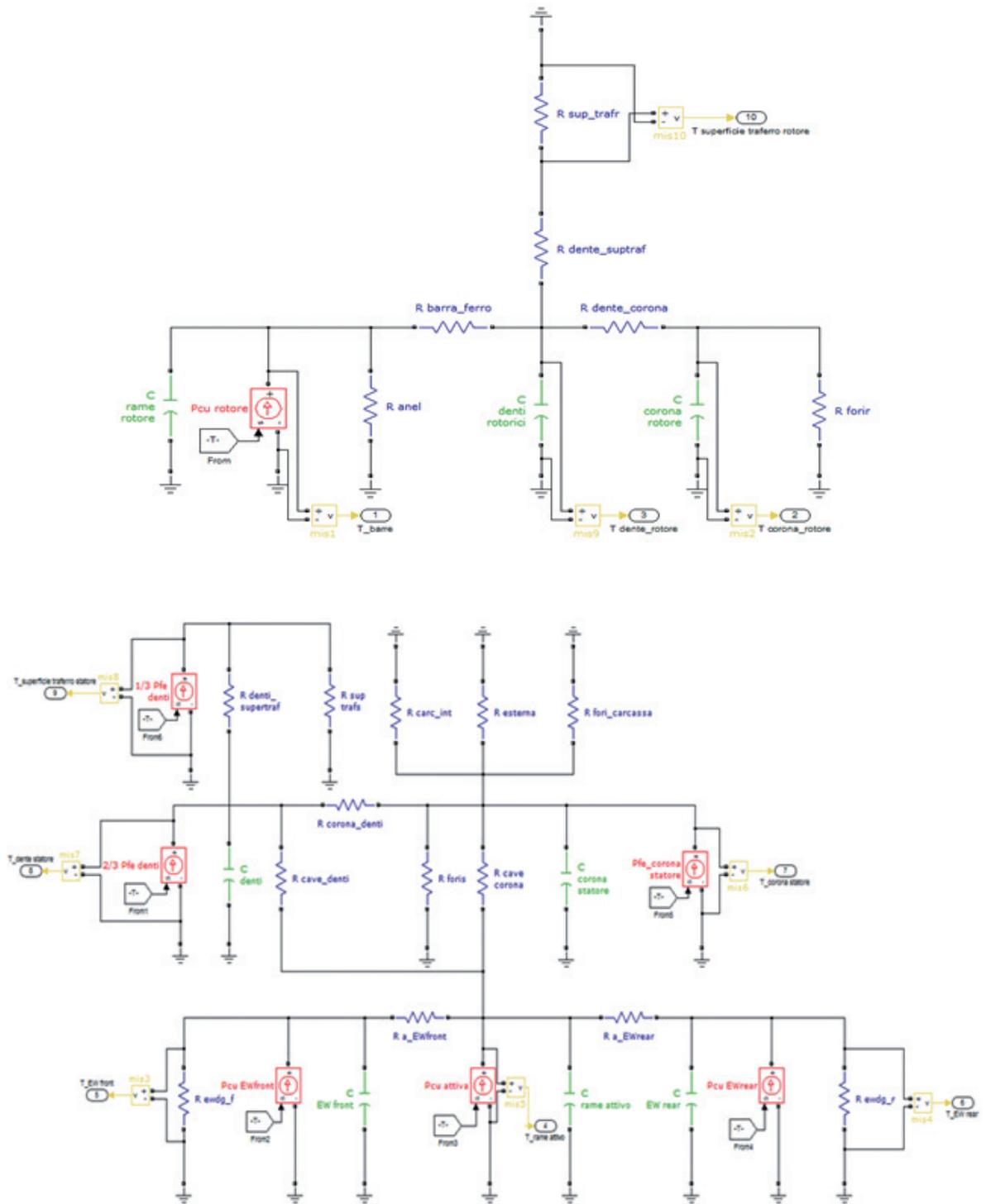


Fig. 10 - Reti termiche di rotore e statore (SIMULINK).
 Fig. 10 - Thermal networks of rotor and stator (SIMULINK).

TABELLA 2a - TABLE 2a

PARAMETRI CIRCUITALI DELLA RETE TERMICA DI ROTORE
CIRCUIT PARAMETERS OF ROTOR THERMAL NETWORK

Rotore - Rotor	
Parametro - Parameter	Significato - Meaning
R anel R ring	Resistenza termica dovuta alla convezione forzata nelle superfici degli anelli esposte al flusso d'aria Thermal resistance due to forced convection in the surfaces of the rings exposed to airflow
R barra_ferro R iron - bar	Resistenza termica dovuta alla conduzione dello strato di aria tra le barre rotoriche e le superfici di cava Thermal resistance due to conduction of the layer of air between the rotor bars and slot surfaces
R dente_corona R teeth - crown	Resistenza termica di conduzione tra la corona rotorica e i denti di rotore Thermal conduction resistance between the rotor crown ring and rotor teeth
R forir R forir	Resistenza termica dovuta alla convezione forzata nelle superfici dei canali rotorici assiali di raffreddamento Thermal resistance due to forced convection in the surfaces of the rotor axial cooling ducts
R dente_suptraf R teeth_air gap surf	Resistenza termica di conduzione tra i denti di rotore e la superficie rotorica affacciata al traferro Thermal conduction resistance between the rotor teeth and the rotor surface overlooking the air gap
R sup_trafr R surf_air gap	Resistenza termica dovuta alla convezione sulle superfici rotoriche affacciate al traferro Thermal resistance due to convection on rotor surfaces overlooking the air gap
C rame rotore C rotor copper	Capacità termica delle barre di rotore Heat capacity of rotor bars
C denti rotorici C rotor teeth	Capacità termica dei denti di rotore Heat capacity of rotor teeth
C corona rotore C rotor crown	Capacità termica della corona di rotore Heat capacity of rotor crown
Pcu rotore Pcu rotor	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite nel rame rotorico Thermal power generator representative of losses in rotor copper

TABELLA 2b - TABLE 2b

PARAMETRI CIRCUITALI DELLA RETE TERMICA DI STATORE
CIRCUIT PARAMETERS OF STATOR THERMAL NETWORK

Statore - Stator	
Parametro - Parameter	Significato - Meaning
R ewdg_f R ewdg_f	Resistenza termica della testata frontale composta dalla serie della resistenza di conduzione dovuta allo strato isolante di testata e della resistenza dovuta alla convezione nelle superfici esterne di testata esposte all'aria Thermal resistance of the front head composed by the series of conduction resistances due to the head insulating layer and resistance due to convection in the outer surfaces of head exposed to air
R a_EWfront R a_EWfront	Resistenza termica di conduzione tra la testata frontale e la parte attiva degli avvolgimenti statorici Thermal conduction resistance between the front head and the active part of the stator windings
R a_EWrear R a_EWrear	Resistenza termica di conduzione tra la testata posteriore e la parte attiva degli avvolgimenti statorici Thermal conduction resistance between the rear head and the active part of the stator windings
R ewdg_r R ewdg_r	Resistenza termica della testata posteriore composta dalla serie della resistenza di conduzione dovuta allo strato isolante di testata e della resistenza dovuta alla convezione nelle superfici esterne di testata esposte all'aria Thermal resistance of rear head composed by the series of conduction resistances due to the head insulating layer and of resistance due to convection in the outer surfaces of the head exposed to air
R cave corona R slot - crown	Resistenza termica data dalla serie tra la resistenza termica di conduzione dello strato isolante della parte superiore degli avvolgimenti statorici e la resistenza termica di conduzione del volume di ferro compreso tra la superficie superiore delle cave di statore e il diametro medio della corona Thermal resistance due to the series between thermal conduction resistance of the insulating layer of the upper part of the stator windings and the thermal conduction resistance of the iron mass between the top surface of the stator slots and the average diameter of the crown
R foris R foris	Resistenza termica dovuta alla convezione sulle superfici dei canali assiali di raffreddamento del pacco lamellato di statore Thermal resistance due to convection on the surfaces of axial cooling ducts of the stator lamination stack
R corona_denti R crown	Resistenza termica di conduzione tra corona e denti di statore Thermal conduction resistance between crown ring and stator teeth

(Continua)

(Segue) TABELLA 2b - TABLE 2b

R cave denti <i>R slot - teeth</i>	Resistenza termica di conduzione dovuta allo strato di isolante nelle superfici di interfaccia tra avvolgimenti e denti di statore <i>Thermal conduction resistance due to the insulating layer in the interface surfaces between windings and stator teeth</i>
R denti_supertraf <i>R teeth_air gap surf.</i>	Resistenza termica di conduzione tra denti di statore e superficie statorica affacciata al traferro <i>Thermal conduction resistance between the stator teeth and the stator surface overlooking the air gap</i>
R suptrafs <i>R air gap surf.</i>	Resistenza termica dovuta alla convezione nella superficie di statore affacciata al traferro <i>Thermal resistance due to convection in the stator surface overlooking the air gap</i>
R carc_int <i>R housing</i>	Resistenza termica dovuta alla convezione nelle superfici interne della carcassa soggette al flusso dell'aria di raffreddamento <i>Thermal resistance due to convection in the interior surfaces of the housing which are subject to the cooling air flow</i>
R esterna <i>R exter.</i>	Resistenza termica dovuta alla convezione naturale sulle superfici esterne della carcassa del motore <i>Thermal resistance due to natural convection on the exterior surfaces of the motor housing</i>
R fori_carcassa <i>R duct surfaces</i>	Resistenza termica dovuta alla convezione nelle superfici dei canali di ingresso e di uscita dell'aria di raffreddamento <i>Thermal resistance due to the convection in entry and exit ducts surfaces of the cooling air</i>
C EW front <i>C EW front</i>	Capacità termica degli avvolgimenti della testata frontale <i>Heat capacity of the windings of the front head</i>
C rame attivo <i>C act. Stator wind.</i>	Capacità termica degli avvolgimenti attivi di statore <i>Heat capacity of active stator windings</i>
C EW rear <i>C EW rear</i>	Capacità termica degli avvolgimenti della testata posteriore <i>Heat capacity of the windings of the rear head</i>
C corona statore <i>C stator crown</i>	Capacità termica della corona statorica <i>Heat capacity of stator crown</i>
C denti <i>C teeth</i>	Capacità termica dei denti di statore <i>Heat capacity of stator teeth</i>
PcuEWfront <i>PcuEWfront</i>	Generatore delle perdite negli avvolgimenti della testata frontale <i>Generator of losses in the windings of the front head</i>
Pcu attiva <i>Pcu act. windings</i>	Generatore delle perdite negli avvolgimenti attivi <i>Generator of losses in the active windings</i>
PcuEWrear <i>PcuEWrear</i>	Generatore delle perdite negli avvolgimenti della testata posteriore <i>Generator of losses in the windings of the rear head</i>
2/3 Pfe denti <i>2/3 Pfe teeth</i>	Generatore delle perdite nella parte interna dei denti <i>Generator of losses in the inside of teeth</i>
Pfe_corona statore <i>Pfe_stator crown</i>	Generatore delle perdite nella corona di statore <i>Generator of losses in stator crown</i>
1/3 Pfe denti <i>1/3 Pfe teeth</i>	Generatore delle perdite nella parte esterna dei denti (affacciata al traferro) <i>Generator of losses in the outside of teeth (overlooking the air gap)</i>

cità del treno) e restituisce in uscita i vari contributi delle perdite. Il metodo di calcolo implementato è strutturato come segue:

- dai valori dello sforzo di trazione e della velocità del treno si ricava il valore della potenza erogata all'albero dal singolo motore e si calcola inoltre la frequenza di statore (sia in regime di flusso nominale, sia in deflussaggio), lo schema di calcolo è rappresentato in fig.12;
- dai valori della potenza all'albero e della frequenza statorica, calcolati al punto precedente, si stimano i valori di rendimento e perciò il valore globale delle perdite;
- infine, le perdite totali sono separate nei vari contributi tramite dei coefficienti proporzionali (stimati sul-

Fig. 13 shows the "linearisation" of the descender mechanical characteristics in nominal flux regime.

The coefficient of proportionality between torque and rotor frequency was obtained with the nominal values of the same:

$$\text{alfa}_{fr} = \frac{fr_{nom}}{c_{nom}}$$

where:

- fr_{nom} = nominal rotor frequency in Hz;
- C_{nom} = nominal torque in Nm.

Using this calculation method it is possible to obtain the stator frequency from the torque and mechanical frequency values, in fact:

$$f_s = f_m + fr = f_m + (C \cdot \text{alfa}_{fr}) \text{ [Hz];}$$

Calculation of stator frequency in defluxing regime

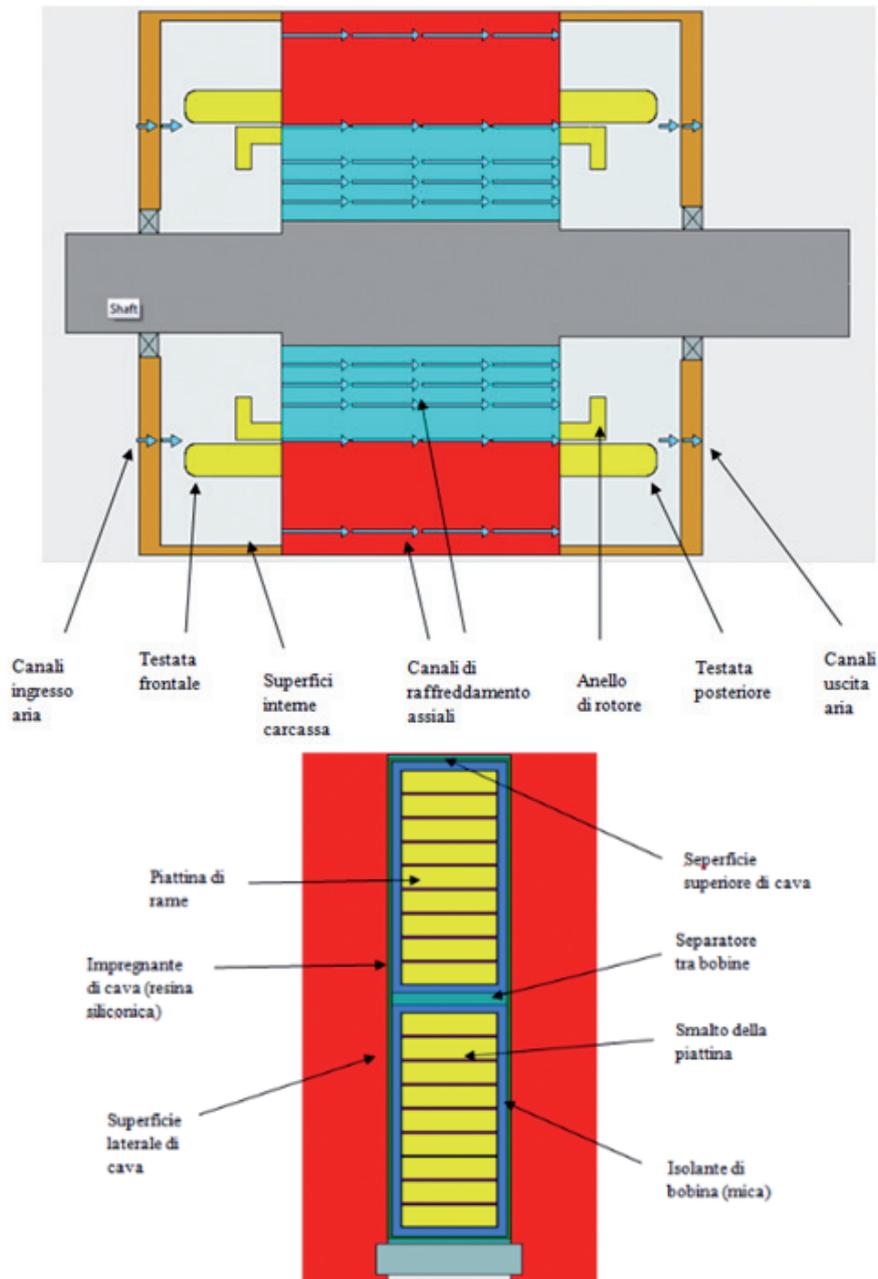


Fig. 11 - Geometria assiale del motore e geometria della cava statorica.
 Fig. 11 - Axial engine geometry and geometry of the stator slot.

la base della ripartizione delle perdite, riferita ad una specifica condizione operativa del motore).

Si approfondisce ora il punto 1, ritenuto di maggior interesse.

Il valore della potenza all'albero è calcolato ottenendo

Simplification hypothesis: a modification of the equivalent circuit of asynchronous motor is made (fig. 14) and the torque equation is analysed.

From the modification shown in fig. 14 we can write the following torque equation:

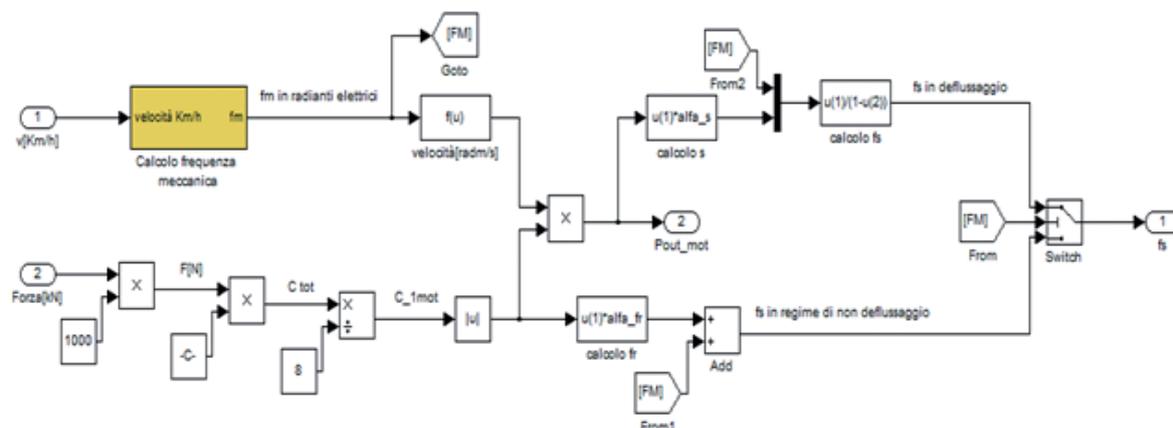


Fig. 12 - Schema rappresentante il calcolo della potenza all'albero e della frequenza storica.
 Fig. 12 - Diagram representing the calculation of the shaft power and stator frequency.

i valori di coppia e velocità angolare del motore dai valori dello sforzo di trazione e della velocità del treno. Il metodo implementato per il calcolo della frequenza storica sia in regime nominale, sia in regime di deflussaggio, merita un approfondimento.

Calcolo della frequenza storica in regime di flusso nominale

Ipotesi semplificativa: si suppone che la frequenza rotorica sia legata da una proporzionalità lineare alla coppia all'albero approssimando ad una retta il tratto discendente della caratteristica meccanica del motore asincrono (tale ipotesi è valida solamente in regime di non deflussaggio).

In fig.13 si nota la "linearizzazione" del tratto discendente delle caratteristiche meccaniche in regime di flusso nominale.

Il coefficiente di proporzionalità tra coppia e frequenza rotorica è stato ricavato con i valori nominali delle stesse:

$$\text{alfa_fr} = \frac{fr_nom}{c_nom}$$

dove:

- fr_nom = frequenza rotorica nominale in Hz;
- C_nom = coppia nominale in Nm.

Utilizzando questo metodo di calcolo si riesce ad ottenere la frequenza storica dai valori di coppia e frequenza meccanica, infatti:

$$fs = fm + fr = fm + (C \cdot \text{alfa_fr}) \text{ [Hz];}$$

Calcolo della frequenza storica in regime di deflussaggio

Ipotesi semplificativa: si esegue una modifica del cir-

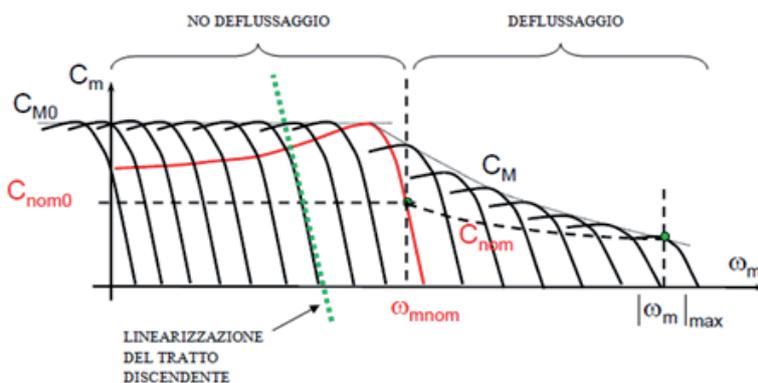


Fig. 13 - Caratteristiche meccaniche del motore al variare della frequenza di alimentazione.

Fig. 13 - Engine mechanical characteristics as the feeding frequency varies.

$$C = \frac{3 \cdot p \cdot Rr' \cdot V^2}{w \cdot s \cdot (Rs + \frac{Rs^2}{s})^2 + (Xs + Xr')^2} \text{ [1]}$$

$$HP: (Rr'/s) \gg Rs, (Rr'/s) \gg (Xs + Xr') \text{ [2]}$$

With hypothesis [2] the torque equation is simplified as follows:

$$C = \frac{3 \cdot p \cdot Rr' \cdot V^2}{w \cdot s \cdot (\frac{Rr'}{s})^2}$$

$$C \cdot \omega = \frac{3 \cdot p \cdot V^2 \cdot s}{Rr'} \quad \curvearrowright$$

Finally I will have that:

$$s = K \cdot P$$

where:

- P = power delivered by the engine;
- K = coefficient of proportionality between running and power.

cuito equivalente del motore asincrono (fig.14) e si analizza l'equazione della coppia.

Dalla modifica raffigurata in fig.14 si può scrivere la seguente equazione della coppia:

$$C = \frac{3 \cdot p \cdot R_r' \cdot V^2}{w \cdot s \cdot (R_s + \frac{R_s^2}{s})^2 + (X_s + X_r')^2} \quad [1]$$

$$HP: (R_r'/s) \gg R_s, (R_r'/s) \gg (X_s + X_r') \quad [2]$$

Con l'ipotesi [2] l'equazione della coppia si semplifica nel seguente modo:

$$C = \frac{3 \cdot p \cdot R_r' \cdot V^2}{w \cdot s \cdot (\frac{R_r'}{s})^2}$$

$$C \cdot \omega = \frac{3 \cdot p \cdot V^2 \cdot s}{R_r'}$$

infine avrò che:

$$s = K \cdot P$$

dove:

- P = potenza erogata dal motore;
- K = coefficiente di proporzionalità tra scorrimento e potenza.

In conclusione, dopo tali approssimazioni si ottiene una proporzionalità diretta tra scorrimento e potenza all'albero. Il coefficiente di proporzionalità è stato ricavato utilizzando i valori nominali delle grandezze:

$$K = s_{nom} / P_{nom};$$

Quindi dai valori della potenza resa si ricava lo scorrimento e di conseguenza, con la frequenza meccanica si ottiene la frequenza di statore:

$$f_s = f_m / (1-s); [Hz]$$

4.5. Gruppo di conversione

In tale paragrafo è descritto il modello relativo al gruppo di conversione. In particolare si analizzano l'inverter e il convertitore di 1° stadio. Il software scelto per l'implementazione è l'ambiente "SIMULINK" di "MATLAB".

4.5.1. Rete termica

In fig. 15 è possibile notare la struttura della rete termica dei convertitori (inverter e convertitore di 1° stadio).

Tuttavia, nella rete è stata considerata anche la potenza dissipata dal chopper ausiliari e dalle relative induttanze di livellamento poi-

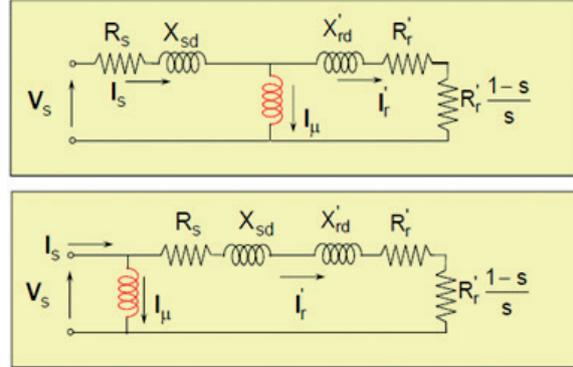


Fig. 14 - Modifica al circuito equivalente del motore asincrono. Fig. 14 - Modification to the equivalent circuit of the induction motor.

In conclusion, after such approximations a direct proportionality is obtained between running and shaft power. The coefficient of proportionality was obtained using the nominal values of the magnitudes:

$$K = s_{nom} / P_{nom};$$

Therefore from the values of the power yield we obtain the running and consequently, with the mechanical frequency the stator frequency is obtained:

$$f_s = f_m / (1-s); [Hz]$$

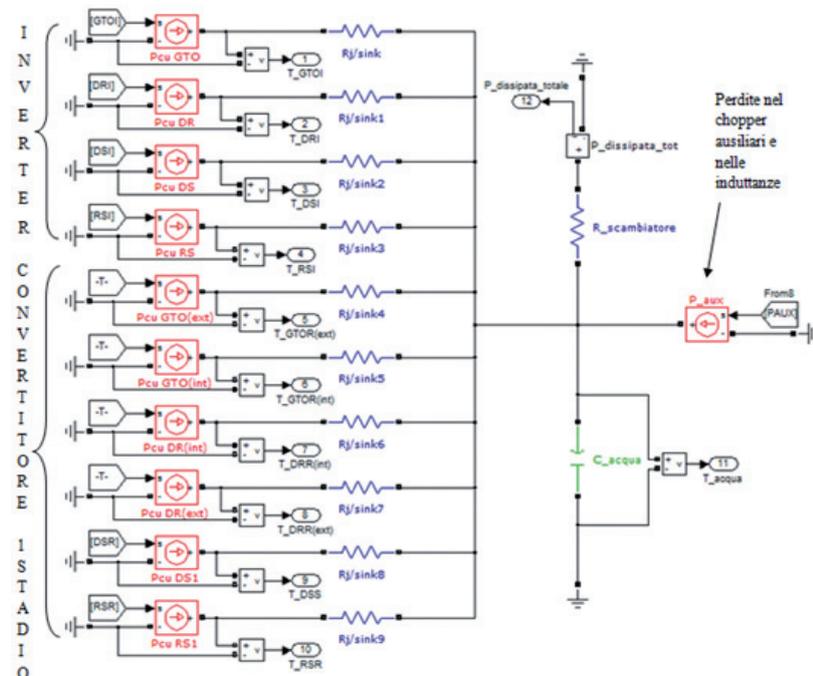


Fig. 15 - Rete termica del gruppo di conversione. Fig. 15 - Conversion group thermal network.

ché anch'essi sono interessati dal circuito di raffreddamento del gruppo di conversione. Un'altra fondamentale caratteristica di tale rete, è quella di riuscire a rappresentare, da un punto di vista termico, entrambe le configurazioni del convertitore di 1° stadio. Nel fare ciò, si tiene conto delle differenti sollecitazioni alle quali sono sottoposte le giunzioni degli 8 GTO del convertitore al variare del tipo di configurazione del convertitore.

Nella tabella 3 sono descritti i parametri circuitali della rete termica del gruppo di conversione.

4.5. Conversion group

The model relating to the conversion group is described in this paragraph. In particular, the inverter and 1st stage converter are analysed. The software chosen for implementation is the "SIMULINK" environment of "MATLAB").

4.5.1. Thermal network

In fig. 15 we can see the structure of the converters thermal network (inverters and 1st stage converter). However, in the network the power dissipated by the auxiliary chopper

TABELLA 3 – TABLE 3

PARAMETRI CIRCUITALI DELLA RETE TERMICA DEL GRUPPO DI CONVERSIONE
CIRCUIT PARAMETERS OF THE THERMAL NETWORK OF THE CONVERSION GROUP

Parametro - Parameter	Significato - Meaning
Rj/sink Rj/sink	Resistenza termica globale tra le giunzioni dei 6 GTO dell'inverter e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the junctions of 6 GTO of the inverter and cooling fluid
Rj/sink1 Rj/sink1	Resistenza termica globale tra le giunzioni dei 6 diodi di ricircolo dell'inverter e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the junctions of the 6 diodes of the inverter recirculation and the cooling fluid
Rj/sink2 Rj/sink2	Resistenza termica globale tra le giunzioni dei 6 diodi di snubber dell'inverter e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the junctions of the 6 snubber diodes of the inverter and the cooling fluid
Rj/sink3 Rj/sink3	Resistenza termica globale tra le 3 resistenze di snubber dell'inverter e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the 3 snubber resistances of the inverter and the cooling fluid
Rj/sink4 Rj/sink4	Resistenza termica globale tra le giunzioni dei 4 GTO più sollecitati termicamente del convertitore di 1° stadio e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the junctions of the 4 GTO more thermally stressed of 1st stage converter and cooling fluid
Rj/sink5 Rj/sink5	Resistenza termica globale tra le giunzioni dei 4 GTO meno sollecitati termicamente del convertitore di 1° stadio e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the junctions of the 4 GTO less thermally stressed of 1st stage converter and cooling fluid
Rj/sink6 Rj/sink6	Resistenza termica globale tra le giunzioni dei 4 diodi di ricircolo più sollecitati termicamente del convertitore di 1° stadio e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the junctions of the 4 recirculation diodes more thermally stressed of 1st stage converter and cooling fluid
Rj/sink7 Rj/sink7	Resistenza termica globale tra le giunzioni dei 4 diodi di ricircolo meno sollecitati termicamente del convertitore di 1° stadio e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the junctions of the 4 recirculation diodes less thermally stressed of 1st stage converter and cooling fluid
Rj/sink8 Rj/sink8	Resistenza termica globale tra le giunzioni degli 8 diodi di snubber del convertitore di 1° stadio e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the junctions of the 8 snubber diodes of 1st stage converter and cooling fluid
Rj/sink9 Rj/sink9	Resistenza termica globale tra le 4 resistenze di snubber del convertitore di 1° stadio e il fluido di raffreddamento Overall thermal resistance between the 4 snubber resistances of 1st stage converter and cooling fluid
R_scambiatore R_exchanger	Resistenza termica tra fluido di raffreddamento e aria, (tale resistenza rappresenta lo scambiatore di calore del circuito di raffreddamento del gruppo convertitori) Thermal resistance between cooling fluid and air (this resistance represents the heat exchanger of the cooling circuit of the converter group)
C_acqua C_water	Capacità termica dell'intera massa di fluido refrigerante contenuta nel circuito di raffreddamento del gruppo convertitori Thermal capacity of the entire mass of refrigerant fluid contained in the cooling circuit of the converter group
Pcu GTO Pcu GTO	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 6 giunzioni dei GTO dell'inverter Thermal power generator representative of joule losses in the 6 joints of inverter GTOs
Pcu DR Pcu DR	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 6 giunzioni dei diodi di ricircolo dell'inverter Thermal power generator representative of joule losses in the 6 recirculation diodes junctions of the inverter

(Continua)

Pcu DS <i>Pcu DS</i>	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 6 giunzioni dei diodi di snubber <i>Thermal power generator representative of joule losses in the 6 snubber recirculation diodes</i>
Pcu RS <i>Pcu RS</i>	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 3 resistenze di snubber <i>Thermal power generator representative of joule losses in the 3 snubber resistances</i>
Pcu GTO(ext) <i>Pcu GTO(ext)</i>	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 4 giunzioni dei GTO più sollecitati termicamente del convertitore di 1° stadio <i>Thermal power generator representative of joule losses in the 4 junctions of GTO more thermally stressed of 1st stage converter</i>
Pcu GTO(int) <i>Pcu GTO(int)</i>	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 4 giunzioni dei GTO meno sollecitati termicamente del convertitore di 1° stadio <i>Thermal power generator representative of joule losses in the 4 junctions of GTO less thermally stressed of 1st stage converter</i>
Pcu DR(int) <i>Pcu DR(int)</i>	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 4 giunzioni dei diodi di ricircolo più sollecitati termicamente del convertitore di 1° stadio <i>Thermal power generator representative of joule losses in the 4 junctions of recirculation diodes more thermally stressed of 1st stage converter</i>
Pcu DR(ext) <i>Pcu DR(ext)</i>	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 4 giunzioni dei diodi di ricircolo meno sollecitati termicamente del convertitore di 1° stadio <i>Thermal power generator representative of joule losses in the 4 junctions of recirculation diodes less thermally stressed of 1st stage converter</i>
Pcu DS1 <i>Pcu DS1</i>	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 8 giunzioni dei diodi di snubber del convertitore di 1° stadio <i>Thermal power generator representative of joule losses in the 8 junctions of snubber diodes of 1st stage converter</i>
Pcu RS1 <i>Pcu RS1</i>	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle 4 resistenze di snubber del convertitore di 1° stadio <i>Thermal power generator representative of joule losses in the 4 snubber resistances of 1st stage converter</i>

I parametri circuitali trattati, in particolare le resistenze termiche tra le giunzioni dei componenti elettronici e il fluido refrigerante sono calcolati sfruttando dati derivanti da prove di laboratorio sul sistema di propulsione. In particolare, dalle coppie di valori della potenza dissipata dalla giunzione e del salto termico giunzione/fluido refrigerante (entrambe rilevati dalle prove) si ricava il valore della resistenza termica con la nota relazione:

$$R_{\text{giunzione/fluido}} = (\Delta T_{\text{giunzione/fluido}}) / (P_{\text{dissipata/giunzione}})$$

4.5.2. Calcolo delle perdite

I generatori di potenza termica rappresentati in fig.15 si riferiscono alle perdite sulle varie giunzioni degli interruttori elettronici dell’inverter e del convertitore di 1° stadio. In “SIMULINK”, è stato realizzato uno specifico sottosistema adibito al calcolo di tali perdite, rappresentato in fig.16.

Occorre specificare che il metodo di calcolo delle perdite implementato in fig. 16 tiene conto di come variano le sollecitazioni termiche nelle giunzioni del convertitore di 1° stadio al variare della configurazione di funzionamento di quest’ultimo (raddrizzatore/chopper). Per una descrizione tecnica più dettagliata sul funzionamento del convertitore 4Q si rimanda a [2]. Ora si descrive, in maniera sintetica, l’impostazione del metodo di calcolo delle perdite nelle giunzioni dell’inverter.

and its levelling inductance was also considered because they too are affected by the cooling circuit of the conversion group. Another important feature of this network is to be able to represent both configurations of the 1st stage converter, from a thermal point of view. In doing so, account shall be taken of the various stresses to which the joints of 8 GTO of the converter are subjected as the converter configuration type varies.

Circuit parameters under study, in particular the thermal resistances between the joints of electronic components and the refrigerant are calculated using data from laboratory tests on the propulsion system.

In particular, from the torque values of the power dissipated by the joint and joint/refrigerant heat jump (both taken from the tests) the thermal resistance value can be obtained with the known relation:

$$R_{\text{joint/fluid}} = (\Delta T_{\text{joint/fluid}}) / (P_{\text{dissipated/joint}})$$

4.5.2. Calculation of losses

Thermal power generators shown in fig. 15 refer to losses on various joints of electronic switches of the inverter and 1st stage converter. A specific subsystem used to calculate such losses was created in “SIMULINK”, shown in fig. 16.

We must specify that the loss calculation method implemented in fig. 16 takes into account how thermal stresses on the joints of the 1st stage converter vary as the operation configuration of the latter (rectifier/chopper) varies. For a

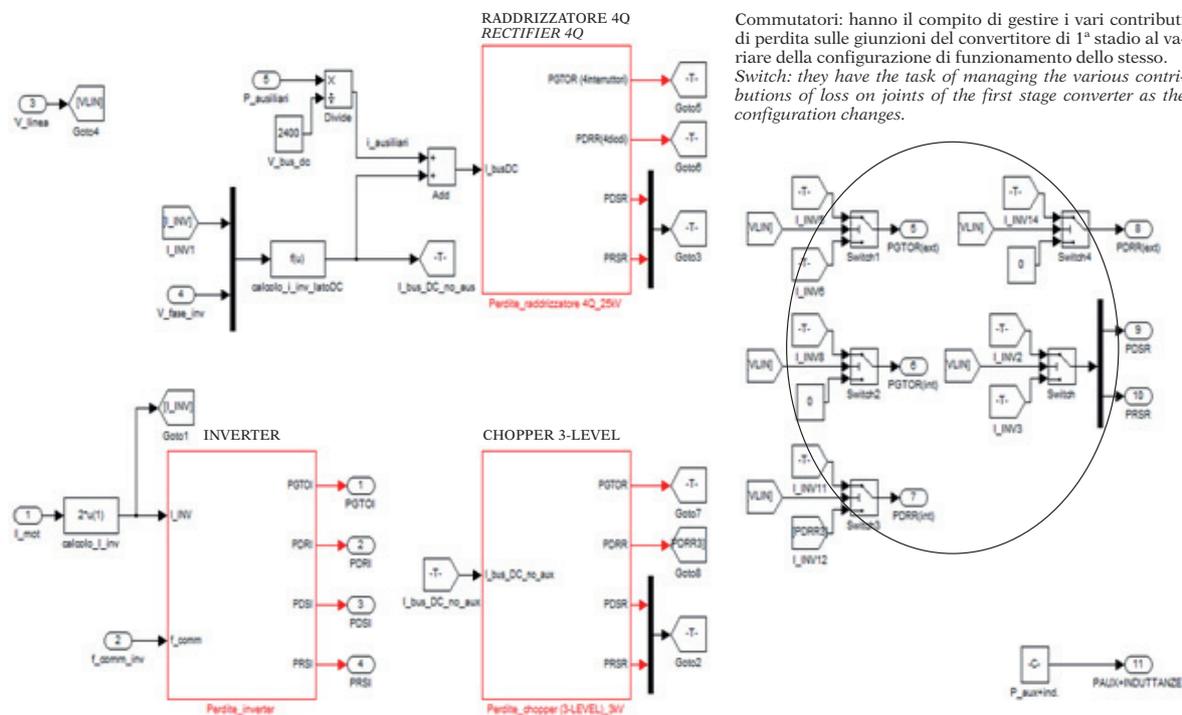


Fig. 16 - Sottosistemi adibiti al calcolo delle perdite nel gruppo di conversione.
 Fig. 16 - Subsystems used for the calculation of losses in the conversion group.

A rigore, la relazione teorica che esprime le perdite in un generico interruttore elettronico è la seguente:

$$P = P_{cond} + P_{comm} = \delta \cdot \Delta v \cdot I + f_c \cdot k \cdot V \cdot I \cdot 2 \cdot t_{comm}$$

dove: P_{cond} = perdite di conduzione; P_{comm} = perdite di commutazione; δ = duty cycle dell'interruttore; Δv = caduta di tensione sull'interruttore durante la conduzione; I = corrente di conduzione; f_c = frequenza di commutazione; k = parametro; V = tensione ai capi dell'interruttore durante l'interdizione; t_{comm} = tempo che impiega l'interruttore a commutare.

Tuttavia, è una relazione molto complessa e sensibile agli eventuali errori commessi sulla stima dei parametri che la caratterizzano. Allora, pur con qualche approssimazione, si decide di utilizzare un'altra relazione semplificata:

$$P = P_{cond} + P_{comm} = K_1 \cdot I + K_2 \cdot f_c$$

In pratica si suppone che una quota delle perdite di giunzione (relativa alle perdite di conduzione) sia proporzionale alla corrente efficace erogata dall'inverter e la restante parte (relativa alle perdite di commutazione) sia proporzionale alla frequenza di commutazione dello stesso. In questo modo si esprime la potenza dissipata sulla giunzione in funzione di due variabili facilmente ricavabili da quelle disponibili in input e fornite dal simulatore

Commutatori: hanno il compito di gestire i vari contributi di perdita sulle giunzioni del convertitore di 1° stadio al variare della configurazione di funzionamento dello stesso. Switch: they have the task of managing the various contributions of loss on joints of the first stage converter as the configuration changes.

more detailed technical description on the operation of the 4Q converter see [2]. We shall now synthetically describe the method of calculation of losses in the inverter joints.

Strictly speaking, the theoretical relation that expresses the loss in a generic electronic switch is as follows:

$$P = P_{cond} + P_{comm} = \delta \cdot \Delta v \cdot I + f_c \cdot k \cdot V \cdot I \cdot 2 \cdot t_{comm}$$

where:

P_{cond} = conduction losses;

P_{comm} = switching losses;

δ = duty cycle of the switch;

Δv = voltage drop on the switch during conduction.

I = conduction current;

f_c = switching frequency;

k = parameter;

V = voltage at the switch ends during interdiction;

t_{comm} = time the switch takes to commute.

However, it is a very complex relation and sensitive to any mistakes on the estimation of parameters that characterise it. Now, although with some approximation, we decide to use another simplified relation:

$$P = P_{cond} + P_{comm} = K_1 \cdot I + K_2 \cdot f_c$$

di tratta. I coefficienti K_1 e K_2 sono stimati attraverso una valutazioni di dati derivanti da prove di laboratorio condotte sul sistema di propulsione. Per quanto riguarda il calcolo delle perdite nel convertitore di 1° stadio si utilizza la seguente relazione semplificata:

$$P = K_3 \cdot I$$

L'utilizzo della relazione è giustificato dal fatto che il convertitore lavora ad una frequenza di commutazione costante (250/260 Hz) durante il funzionamento del sistema di propulsione, perciò è lecito esprimere le perdite di giunzione in funzione della sola corrente di conduzione.

4.6. Trasformatore

In tale paragrafo è descritto il modello del trasformatore di trazione. Il software scelto per l'implementazione è ancora l'ambiente "SIMULINK" di "MATLAB".

4.6.1. Rete termica

In fig. 17 è rappresentata la rete termica del trasformatore monofase di trazione. E' necessario specificare che tale rete è in grado di rappresentare da un punto di vista termico entrambe le configurazioni operative del trasformatore, ovvero sia con catenaria in 25 kV c.a. sia con catenaria in 3 kV c.c..

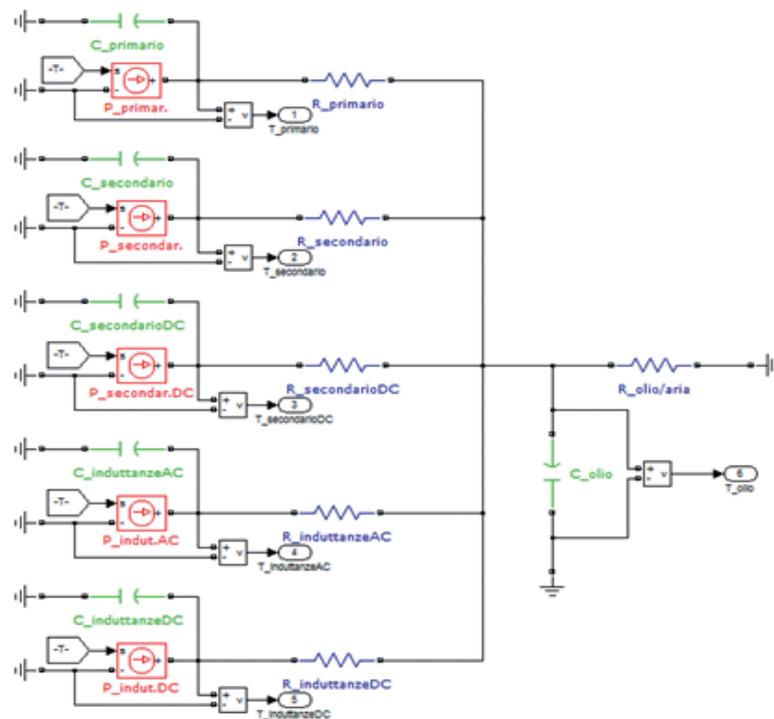


Fig.17 - Rete termica del trasformatore.
Fig.17 - Thermal network of the transformer.

We assume that a portion of joint losses (with respect to conduction losses) is proportional to the effective current supplied by the inverter and the remainder (concerning switching losses) is proportional to the switching frequency of the same. This expresses the power dissipated on the joint according to two variables that can be easily derived from those available in input and provided by the section simulator. The coefficients K_1 and K_2 are estimated through an evaluation of data from laboratory tests conducted on the propulsion system. As regards the calculation of losses in the 1st stage converter the following simplified relation is used:

$$P = K_3 \cdot I$$

The use of the relation is justified by the fact that the converter operates at a constant switching frequency (250/260 Hz) during the operation of the propulsion system, so it is right to express joint losses as a function of current conduction only.

4.6. Transformer

This paragraph describes the model relating to the traction transformer. The software chosen for implementation is again the "SIMULINK" environment of "MATLAB".

4.6.1. Thermal network

Fig. 17 shows the thermal network of the single-phase traction transformer. It is necessary to specify that such a network can represent both operational transformer configurations from a thermal point of view, both with 25 kV AC catenary and with 3 kV DC catenary.

Table 4 shows circuit parameters of the transformer thermal net.

The above circuit parameters, in particular the thermal resistances between the generic copper winding and the transformer oil are estimated through specific laboratory thermal testing conducted on the transformer. In a process similar to that seen for the conversion group (calculation of resistances between joints and refrigerant) we have:

$$R_{winding/oil} = (\Delta T_{winding/oil}) / (P_{dissipated/winding})$$

It should be noted that the value of the oil temperature taken as reference corresponds to the average one; while the temperature of the winding is the one measured by precise optical fibre in laboratory tests.

4.6.2 - Calculation of losses

Thermal power generators shown in fig. 17 refer to losses in the different windings of the transformer. A specific

Nella tabella 4 sono descritti i parametri circuitali della rete termica del gruppo di conversione.

I parametri circuitali appena visti, in particolare le resistenze termiche tra il rame del generico avvolgimento e

subsystem used to calculate such losses was created in "SIMULINK", shown in fig. 18.

At this point we must analyse the loss calculation method on the generic internal winding of the transformer. The well-

TABELLA 4 – TABLE 4

PARAMETRI CIRCUITALI DELLA RETE TERMICA DEL TRASFORMATORE
CIRCUIT PARAMETERS OF THE TRANSFORMER THERMAL NETWORK

Parametro - Parameter	Significato - Meaning
R_primario R_primary	Resistenza termica data dalla serie tra resistenza termica dell'isolante dell'avvolgimento primario e resistenza termica di convezione nelle superfici a contatto con l'olio Thermal resistance of the series between the winding insulation thermal resistance and thermal convection resistance in the surfaces in contact with the oil
R_secondario R_secondary	Resistenza termica data dalla serie tra resistenza termica dell'isolante degli avvolgimenti secondari di trazione e resistenza termica di convezione nelle superfici lambite dall'olio Thermal resistance given by the thermal resistance series of traction secondary windings insulation and thermal convection resistance in the oil lapped surfaces
R_secondario DC R_secondary DC	Resistenza termica data dalla serie tra resistenza termica dell'isolante degli avvolgimenti secondari aggiuntivi (utilizzati come filtro lato rete in configurazione 3 kV c.c.) e resistenza termica di convezione nelle superfici lambite dall'olio Thermal resistance given by the thermal resistance series of additional secondary windings insulation (used as network side filter in 3 kV DC configuration) and thermal convection resistance in the oil lapped surfaces
R_induttanze AC R_inductances AC	Resistenza termica data dalla serie tra resistenza termica dell'isolante degli avvolgimenti delle induttanze utilizzate in entrambe le configurazioni (3 kV e 25 kV), e resistenza termica di convezione nelle superfici lambite dall'olio Thermal resistance given by the thermal resistance series of inductances secondary windings insulation used in both configurations (3kV and 25 kV), and thermal convection resistance in the oil lapped surfaces
R_induttanze DC R_inductances DC	Resistenza termica data dalla serie tra resistenza termica dell'isolante degli avvolgimenti delle induttanze utilizzate solo in configurazione 3 kV c.c. (utilizzate per accoppiare il chopper 3-level al bus dc dell'inverter) e resistenza termica di convezione nelle superfici lambite dall'olio Thermal resistance given by the thermal resistance series of inductances secondary windings insulation used only in 3 kV DC configuration (used to pair the 3-level chopper with the inverter dc bus) and thermal convection resistance in oil lapped surfaces
R_olio/aria R_oil/air	Resistenza termica globale dei due scambiatori di calore (olio/aria) riferita al salto termico tra la temperatura media dell'olio lungo lo scambiatore e la temperatura dell'aria in ingresso dello stesso Overall thermal resistance of the two heat exchangers (air/oil) referring only to the thermal head between the average temperature of the oil along the heat exchanger and air inlet temperature of the same
C_primario C_primary	Capacità termica del rame dell'avvolgimento primario Copper thermal capacity of the primary winding
C_secondario C_secondary	Capacità termica del rame degli avvolgimenti secondari di trazione Thermal copper capacity of traction secondary windings
C_secondario DC C_secondary DC	Capacità termica del rame degli avvolgimenti secondari aggiuntivi utilizzati in c.c. Thermal copper capacity of additional secondary windings used in d.c.
C_induttanze AC C_inductances AC	Capacità termica del rame delle induttanze utilizzate in entrambe le configurazioni (3kV e 25 kV) Thermal copper capacity of inductances used in both configurations (3kV and 25 kV)
C_induttanze DC C_inductances DC	Capacità termica del rame delle induttanze utilizzate solo in configurazione 3 kV c.c. Thermal copper capacity of inductances used only in 3 kV DC configuration
C_olio C_oil	Capacità termica dell'olio contenuto nell'intero circuito di raffreddamento del trasformatore Thermal capacity of the oil contained in the entire cooling circuit of the transformer
P_primario P_primary	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nell'avvolgimento primario Thermal power generator representative of joule losses in the primary winding
P_secondario P_secondary	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule negli avvolgimenti secondari di trazione Thermal power generator representative of joule losses in traction secondary windings
P_secondario DC P_secondary DC	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule negli avvolgimenti aggiuntivi utilizzati in configurazione 3 kV c.c. Thermal power generator representative of joule losses in additional windings used in 3 kV DC configuration
P_induttanze AC P_inductances AC	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle induttanze utilizzate in entrambe le configurazioni Thermal power generator representative of joule losses in inductances used in both configurations
P_induttanze DC P_inductances DC	Generatore di potenza termica rappresentante le perdite joule nelle induttanze utilizzate solamente in configurazione 3 kV c.c. Thermal power generator representative of joule losses in inductances used only in 3 kV DC configuration

l'olio del trasformatore sono stimate attraverso specifiche prove termiche di laboratorio condotte sul trasformatore. Con un procedimento analogo a quello visto per il gruppo di conversione (calcolo delle resistenze tra giunzioni e fluido refrigerante) si ha:

$$R_{\text{avvolgimento/olio}} = (\Delta T_{\text{avvolgimento/olio}}) / (P_{\text{dissipata/avvolgimento}})$$

Va precisato che il valore di temperatura dell'olio presa come riferimento corrisponde a quella media; mentre la temperatura dell'avvolgimento è quella rilevata dalla fibre ottiche puntuali nelle prove di laboratorio.

4.6.2 – Calcolo delle perdite

I generatori di potenza termica rappresentati in fig.17 si riferiscono alle perdite nei vari avvolgimenti del trasformatore. In "SIMULINK", è stato realizzato uno specifico sottosistema adibito al calcolo di tali perdite, rappresentato in fig.18.

A questo punto è necessario analizzare l'impostazione del metodo di calcolo delle perdite sul generico avvolgimento interno del trasformatore. La relazione teorica, ben nota, che esprime le perdite joule in regime armonico su un conduttore ohmico è la seguente:

$$P_{\text{joule}} = R_1 \cdot I_{1\text{eff}}^2 + R_2 \cdot I_{2\text{eff}}^2 + R_3 \cdot I_{3\text{eff}}^2 + \dots + R_n \cdot I_{n\text{eff}}^2 + \dots$$

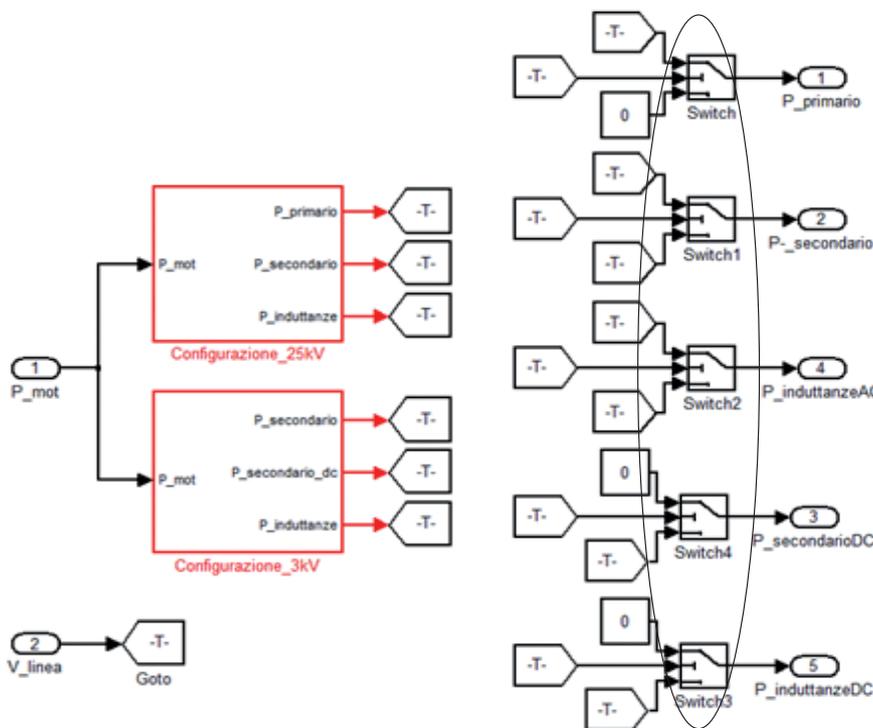
known theoretical relation that expresses the joule losses in harmonic scheme on a ohmic conductor is as follows:

$$P_{\text{joule}} = R_1 \cdot I_{1\text{eff}}^2 + R_2 \cdot I_{2\text{eff}}^2 + R_3 \cdot I_{3\text{eff}}^2 + \dots + R_n \cdot I_{n\text{eff}}^2 + \dots$$

where $R_1, R_2, \dots, R_n, \dots$ "are the values of the resistances of the conductor to the various harmonics and " $I_{1\text{eff}}, I_{2\text{eff}}, \dots, I_{n\text{eff}}, \dots$ " "are the effective values of harmonic currents circulating on the same conductor. If this relation were to be applied strictly it would be necessary to take account of the variation of resistance with temperature and with the frequency of circulating currents, it would also be necessary to know precisely the values of the various harmonic current components on each winding. These operations significantly complicate the implementation of the model and resulting in the risk of untrustworthy results, due to possible errors on the estimation of the various harmonic components. Now for the calculation of losses on the generic winding we decide to use the following approximate relationship:

$$P_{\text{joule}} = K_1 \cdot I_{1\text{eff}}^2$$

With it we consider only the 1st harmonic current and also assuming the resistance value " K_1 " constant as the temperature of the winding varies. Although some approximations are introduced, the relation used is quite representative of the real situations of machine operation since in the section profile, windings temperatures are near to the



Commutatori: essi hanno il compito di gestire i contributi di perdita sui molteplici avvolgimenti interni del trasformatore al variare della configurazione di funzionamento dello stesso. Switch: they are responsible for managing the contributions of loss on multiple internal windings of the transformer at different operating configurations of the same

Fig.18 - Sottosistemi adibiti al calcolo delle perdite nel trasformatore. Fig. 18 - Subsystems used for calculation of transformer losses.

dove “ $R_1, R_2, \dots, R_n, \dots$ ” sono i valori delle resistenze del conduttore alle varie armoniche e “ $I_{1eff}, I_{2eff}, \dots, I_{neff}, \dots$ ” sono i valori efficaci delle correnti armoniche circolanti sul conduttore stesso. Se si applicasse a rigore tale relazione sarebbe necessario tenere conto della variazione della resistenza con la temperatura e con la frequenza delle correnti circolanti, inoltre sarebbe necessario conoscere con precisione i valori delle varie componenti armoniche della corrente su ogni avvolgimento. Queste operazioni complicherebbero significativamente l’implementazione del modello e si rischierebbe di ottenere risultati non attendibili, dovuti a probabili errori sulla stima delle varie componenti armoniche. Allora per il calcolo delle perdite sul generico avvolgimento si decide di utilizzare la seguente relazione approssimata:

$$P_{joule} = K_1 \cdot I_{1eff}^2$$

Con essa si considera solamente la corrente di 1^a armonica e inoltre si suppone il valore di resistenza “ K_1 ” costante al variare della temperatura dell’avvolgimento. Seppur si introducono alcune approssimazioni, la relazione utilizzata risulta abbastanza rappresentativa delle situazioni reali di funzionamento della macchina poiché nel profilo di tratta le temperature medie degli avvolgimenti si avvicinano a quelle nominali. Il coefficiente “ K_1 ”, ovvero il valore di resistenza che si considera è calcolato considerando i dati di specifica del trasformatore e si riferisce perciò alle condizioni operative nominali. Mentre la corrente di 1^a armonica del generico avvolgimento è stimata in funzione della potenza erogata dai motori di trazione e perciò si ha:

$$I_{1eff} = K_2 \cdot P_{mot}$$

dove “ P_{mot} ” è la potenza erogata all’albero dal singolo motore. Il coefficiente di proporzionalità “ K_2 ” è stimato sulla base dei dati di specifica riferiti alle condizioni operative nominali del sistema di propulsione. La scelta di utilizzare tale relazione per determinare le correnti sugli avvolgimenti del trasformatore è fondata sul fatto che le tensioni a monte e a valle del trasformatore rimangono pressochè costanti al variare delle condizioni operative del sistema di propulsione mentre le correnti sono influenzate dalla potenza richiesta dalla trazione. Inoltre la variabile “ P_{mot} ” è ottenibile direttamente dalle variabili fornite dal simulatore di tratta.

4.7. Interfaccia per i dati in input al simulatore termico

In questo paragrafo si analizza come sia stato realizzato il blocco in “SIMULINK” adibito all’interfaccia con i dati in input al modello. Un esempio di tali dati è fornito di seguito, in fig.19.

I dati rappresentati in fig. 19 costituiscono il risultato di un software che implementa un simulatore di tratta. Com’è possibile notare, ogni colonna si riferisce all’anda-

nominal ones. The “ K_1 ” coefficient that is the value of resistance that we consider is calculated considering the specific transformer data and therefore refers to nominal operating conditions. While the 1st harmonic current of the generic winding is estimated as a function of the power supplied by the traction engines and therefore we have:

$$I_{1eff} = K_2 \cdot P_{mot}$$

where “ P_{mot} ” is the power supplied by the single engine to the shaft. The coefficient of proportionality “ K_2 ” is estimated on the basis of specific data relating to the nominal operating conditions of the propulsion system. The decision to use this relation to determine the currents on the windings of the transformer is based on the fact that voltages upstream and downstream of the transformer remain almost constant as the operating conditions of the propulsion system vary while the currents are influenced by the power required by traction. In addition the variable “ P_{mot} ” is obtainable directly from the variables provided by the route simulator.

4.7. Interface for input data to the thermal simulator

In this section we analyse how the block was created in “SIMULINK” used as interface with the input data to the model. An example of this data is provided below, in fig. 19.

The data shown in fig. 19 are the result of a software that implements a route simulator. As we can see, each column refers to the temporal trends of a given variable along the train’s route. However not all variables are used in the model, since only the total force on rims, travel time, train speed and type of catenary voltage are required. Fig. 20 shows the block that manages the above-mentioned variables and allows obtaining other magnitudes directly interfaced with the various models from these.

Within the block in fig. 20 there are the under-blocks represented in fig. 21.

The subsystems shown in fig. 21 allow deriving the many variables required for various thermal models (motor, transformer, converters) for the calculation of losses from the input data. In particular, analysing fig. 20, we have:

Rim_force = total traction effort at locomotive’s wheel rims;

V_phase_inv = phase voltage at inverter output (corresponds to the supply voltage of the motors);

V_line = catenary power supply voltage;

f_comm_inv = switching frequency in inverter GTO;

speed = train speed in km/h;

P_auxiliaries = power required by auxiliary loads to one of the two locomotive drives;

Is = current absorbed by a traction engine;

P_mot = power supplied by a traction engine.

We will now analyse in depth the method implemented for the calculation of the power supplied by the traction

Id_Simulazione	Cod Tipo Alm.	Desc. Alm.	Pendenza	Dislivello	Distanza	Località	Vel. Massima Treno	Vel. Transito	Tempo Perc.	Tempo Perc. Hh:mm:ss	Acc	Forza cerchione (kN)	Potenza (kW)	Energia Assorbita (kWh)
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,73	0	MILANO C.	30	0	0	00:00:00	0	41,58	0	0
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,73	200		30	29,06	45,02	00:00:45	0	9,18	73	9
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,73	400		30	29,06	69,79	00:01:09	0	9,15	72	9
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,73	600		30	29,06	94,56	00:01:34	0	9,15	72	10
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	800		30	29,06	119,34	00:01:59	0	9,15	72	10
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	930		30	29,06	135,44	00:02:15	0	9,15	72	11
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	1000		30	29,06	144,11	00:02:24	0	9,15	72	11
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	1100	Dev.U.Milano C.	60	29,06	156,49	00:02:36	0	9,15	72	11
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	1200		60	29,06	168,88	00:02:48	0	9,15	72	12
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	1400		60	29,06	193,65	00:03:13	0	9,15	72	12
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	1422	Inizio RS 4 Cod.	100	29,06	196,38	00:03:16	0	9,15	72	12
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	1600		100	41,52	215,15	00:03:35	0,223	182,3	2066	21
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,72	1630		100	43,56	217,69	00:03:37	0,222	181,45	2157	23
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,71	1711	P.B.A. P.343	100	48,58	224,02	00:03:44	0,218	179,38	2377	28
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,71	1800		100	53,48	230,29	00:03:50	0,215	177,38	2588	33
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,71	1930		100	59,82	238,55	00:03:58	0,21	174,81	2852	40
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,71	2000	Cippo Km.2,000	115	62,92	242,66	00:04:02	0,208	173,56	2978	44
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,71	2200		115	70,88	253,42	00:04:13	0,202	170,38	3293	55
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,71	2400		115	77,86	263,1	00:04:23	0,197	167,62	3558	66
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,71	2500		115	84,11	271,99	00:04:31	0,193	165,18	3787	77
325309	1 3000 C.C.		-0,01	113,7	2600	S.Prot.M.Lamb.	115	89,8	280,27	00:04:40	0,188	162,97	3989	87
325309	1 3000 C.C.			113,7	2930		115	93,25	285,38	00:04:45	0,186	161,64	4108	94
325309	1 3000 C.C.			113,7	3000		115	95,04	288,05	00:04:48	0,184	160,95	4189	97
325309	1 3000 C.C.			113,7	3200		115	98,9	295,44	00:04:55	0,181	159,09	4332	108
325309	1 3000 C.C.		-0,75	113,7	3290		115	101,98	298,65	00:04:58	0,179	158,3	4430	112
325309	1 3000 C.C.		-0,75	113,62	3400		115	104,45	302,49	00:05:02	0,177	156,33	4422	118

Fig. 19 - Dati in input descrittivi di una porzione della tratta "Milano-Napoli".
Fig. 19 - Input data describing a portion of the "Milan-Naples" route.

mento temporale di una determinata variabile lungo la tratta del treno. Tuttavia non tutte le variabili a disposizione sono utilizzate nel modello, poiché sono sufficienti solamente la forza totale ai cerchioni, il tempo di percorrenza, la velocità del treno e il tipo di tensione di catenaria. In fig. 20 è rappresentato il blocco che gestisce le variabili sopracitate e consente di ottenere da esse altre grandezze direttamente interfacciabili con i vari modelli.

All'interno del blocco di fig. 20 vi sono i sotto-blocchi rappresentati in fig. 21.

I sottosistemi rappresentati in fig. 21 consentono di ricavare, dai dati in input, le molteplici variabili necessarie ai vari modelli termici (motore, trasformatore, convertitori) per il calcolo delle perdite. In particolare, analizzando la fig. 20, si ha:

Forza_cerchione = sforzo di trazione totale ai cerchioni di una locomotiva;

V_fase_inv = tensione di fase all'uscita dell'inverter (corrisponde alla tensione di alimentazione dei motori);

V_linea = tensione della catenaria di alimentazione;

f_comm_inv = frequenza di commutazione nei GTO dell'inverter;

velocità = velocità in km/h del treno;

P_ausiliari = potenza richiesta dai carichi ausiliari ad uno dei due azionamenti della locomotiva;

Is = corrente assorbita da un motore di trazione;

P_mot = potenza erogata da un motore di trazione.

motor and the method for calculating the current absorbed by the same.

The calculation of power delivered by the engine comes from the implementation of the following relation:

$$P = C_{mot} \cdot \omega_{mot} [W]$$

where:

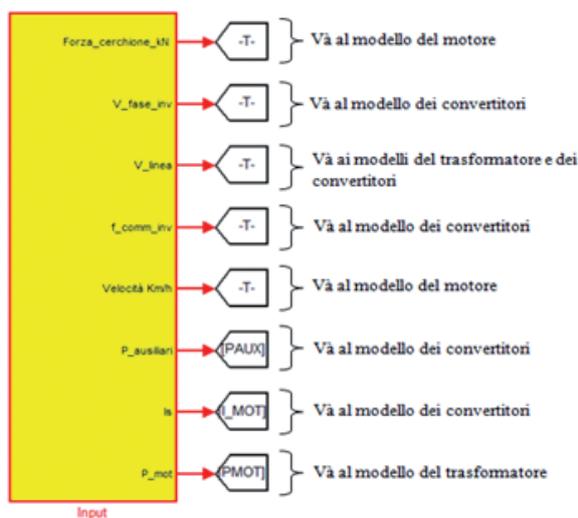


Fig. 20 - Blocco relativo all'inserimento dei dati in input.
Fig. 20 - Block relating to the entry of input data.

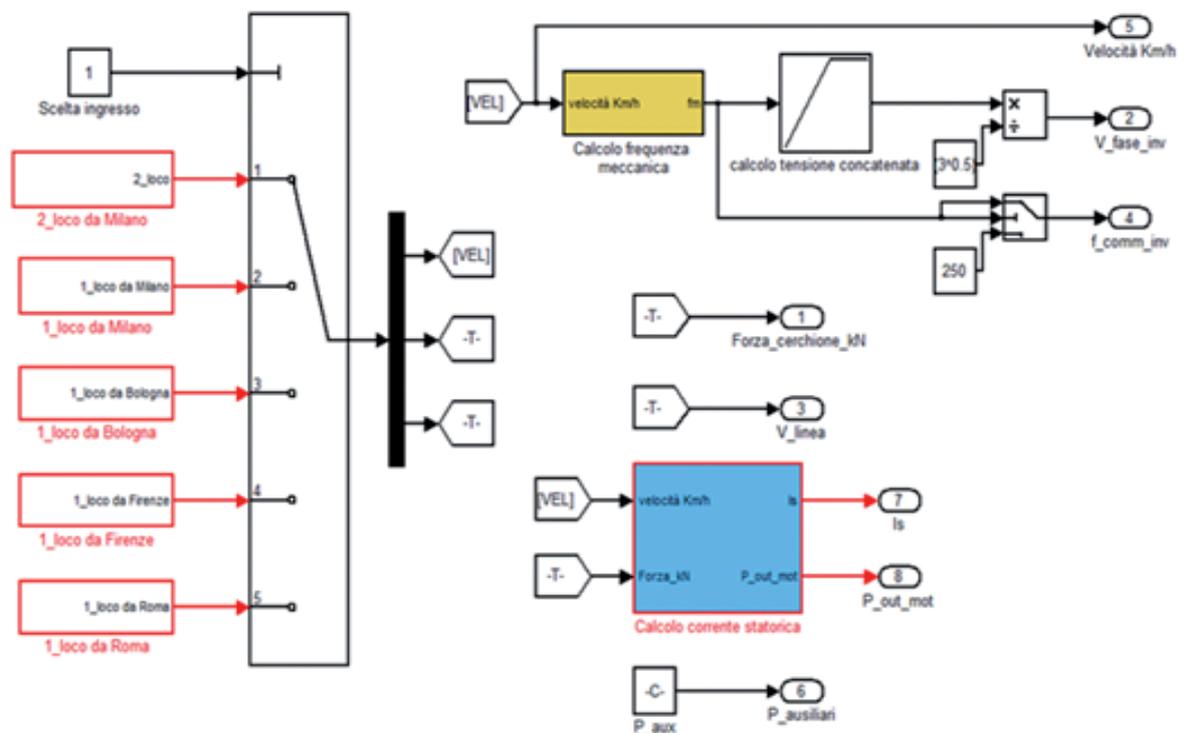


Fig. 21 - Sottosistemi adibiti alla gestione delle variabili fornite in input al simulatore.
 Fig. 21 - Subsystems used for the management of variables provided in input to the simulator.

Si approfondisce ora il metodo implementato per il calcolo della potenza erogata dal motore di trazione e il metodo per il calcolo della corrente assorbita dallo stesso.

Il calcolo della potenza erogata dal motore deriva dall'implementazione della seguente relazione:

$$P = C_{mot} \cdot \omega_{mot} \quad [W]$$

dove:

C_{mot} = coppia all'albero del motore (ricavata facilmente dai valori di forza al cerchione in input) [Nm];

ω_{mot} = velocità dell'albero motore (ricavata facilmente dalla velocità del treno in input) [radm/s].

Il calcolo della corrente assorbita dal motore, invece, è stato effettuato assumendo alcune ipotesi semplificative. Analizzando il funzionamento del motore asincrono si deduce che la corrente magnetizzante ha un modesto valore rispetto al valore globale della corrente assorbita. Sulla base di ciò, ipotizziamo che la corrente statorica sia uguale a quella rotorica e quindi, dal circuito equivalente della macchina asincrona, si ha:

$$I_s = I_r = \sqrt{\frac{P}{3 \cdot Rr' \cdot \frac{(1-s)}{s}}} \quad [A]$$

C_{mot} = torque at the motor shaft (easily derived from the force values at wheel rim in input) [Nm];

ω_{mot} = speed of the motor shaft (easily derived from the train speed in input) [radm/s].

The calculation of the current absorbed by the motor, however, was carried out assuming some simplification hypotheses. Analysing the operation of the asynchronous motor we can infer that the magnetising current has a modest value compared to the overall value of the current absorbed. On this basis, we assume that the stator current is equal to the rotor one and therefore, from the equivalent circuit of the asynchronous machine, we have:

$$I_s = I_r = \sqrt{\frac{P}{3 \cdot Rr' \cdot \frac{(1-s)}{s}}} \quad [A]$$

where:

- P = power delivered by the engine;
- Rr' = rotor resistance referred to stator;
- s = engine running.

5. Model validation

This paragraph shows the validation procedures of the various models built, based on a comparison of tempera-

dove:

- P = potenza erogata dal motore;
- Rr' = resistenza rotorica riferita a statore;
- s = scorrimento del motore.

5. Validazioni dei modelli

In tale paragrafo si illustrano le procedure di validazione dei vari modelli realizzati, basate su un confronto tra valori di temperatura forniti dalle simulazioni e valori di temperatura rilevati realmente nelle prove termiche di laboratorio. In particolare si effettua un confronto sui valori di temperatura riferiti al regime termico. Le prove di laboratorio (prove di tipo) considerate per le validazioni sono caratterizzate dal fatto di far funzionare il sistema di propulsione a condizioni operative ben definite e costanti lungo tutta la durata delle stesse prove. Chiaramente, per rendere coerenti i confronti tra valori di temperatura simulati e valori di temperatura sperimentali è necessario eseguire le simulazioni impostando in "SIMULINK" condizioni operative analoghe a quelle delle prove di laboratorio.

5.1. Motore

Nella tabella 5, sono esposti i dati relativi alle due prove termiche prese come riferimento per le validazioni del modello del motore.

Nelle presenti prove termiche sono state rilevate varie temperature, tuttavia, tra queste sono state selezionate solamente quelle confrontabili con le temperature fornite in uscita dal modello in SIMULINK. In particolare, per la prova termica "A" sono state considerate le seguenti:

- temperatura negli avvolgimenti della testata frontale (lato ingresso aria) (rilevata tramite un pirometro ad infrarosso);
- temperatura negli avvolgimenti della testata posteriore (lato uscita aria), (rilevata tramite un pirometro ad infrarosso);
- temperatura nel dente di statore (rilevata da una sonda di temperatura opportunamente posizionata all'interno del dente).

Mentre nella prova termica "B" è stata registrata solamente la temperatura nel dente di statore.

In conclusione si illustra, in tabella 6, il confronto dei valori di temperatura a regime per entrambe le prove.

Le lievi differenze riscontrate

temperature values provided by simulations and actual measured temperature values in laboratory thermal tests. In particular, a comparison on temperature values referred to the thermal regime is made. Laboratory tests (type tests) considered for validations are characterised by the fact that they must operate the propulsion system in well-defined and constant operating conditions throughout the duration of these tests. Clearly, in order to make comparisons between simulated temperatures values and experimental temperature values consistent, simulations setting operating conditions similar to those of laboratory testing in "SIMULINK" must be made.

5.1. Motor

Table 5 shows the data of two thermal tests taken as reference for the validation of the engine model.

Various temperature were detected in these thermal tests, however, among these only those comparable with the temperatures given in output by the model in SIMULINK were selected. In particular, for "A" thermal testing the following were considered:

- the windings temperature of the front head (air inlet side) (detected by an infrared pyrometer);
- the windings temperature of the rear head (air outlet side) (detected by an infrared pyrometer);
- temperature in the stator tooth (detected by a temperature probe suitably positioned inside the tooth).

While for "B" thermal testing only the temperature in

TABELLA 5 – TABLE 5

PROVE TERMICHE DI TIPO SUL MOTORE THERMAL TYPE TESTS ON THE ENGINE

Grandezze Magnitudes	Prova termica Thermal Test "A"	Prova termica Thermal Test "B"
Potenza assorbita Absorbed power	1210 kW	1221 kW
Frequenza di alimentazione Supply frequency	133 Hz	72 Hz
Potenza resa Output power	1130 kW	1162 kW
Tensione concatenata di alimentazione Phase voltage supply	1879 V	1870 V
Corrente di fase assorbita Absorbed phase current	421 A	418 A
Coppia all'albero Shaft torque	2740 Nm	5120 Nm
Rendimento Efficiency	0.93	0.95
Durata prova Test duration	8400 s	11880 s
Temperatura ambiente External temperature	26.1 °C	14.8 °C

sono dovute principalmente alle varie ipotesi semplificative adottate nella realizzazione del modello. Comunque è possibile confermare la validità del modello termico del motore poiché è stata verificata l'attendibilità dei risultati di simulazione per due condizioni operative differenti: una prima alla velocità massima del motore (133 Hz), una seconda alla velocità nominale (72 Hz).

5.2. Gruppo di conversione

Di seguito sono esposte le validazioni relative all'inverter e al convertitore di 1° stadio nella configurazione "raddrizzatore a 4 quadranti".

5.2.1. Inverter

Nella tabella 7, sono esposte le condizioni operative della prova termica di laboratorio presa come riferimento per la validazione del modello dell'inverter. La prova è condotta sul sistema di propul-

the stator tooth was recorded. In conclusion, table 6 illustrates the comparison of regime temperature values for both tests.

TABELLA 6 – TABLE 6

TABELLE RELATIVE AI CONFRONTI DI TEMPERATURA
TRA PROVE DI TIPO E SIMULAZIONI
TABLES RELATING TO TEMPERATURE COMPARISONS BETWEEN
TYPE TESTS AND SIMULATIONS

Prova termica "A" Thermal Test "A"	Temperature modello [°C] Model Temperature [°C]	Temperature prova termica "A" [°C] Thermal Test Temperature "A" [°C]
T_dente_statore T_stator_tooth	203	204
T_testata_frontale T_front_head	144	142
T_testata_posteriore T_rear_head	175	173
Prova termica "B" Thermal Test "B"	Temperature modello [°C] Model Temperature [°C]	Temperature prova termica "B" [°C] Thermal Test Temperature "B" [°C]
T_dente_statore T_stator_tooth	139	137

TABELLA 7 – TABLE 7

DATI DELLA PROVA TERMICA DI LABORATORIO SUL SISTEMA
DI PROPULSIONE
LABORATORY THERMAL TEST DATA ON THE PROPULSION SYSTEM

Grandezze Magnitudes	Valori Values
Potenza erogata inverter Inverter power output	1660 kW
Potenza assorbita ausiliari Auxiliary absorbed power	0 kW
Velocità Speed	114 km/h
Forza totale ai cerchioni Total force on rims	191 kN
Tensione di catenaria Catenary voltage	3 kV
Frequenza fondamentale inverter Fundamental inverter frequency	50 Hz
Tensione concatenata uscita inverter Inverter output phase voltage	1400 V
Frequenza di commutazione GTO GTO switching frequency	250 Hz
Corrente efficace uscita inverter Inverter output RMS current	790 A
Temperatura dell'aria in ingresso allo scambiatore di calore Incoming air temperature at heat exchanger	31.17 °C
Durata prova Test duration	14400 s

The slight differences are due primarily to various simplification assumptions adopted in the creation of the model. However, it is possible to confirm the validity of the motor thermal model since the reliability of simulation results for two different operating conditions was verified: the first at the maximum speed of the motor (133 Hz), the second at the rated speed (72 Hz).

5.2. Conversion group

Below are the validations relating to the inverter and 1st stage converter in "4-quadrant rectifier" configuration.

5.2.1. Inverter

Table 7 shows the operating conditions of the laboratory thermal test taken as reference for the validation of the inverter model. The test is conducted on the propulsion system, placing the locomotive on a roller bench.

In the thermal test, using appropriate thermocouples, temperatures

sione, posizionando la locomotiva sul banco a rulli.

Nella prova termica, tramite l'utilizzo di opportune termocoppie, sono state rilevate le temperature sui case dei componenti elettronici più critici, in particolare:

- temperatura del fluido refrigerante (in uscita dallo scambiatore di calore);
- temperatura giunzioni GTO;
- temperatura giunzioni diodi di ricircolo;
- temperatura giunzioni diodi di snubber;
- temperatura resistenze di snubber.

Nella tabella 8, è esposto il confronto tra temperature di prova e temperature di simulazione (entrambe riferite al regime termico).

Dalla tabella 8 è evidente un elevato accostamento tra temperature fornite dalla simulazione e temperature registrate nella prova termica, si può concludere perciò che il modello realizzato per l'inverter risulta valido.

5.2.2 - Convertitore di 1° stadio

In questo paragrafo è rappresentata la validazione del modello del convertitore di 1° stadio. La prova termica, presa come riferimento, si riferisce alla configurazione da raddrizzatore a 4 quadranti. La modalità di esecuzione della prova stessa è analoga a quella descritta per l'inverter e i relativi dati sono rappresentati in tabella 9.

Le temperature rilevate dalle termocoppie sono della stessa tipologia di quelle rilevate per le validazioni dell'inverter:

Alla luce dei risultati rappresentati in tabella 10 è possibile confermare la validità del modello termico del convertitore di 1° stadio.

5.3. Trasformatore

In questo paragrafo è esposta la validazione del trasformatore di trazione. Di seguito, in tab.11, è illustrata

TABELLA 8 – TABLE 8

DATI DELLA PROVA TERMICA DI LABORATORIO SUL SISTEMA DI PROPULSIONE
LABORATORY THERMAL TEST DATA ON THE PROPULSION SYSTEM

Confronto <i>Comparison</i>	Temperature prova termica [°C] <i>Thermal test temperatures [°C]</i>	Temperature simulazione [°C] <i>Simulation temperatures [°C]</i>
T_GTO <i>T_GTO</i>	58.9	56.1
T_diodi ricircolo <i>T_recirculation diodes</i>	52.5	49.7
T_diodi snubber <i>T_snubber diodes</i>	50.9	48.1
T_resistenza snubber <i>T_snubber resistance</i>	89.2	86.3
T_fluido refrigerante (out scambiatore) <i>T_refrigerant (out exchanger)</i>	35.6	32.8

TABELLA 9 – TABLE 9

DATI RELATIVI ALLA PROVA TERMICA DI LABORATORIO
DATA ON LABORATORY THERMAL TEST

Grandezze <i>Magnitudes</i>	Valori <i>Values</i>
Potenza erogata inverter <i>Inverter power output</i>	2798 kW
Potenza assorbita ausiliari <i>Auxiliary absorbed power</i>	0 kW
Velocità <i>Speed</i>	274 km/h
Forza totale ai cerchioni <i>Total force on rims</i>	134.7 kN
Tensione di catenaria <i>Catenary voltage</i>	25 kV
Frequenza fondamentale inverter <i>Fundamental inverter frequency</i>	120 Hz
Tensione concatenata uscita inverter <i>Inverter output phase voltage</i>	1870 V
Frequenza di commutazione GTO <i>GTO switching frequency</i>	250 Hz
Temperatura dell'aria in ingresso allo scambiatore di calore <i>Incoming air temperature at heat exchanger</i>	31.15 °C
Durata prova <i>Test duration</i>	1000 s

on the case of most critical electronic components were detected, in particular:

- temperature of the refrigerant (outgoing from the heat exchanger);
- GTO junctions temperature;
- recirculation diodes junctions temperature;
- snubber diodes junctions temperature;
- snubber resistances temperature.

la prova di laboratorio presa come riferimento per il confronto con i risultati di simulazione.

La prova di laboratorio è effettuata sulla locomotiva posta sul banco a rulli. Le temperature nei vari avvolgimenti interni sono rilevate tramite sistemi di fibre ottiche puntuali e fibre ottiche continue.

Le temperature ottenibili dalla prova e utili al confronto con le temperature di simulazione sono le seguenti:

- temperatura media olio (data dalla media tra la temperatura dell'olio in uscita e dalla temperatura dell'olio in ingresso dello scambiatore);
- temperatura media avvolgimento primario (data dalla media tra le temperature registrate dalle varie fibre ottiche puntuali);

Table 8 shows the comparison between test temperatures and simulation temperatures (both related to the thermal regime).

It is clear from table 8 that there is a high combination of temperatures provided by the simulation and thermal test recorded temperatures, we can therefore conclude that the model created for the inverter is valid.

5.2.2 - 1st stage converter

This paragraph shows the validation of the 1st stage converter model. The thermal test, taken as reference, refers to the 4-quadrant rectifier configuration. The execution method of the same test is similar to that described for the inverter and its data are shown in table 9.

The temperatures detected by thermocouples are of the same type as those found for the validations of the inverter.

TABELLA 10 – TABLE 10

CONFRONTO DI TEMPERATURE TRA PROVA DI LABORATORIO E SIMULAZIONE
COMPARISON OF TEMPERATURES BETWEEN SIMULATION AND LABORATORY TEST

Confronto Comparison	Temperature prova termica [°C] Thermal test temperatures [°C]	Temperature simulazione [°C] Simulation temperatures [°C]
T_GTO T_GTO	55.4	52.9
T_diodi ricircolo T_recirculation diodes	74.8	72.1
T_diodi snubber T_snubber diodes	68.8	66
T_resistenza snubber T_snubber resistance	88.3	85.5
T_fluido refrigerante (out scambiatore) T_refrigerant (out exchanger)	36.8	34.4

TABELLA 11 – TABLE 11

DATI RELATIVI ALLA PROVA TERMICA DI LABORATORIO
DATA ON LABORATORY THERMAL TEST

Grandezze Magnitudes	Valori Values
Potenza assorbita trafo Transformer absorbed power	6120 kW
Velocità Speed	185 km/h
Tensione di catenaria Catenary voltage	25 kV
Corrente assorbita al primario del trafo Absorbed current at transformer primary	240 A
Sforzo totale ai cerchioni della locomotiva Total effort at locomotive wheel rims	85 kN
Durata prova Test duration	10800 s
Temperatura aria (ingresso torri di raffreddamento) Air temperature (cooling towers inlet)	30.7 °C

In the light of the findings presented in table 10 we can confirm the validity of the 1st stage converter thermal model.

5.3. Transformer

This paragraph shows the validation of the traction transformer. Table 11 below shows the laboratory test taken as reference for comparison with the results of the simulation.

Laboratory testing is done on the locomotive placed on a roller bench. Temperatures in the interior windings are detected by specific fibre optic systems and continuous fibre optics.

Temperatures obtainable from the test and useful for comparison with simulation temperatures are as follows:

- average oil temperature (given by the average of the outbound oil temperature and inbound oil temperature of the exchanger);
- Average primary winding temperature (given by the average of the temperatures recorded by various specific optical fibres);
- maximum secondary winding temperature (detected by continuous optical fibres);
- average temperature on the two inductances are used in both configurations (given by the average between the different temperatures measured by precise optical fibres).

- temperatura massima avvolgimento secondario (rilevata dalle fibre ottiche continue);
- temperatura media sulle due indutture utilizzate in entrambe le configurazioni (data dalla media tra le varie temperature rilevate dalle fibre ottiche puntuali).

La tabella 12 dimostra un elevato accostamento tra valori di temperatura sperimentali e valori di temperatura provenienti dalla simulazione, alla luce di ciò è possibile confermare la validità del modello termico realizzato per il trasformatore.

6. Simulazioni di tratta

A valle delle validazioni effettuate è possibile utilizzare il modello ai fini di simulare, in maniera realistica, la risposta delle sollecitazioni termiche nei principali elementi costruttivi del motore nel funzionamento del treno lungo una generica tratta. In particolare, in tale paragrafo ci si riferisce alla tratta "Milano-Napoli". Inoltre, si esegue un confronto tra il funzionamento del treno in condizioni normali (due locomotive attive) e il funzionamento in condizioni degradate (una locomotiva attiva) (es. fig. 22).

In particolare sono visualizzati due andamenti per ciascun grafico, riferiti a condizioni di funzionamento nominali (2 locomotive attive) (blu) e condizioni di funzionamento degradate (1 locomotiva attiva) (rosso). E' evidente che in condizioni degradate la singola locomotiva è maggiormente sovraccaricata per far fronte alla mancanza di trazione nella locomotiva guasta. Come conseguenza, nel funzionamento in condizioni degradate si hanno maggiori sollecitazioni termiche sui componenti della catena di trazione. Questo fatto trova conferma, ad esempio, nella temperatura sul dente di statore del motore di trazione, rappresentata in fig. 22.

In fig. 23, nella quale è rappresentato il salto termico medio tra l'olio del trasformatore e l'aria ambiente, è evidente una maggior sollecitazione termica della macchina in condizioni degradate.

Nel tragitto "Firenze-Roma", ad esempio, si raggiungono i 250 km/h sia in condizioni normali sia in condizioni degradate, questo comporta però (nel funzionamento con una sola locomotiva attiva)

TABELLA 12 - TABLE 12

CONFRONTO DI TEMPERATURE TRA PROVA DI LABORATORIO E SIMULAZIONE
COMPARISON OF TEMPERATURES BETWEEN SIMULATION AND LABORATORY TEST

Confronto Comparison	Temperature prova termica [°C] Thermal test temperatures [°C]	Temperature simulazione [°C] Simulation temperatures [°C]
T_primario T_primary	103	98.6
T_secondario T_secondary	133.3	129
T_induttanze T_inductances	96	91.6
T_olio media T_average oil	91.5	87

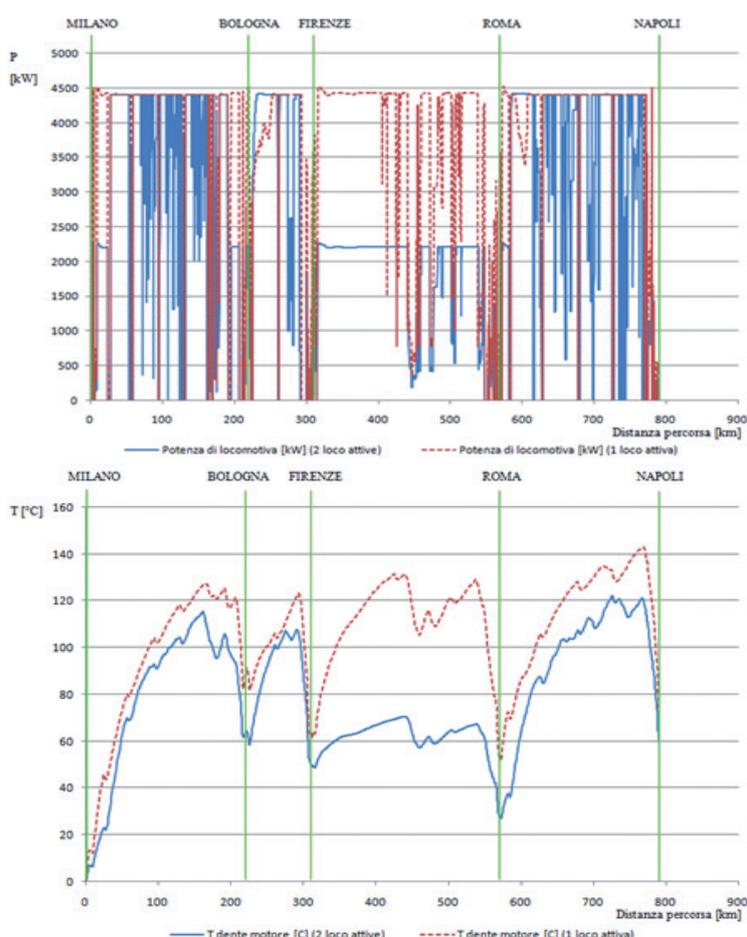


Fig. 22 - Andamenti della potenza di trazione della singola locomotiva e del salto termico tra dente di statore e aria ambiente in funzione della distanza percorsa.
Fig. 22 - Trends of the traction power of a single locomotive and thermal jump between stator teeth and ambient air according to the distance travelled.

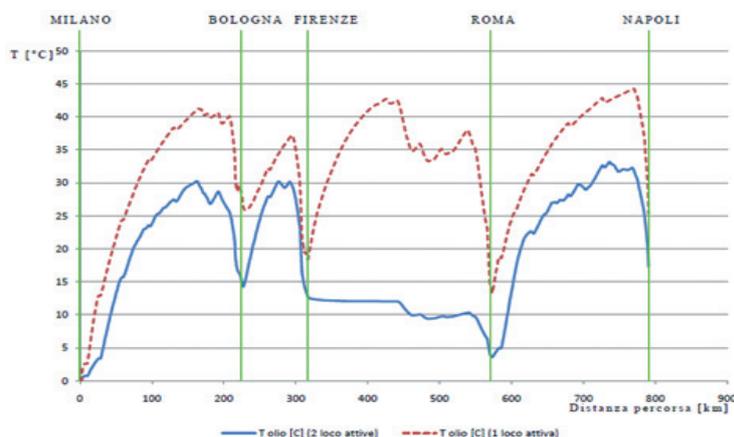


Fig. 23 - Andamenti del salto termico medio tra l'olio del trasformatore e l'aria ambiente al variare in funzione della distanza percorsa.
 Fig. 23 - Trends of the average thermal jump between the transformer oil and the ambient air as it varies as a function of the distance travelled.

un notevole aumento delle perdite e un conseguente aumento della temperatura dell'olio.

Un discorso analogo a quello fatto per l'olio del trasformatore è possibile ripeterlo per il fluido refrigerante del gruppo di conversione (fig. 24).

7. Conclusioni

In questo articolo è stato illustrato un valido metodo per la realizzazione di modelli termici delle principali apparecchiature della catena di trazione di un treno ad alta velocità. In particolare, per ogni modello sono state progettate reti termiche dinamiche descrittive dei principali fenomeni di tra-

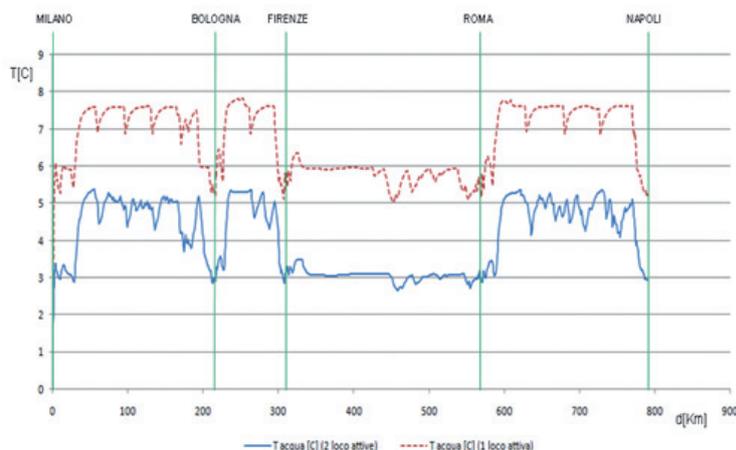


Fig. 24 - Andamenti del salto termico medio tra il fluido refrigerante del gruppo di conversione e l'aria in ingresso all'apposito scambiatore di calore in funzione della distanza percorsa.
 Fig. 24 - Trends of the average thermal gradient between the refrigerant, of the conversion unit, and the air, as input to the appropriate cooler, as a function of the running distance.

Table 12 shows a high combination of experimental temperatures and temperature values from simulation, in the light of this we can confirm the validity of the thermal model developed for the transformer.

6. Route simulations

Downstream of performed validations we can use the model to realistically simulate the response of thermal stresses in the main engine components in the operation of the train along a generic route.

In particular, this paragraph refers to the "Milan-Naples" route. In addition, a comparison between the operation of the train under normal conditions (two active locomotives) and operation in degraded conditions (one active locomotive) is made (e.g. fig. 22).

In particular, two trends are displayed for each graph, referring to nominal operating conditions (2 active locomotives) (blue) and degraded operating conditions (1 active locomotive) (red). It is evident that in degraded conditions the single locomotive is most overloaded to cope with the lack of traction in the broken locomotive. As a result, in the course of operation in degraded conditions there are more thermal stresses on the components of the traction chain. This fact is confirmed, for example, by the temperature on the motor stator teeth, represented in fig. 22.

Fig. 23, in which the average thermal jump between the transformer oil and ambient air is shown, a greater machine thermal stress in degraded conditions is evident.

On the "Florence-Rome" route, for example, 250 km/h are reached both in normal conditions and in degraded conditions, this however involves (in operation with a single active locomotive) a considerable increase in losses and a consequent rise in the oil temperature.

Similarly to the transformer oil it can be repeated for the refrigerant of the conversion group (fig. 24).

7. Conclusions

This article has illustrated a valid method for the construction of temperature models of the main equipment of the traction chain of a train at high speed. In particular, for each model have been designed dynamics thermal networks of the main phenomena of heat transfer in-

smissione del calore coinvolti nel funzionamento delle apparecchiature. Inoltre, sulla base di analisi effettuate sulle caratteristiche tecniche e operative del sistema di propulsione sono stati implementati robusti ed affidabili metodi di calcolo delle perdite nelle varie parti attive di ogni dispositivo elettrico modellato. Un'altro risultato fondamentale del lavoro descritto consiste nell'aver reso i vari modelli direttamente interfacciabili con le variabili in ingresso fornite dal simulatore di tratta (tensione della catenaria, sforzo di trazione, velocità del treno, ecc.). Infine, dopo aver validato i modelli realizzati tramite riferimenti a valori di temperatura provenienti da prove di tipo sulle apparecchiature a dai dati diagnostici rilevati dall'esercizio, sono state condotte delle simulazioni su tratte reali, percorribili dal treno. Alla luce dei risultati ottenuti è possibile ritenere i modelli termici esposti validati per i principali componenti della catena di trazione del treno ad alta velocità Frecciarossa ETR500, in particolare: motore, inverter, convertitore di ingresso e trasformatore.

Il metodo di realizzazione del simulatore termico, descritto in tale articolo, ha tutti i requisiti per essere utilizzato come modello di riferimento nell'implementazione di modelli termici nell'ambito della propulsione elettrica ferroviaria, eventualmente personalizzabili a seconda delle caratteristiche particolari del mezzo di trazione. L'integrazione del modello termico realizzato con modelli di calcolo dei tempi di percorrenza e della vita residua dei componenti in base alle temperature di esercizio, consente infine di poter valutare in modo completo gli impatti e le potenzialità relative all'utilizzo del mezzo di trazione su profili di missione e tipologie di servizi differenti da quelli originari ed in linea con le esigenze variabili del mercato.

involved in the operation of the equipment. In addition, on the basis of the analyzes carried out features and specifications operation of the propulsion system, have been implemented robust and reliable methods for calculating losses in the various active parts of each electrical device modeled. Another key result of the work described consists in having made the various models directly interfaced with the input variables provided by the simulator of trafficking (overhead line voltage, tractive effort, train speed, etc.). Finally, after having validated models made by reference to the values of temperature from type tests on equipment and to the diagnostic data collected from exercise, simulations have been conducted on real routes that may be followed by train. In light of the results obtained it is possible to consider the exposed thermal models validated for the main components of the traction chain of high-speed train Frecciarossa ETR500, including: motor, inverter, input converter and transformer.

The method of embodiment of the thermal simulator, described in this article, it has all the requirements to be used as a reference model implementation for create thermal simulators in the context of electric propulsion in trains, possibly customized according to the particular characteristics of the traction unit. The integration of the thermal model made with models of calculation of travel times and model calculating the remaining life of component according to operating temperatures, allows finally, to be able to fully assess the impacts and use of the traction in different mission profiles and different types of services from the original ones and in line with the demands of the variables market.

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] DI PIERRO, "Costruzioni elettromeccaniche" (Vol.1).
- [2] RIZZO, "Funzionamento in configurazione alternata dell'azionamento dell'ETR 500: il convertitore 4Q", Ingegneria Ferroviaria, 2009.

Sommaire

SIMULATEUR THERMIQUE POUR LES CHAÎNES DE TRACTION DES TRAINS À HAUTE VITESSE, APPLICATION SUR LE TRAIN ETR500-FRECCIAROSSA

Cet article est structuré comme il suit : tout au début on retrouve les principes théoriques qui sont à la base de l'emploi des réseaux à circuits (réseaux thermiques) pour représenter le comportement thermique des machines électriques; par la suite il décrit brièvement l'architecture générale du système de propulsion du train Frecciarossa ETR 500 et les systèmes de refroidissement y employés; dans sa partie centrale l'article affronte les vrais descriptions des modèles thermiques, ainsi que leurs validations, suivies par les simulations des parcours réels effectués par le train; l'article se conclut par l'exposition des conclusions.

Zusammenfassung

SIMULATIONSVERFAHREN ZUR BERECHNUNG DER THERMISCHEN VERHALTEN DER ANTRIEBEN VON HOCHGESCHWINDIGKEITSZÜGEN, AM BEISPIEL DES ETR 500 FRECCIAROSSA.

Theoretische Grundlagen der thermischen Netzen die das thermische Verhalten von Elektromaschinen beschreiben. Kurze Vorstellung der Antriebs- und Kühlung-Systemen der Züge ETR 500. Danach Beschreibung der thermischen Modellen und deren Validierung. Es folgt eine Reihe Simulationen Zugfahrten. Schlussfolgerungen.

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

Plasser Italiana



APT 1500 R

Il nuovo robot mobile per la saldatura automatizzata delle rotaie della Plasser & Theurer unisce l'applicazione delle moderne tecnologie di comando e controllo alla superiorità qualitativa e funzionale del processo di saldatura a scintillio. Il risultato è attestato dal superamento dei test di omologazione secondo la norma europea EN 14587-2. Software certificato, automazione dei processi, quali il livellamento e l'allineamento del giunto da saldare, economicità e semplicità di utilizzo, tecnologie innovative, possibilità di procedere autonomamente con saldatura finale di regolazione: APT 1500 R è il nuovo riferimento tecnologico e qualitativo nel campo della saldatura delle rotaie.



SISTEMI COMPLETI DI TERRA E DI BORDO PER L'ESERCIZIO FERROVIARIO E METROPOLITANO



VITAL RAIL PROTEC
Sistema
di protezione
del personale
sui cantieri ferroviari



**SISTEMI DI
EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO**



MULTI RAIL LOCK
Blocco Conta Assi



AUSIF
Piattaforma
di controllo remoto



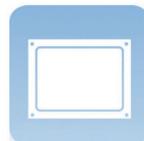
HMR9
Sistema
di Interlocking
Computerizzato



MTR
Monitoraggio
Temperatura
Rotaia



TCS640
Sistema
di telecontrollo
e telecomando



MTPS
Sistema
ultra compatto
per il controllo
della marcia del treno





www.ecmre.com



PREMI “INGEGNERIA FERROVIARIA” PER L’ANNO 2012

- I Premio ex aequo all'articolo: “Sullo svio di un veicolo ferroviario. Influenza dei vari parametri / *On the derailment of a railway vehicle. Influence of different parameters*” apparso sul n. 2/2012 – Autori: Giorgio DIANA – Stefano BRUNI – Roberto CORRADI – Egidio DI GIALLEONARDO.
- I Premio ex aequo all'articolo: “Le connessioni ferroviarie nelle nuove relazioni economiche Europa-Asia / *The railway connections in the new Europe-Asia economic relationships*” apparso sul n. 3/2012 – Autori: Bruno DALLA CHIARA – Michela PELLICELLI – Luna DE BONIS.
- II Premio all'articolo: “La simulazione della dinamica dei veicoli ferroviari: confronto tra codici multibody commerciali / *Simulation of the Dynamics of railway vehicles: comparison of multibody commercial codes*” apparso sul n. 11/2012 – Autori: Andrea FIGINI – Luigi PRONE.
- III Premio all'articolo: “Determinazione dello stato tecnico degli elementi delle sospensioni sulla base del metodo OMA-LSCE / *Determination of the tecnica state of suspension elements based on the OMA-LSCE method*” apparso sul n. 1/2012 – Autori: Leonel CASTANEDA – Ronald MARTINOD – German BETANCUR.

Ai vincitori le congratulazioni vivissime del Collegio.

INSERZIONI PUBBLICITARIE SU “INGEGNERIA FERROVIARIA”

- Materiale richiesto:** CD con prova colore, file in formato TIFF o PDF con risoluzione 300 DPI salvati in quadricromia (CMYK)
c/o CIFI – Via G. Giolitti 48 – 00185 Roma
Indirizzo e-mail: redazione@cifi.it
- Misure pagine:** I di Copertina mm 195 x 170 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
1 pagina interna mm 210 x 297 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
1/2 pagina interna mm 180 x 120 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
- Consegna materiale:** almeno 40 giorni prima dell'uscita del fascicolo
- Variazione e modifiche:** modifiche e correzioni agli avvisi in corso di lavorazione potranno essere effettuati se giungeranno scritte entro 35 giorni dalla pubblicazione

“FORNITORI DEI PRODOTTI E SERVIZI”

A richiesta è possibile l'inserimento nei “Fornitori di prodotti e servizi” pubblicato mensilmente nella rivista.

Per informazioni:

C.I.F.I. – Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma
Sig.ra MANNA Tel. 06.47307819 – Fax 06.4742987 – E-mail: redazione@cifi.it

C.I.F.I. – Sezione di Milano – P.za Luigi Di Savoia, 1 – 20214 Milano
Sig. RIVOIRA Tel. 339-1220777 – 02.63712002 – Fax 02.63712538 – E-mail: segreteria@cifimilano.it



Rilevamento Temperature Sottocassa dei Treni (RTST) nella linea di metropolitana di Genova

Undercarriage Temperature Analysis System in Genoa underground line

Dott. Elisa MASSARA^(*)
Dott. Nadia MAZZINO^(*)
Ing. Stefano TERRIBILE^(*)
Ing. Leonetto BORDIGNON^(**)
Dott. Romina COSTA^(**)
Ing. Emanuela CERVETTO^(***)
Ing. Franco MONTEBRUNO^(***)

1. Premessa

L'ambiente metropolitano è caratterizzato da lunghe gallerie, ambienti confinati e pertanto critici per la gestione di incidenti ove l'intervento di mezzi di soccorso è particolarmente difficoltoso (fig. 1). Tra le diverse tipologie di incidenti che possono avvenire in ambito metropolitano il più temuto è l'incendio [1].

In questo scenario, infatti, la propagazione di un incendio comporterebbe danni di notevole entità sia a persone che agli impianti stessi. Pertanto occorre adottare opportune misure di prevenzione atte a gestire tempestivamente i potenziali eventi pericolosi.

2. Incendi nelle metropolitane

Lo sviluppo di incendi in galleria può derivare da cause diverse tra le quali [2]:

- guasti meccanici o elettrici alle vetture ovvero corto circuito, surriscaldamento o falsi contatti (cause molto frequenti);
- incidenti di carattere doloso o provocati dai passeggeri;
- guasti alle apparecchiature elettriche o elettromeccaniche installate all'interno della galleria (cause queste ultime in verità poco frequenti);
- rilascio di sostanze infiammabili, tossiche, pericolose trasportate o esterne;
- incendio di materiale combustibile in galleria.

^(*) Ansaldo STS SpA.

^(**) EAT S.r.l.

^(***) AMT Genova.

In collaborazione con l'Università degli studi di Genova nei settori Ingegneria dei Trasporti e Ingegneria Informatica: Relatore: R. SACILE; Tesisti: A. SPEKTOR, M. IVALDI.

1. Introduction

The underground environment is characterised by long tunnels, confined environments and therefore critical to the management of accidents where the intervention of emergency vehicles is particularly difficult (fig. 1). Among the different types of accidents that can happen in the underground sector the most feared is fire [1].

In this scenario, the propagation of a fire would in fact cause major damage to both people and to the systems themselves. We must therefore adopt appropriate preventive measures in order to manage the potential hazardous events in a timely manner.

2. Fires in underground lines

The development of fire in a tunnel can result from several causes, including:



Fig. 1 - Galleria della metropolitana di Genova.
Fig. 1 - Genoa underground gallery.

^(*) Ansaldo STS SpA.

^(**) EAT S.r.l.

^(***) AMT Genova.

In collaboration with the University of Genoa in the Transport Engineering and Computer Engineering fields: Presenter: R. SACILE; Doctoral candidates: A. SPEKTOR, M. IVALDI.

Negli ultimi anni, una serie di incendi classificati come catastrofici in gallerie metropolitane hanno apportato un forte effetto sugli standard di progettazione e di sicurezza, così come sulla percezione del problema da parte del pubblico.

Gli incendi, di grande proporzioni, comportano danni strutturali e perdite di vite umane; nelle gallerie, essendo luoghi confinati e con bassa visibilità, essi possono svilupparsi rapidamente (le temperature possono superare anche i 1000°C) e possono amplificarne le conseguenze.

La potenza termica emessa e la durata dell'incendio dipendono principalmente dalla:

- tipologia del materiale;
- struttura superficiale costituente la vettura;
- disponibilità locale di comburente.

Lo sviluppo delle fiamme dipende in modo sensibile dalla velocità longitudinale dell'aria, il tempo necessario per l'evoluzione di un incendio è generalmente molto limitato (dall'innesco all'istante in cui tutto il convoglio è in fiamme può trascorrere un tempo generalmente non superiore ai 7÷20 minuti).

Questi disastri hanno messo in discussione questo tipo di opere, per quanto riguarda i problemi connessi alla sicurezza e all'ambiente.

I lavori di riparazione e la conseguente chiusura delle gallerie hanno altresì comportato ulteriori conseguenze di ordine sia economico che ambientale.

Il tempo disponibile per l'evacuazione dei passeggeri e l'intervento delle squadre di soccorso, senza il rischio di crollo strutturale, in caso d'incendio è normalmente molto limitato.

Un'elevata produzione di fumi può provocare una rapida diminuzione della visibilità; inoltre si possono verificare problemi di comunicazione tra i soccorritori e la sala radio, e difficoltà a far pervenire le indicazioni agli utenti.

Tutti questi fattori possono dilatare i tempi d'intervento rendendo ancora più stringenti i vincoli temporali.

3. Fattori di rischio nelle metropolitane

Il rischio d'incendio deve essere valutato da un punto di vista qualitativo e quantitativo.

In merito a sicurezza antincendio e gestione dell'emergenza il livello di rischio di incendio del luogo di lavoro si classifica in 3 livelli [3]: *rischio elevato, rischio medio e rischio basso*.

Secondo tale classificazione le metropolitane vengono considerate come luoghi a rischio elevato in caso di incendio.

Secondo quanto riportato nella normativa [2], l'analisi di rischio incendio nelle gallerie metropolitane si suddivide nelle seguenti fasi operative:

- *mechanical or electrical breakdowns in wagons or short circuit, overheating or false contacts (very frequent causes);*
- *incidents of fraudulent nature or caused by passengers;*
- *failures of electrical or electromechanical equipment installed inside the gallery (not so often anymore);*
- *release of flammable, toxic, hazardous transported or outdoor;*
- *burning of combustible material in the gallery.*

In recent years, a series of fires classified as catastrophic in tunnels underground, have made a strong impact on the standards of design and safety, as well as on the perception of the problem by the public.

Fires of great proportions involve structural damage and loss of lives; in galleries, being these confined places and with low visibility, they may develop rapidly (temperatures can exceed even 1000° C) and can amplify the consequences.

The thermal power output and the duration of the fire mainly depend on:

- *kind of material;*
- *surface structure forming the wagon;*
- *local availability of inflammable material.*

The development of flames depends sensitively on the longitudinal air speed, the time for the evolution of a fire is generally very limited (from initiation to the moment when the whole convoy is on fire there may be a time lapse generally not exceeding 7 ÷ 20 minutes).

These disasters have questioned this kind of works, with regards to problems related to safety and the environment.

The repair work and the subsequent closure of the galleries have also entailed additional consequences of economic and environmental order.

The time available for the evacuation of passengers and the operation of the rescue teams, without the risk of structural collapse in the event of fire is usually very limited.

High production of smoke can cause rapid reduction in visibility. There may also be communication problems between the rescuers and the control room, and difficulties in sending instructions to users.

All these factors may increase intervention times making time constraints even more stringent.

3. Risk factors in underground lines

The risk of fire must be assessed from the quality and quantity point of view.

About fire safety and emergency management, the level

- identificazione dei pericoli;
- classificazione e selezione degli eventi pericolosi;
- stima della probabilità di accadimento degli eventi pericolosi;
- analisi degli scenari incidentali;
- stima della probabilità degli eventi caratteristici degli scenari incidentali;
- analisi delle conseguenze;
- valutazione dei profili di rischio;
- misure per la mitigazione del rischio.

La procedura di analisi di rischio si basa sull'applicazione critica di metodi probabilistici consolidati per la valutazione del rischio di eventi complessi: tipicamente utilizzati sono il metodo ad "Albero delle Cause" (Fault Tree Analysis-FTA) e quello ad "Albero degli Eventi" (Event Tree Analysis-ETA), spesso combinati a studi di scenario per la valutazione delle conseguenze associate a ciascun evento incidentale. L'analisi di rischio incendio nelle gallerie metropolitane ha lo scopo iniziale di valutare la probabilità di accadimento dell'evento incidentale e la gravità delle conseguenze connesse all'evoluzione di tale evento. Per fornire tale stima è necessario considerare l'accettabilità del rischio: a causa dell'aleatorietà della misura del danno, si prende in considerazione soltanto la sola componente della salvabilità dei passeggeri.

All'interno delle metropolitane si possono riscontrare diversi fattori che determinano il livello di pericolo e di vulnerabilità del sistema di trasporto in caso d'incidente, che riguardano i seguenti aspetti peculiari:

- *sistema ferroviario*: costituito dai treni, dall'armamento, dall'elettrificazione e dai sistemi di segnalamento;
- *locali e ambienti a rischio specifico*: hanno l'obiettivo di assicurare la funzionalità del sistema di trasporto e degli impianti tecnologici di servizio presenti nei vari ambienti dell'infrastruttura: tunnel e stazioni;
- *affollamento delle stazioni metropolitane e dei treni*: bisogna prendere in considerazione oltre alla densità specifica di affollamento, anche l'eterogeneità delle persone ed il fenomeno del panico che porta la folla ad assumere comportamenti irrazionali;
- *condizioni fisiche, geometriche ed impiantistiche degli ambienti ove potrebbe verificarsi l'incidente*: queste ultime sono determinanti, sia per l'evoluzione dello scenario incidentale (propagazione dei fumi, diminuzione della visibilità, ecc) che per l'influenza sui comportamenti delle persone che debbono allontanarsi dalla metropolitana per raggiungere lo spazio scoperto, in luogo sicuro (profondità delle banchine, linearità dei percorsi, ripidezza delle scale, ecc.);
- *sistemi e strategie di contenimento degli effetti dell'incidente, che vengono adottati mediante misure di protezione che a loro volta possono essere attive o passive*: l'efficienza di tali accorgimenti, determina in modo

of fire risk in the workplace is classified into 3 levels [3]: high risk, medium risk and low risk.

According to this classification undergrounds are considered high-risk places in case of fire.

As reported in legislation [2], the analysis of fire risk in underground tunnels is divided into the following operational steps:

- *identification of hazards;*
- *classification and selection of dangerous events;*
- *estimates of the probability of occurrence of dangerous events;*
- *analysis of incidental scenarios;*
- *estimate of the probability of characteristic events of incidental scenarios;*
- *analysis of the consequences;*
- *assessment of risk profiles;*
- *measures for the mitigation of risk.*

The risk analysis procedure is based on the critical application of consolidated probabilistic methods for the risk assessment of complex events: those typically used are the "Cause Tree" method (Fault Tree Analysis-FTA) and the "Event Tree" (Event Tree Analysis-ETA), often combined with scenario studies for the evaluation of consequences associated with each accidental event. The analysis of fire risk in underground galleries is intended to assess the initial probability of occurrence of the incidental event and the severity of the consequences related to the evolution of this event. To provide such estimate we need to consider the acceptability of risk: due to the randomness of the extent of the damage, we take into consideration the only component of the passenger's safety

Inside the underground, several factors can be found that determine the level of danger and vulnerability of the transportation system in the event of an accident, involving the following distinctive features:

- *railway system: consisting of trains, permanent way, electrification and signalling systems;*
- *location and environment at specific risk: these have the purpose of ensuring the functionality of the transport system and service technological systems present in the various infrastructure environments: tunnels and stations;*
- *crowding of underground stations and trains: we also have to take into account the diversity of people and the panic phenomenon that leads the crowd to irrational behaviours in addition to the specific density of crowding;*
- *physical, plant engineering and geometrical environments conditions where the accident may occur: the latter are crucial, both for the evolution of the accident scenario (smoke propagation, decreased visibility, etc.)*

essenziale le effettive conseguenze di danno dell'evento, a seconda della capacità di limitare immediatamente gli effetti all'area strettamente interessata dall'incidente (mediante sistemi di spegnimento, estrazione dei fumi, capacità di reazione al fuoco dei materiali, segnaletica ed illuminazione di sicurezza);

- *elementi esterni al sistema di trasporto che possono determinare eventi gravi ed imprevedibili per cause non associate al funzionamento ed alle strutture del sistema di trasporto*: tali elementi possono essere associati a fenomeni naturali, ovvero essere generati da cause antropiche.

Nell'ultima categoria vanno distinti gli eventi che, pur generandosi all'esterno della metropolitana, determinano effetti negativi sul funzionamento del sistema di trasporto, ed anche quelli generati all'interno della metropolitana da atti di persone sconsiderate o di terroristi.

È quindi stato necessario regolamentare a norma di legge delle procedure per poter individuare le misure di prevenzione e di protezione da attuare in caso di incendio.

4. Quadro normativo di riferimento

Tra i principali provvedimenti approvati dal Parlamento Italiano nell'ambito della sicurezza antincendio delle stazioni e delle linee nel settore metropolitano/ferroviario vanno ricordati:

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 11/01/1988 in tema di prevenzione degli incendi nelle metropolitane;
- UNI CEI 11170 Parte 1, 2, 3 in tema di protezione al fuoco dei veicoli ferrotranviari ed a via guidata;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 28/10/2005 in tema di sicurezza nelle gallerie ferroviarie.

La sicurezza nelle gallerie metropolitane viene disciplinata in Italia dalla normativa [3]. Il D.M. 11/01/1988 chiamato "Norme di prevenzione degli incendi nelle metropolitane" fissa i criteri generali progettuali da seguire nella costruzione delle metropolitane sia dal punto di vista delle opere civili che degli impianti.

Esso definisce "le misure di prevenzione e protezione dagli incendi da porre in atto nella realizzazione delle linee metropolitane di nuova costruzione, i cui progetti esecutivi non siano stati approvati alla data di entrata in vigore del presente decreto. Le presenti norme non comprendono quanto deve essere disposto in merito al comportamento del personale (movimento e manutenzione) e degli utenti".

Tale Decreto Ministeriale sviluppa i seguenti argomenti:

- elementi costitutivi di una metropolitana: le stazioni e le gallerie;

and affecting the behaviour of people that must move away from the underground to reach an open space in a safe place (platform depth, path linearity, steepness of stairs, etc.);

- systems and strategies for containment of the effects of the accident that are adopted through protective measures that in turn can be active or passive: *the efficiency of these precautions, fundamentally determines the actual consequences of the event, depending on the ability to immediately restrict the effects to the area strictly affected by the accident (through shutting down systems, smoke extraction, ability to reaction to fire of materials, signage and emergency lighting);*
- transportation system external elements which may result in serious and unpredictable events for reasons not related to operation and to structures of the transport system: *these items can be associated with natural phenomena, or be generated by anthropogenic causes.*

In the last category, events that, while being generated outside the underground determine negative effects on the operation of the transport system, must be distinguished, as well as those generated within the underground from acts of terror or vandalism.

It was therefore necessary to regulate the procedures by law in order to determine the prevention and protection measures to be implemented in the event of fire.

4. Reference regulatory framework

Among the main measures approved by the Italian Parliament in the framework of fire safety of stations and underground/railway lines the following are included:

- *Decree of the Ministry of Infrastructures and Transport of 11/01/1988 on fire prevention in underground environments;*
- *UNI CEI 11170 Part 1, 2, 3 on fire protection of railway and track guided vehicles;*
- *Decree of the Ministry of Infrastructures and Transport of 28/10/2005 concerning safety in railway tunnels.*

The law in Italy disciplines safety in underground tunnels [3]. Ministerial Decree 11/01/1988 called "Fire prevention regulations in underground environment" lays down the general criteria to be followed in design construction of undergrounds both from the point of view of civil works and systems.

It defines "fire prevention and protection measures to put in place in the implementation of newly built underground lines, whose executive projects were not approved at the date of entry in force of this decree. These standards do not include what must be provided concerning the behaviour of personnel (moving and maintenance) and users".

- le misure relative alle vie di uscita in caso di incendio: tra quali percorsi di sfollamento, percorsi protetti e aree protette;
- criteri di progettazione e le norme tecniche per la costruzione delle stazioni: tali criteri sono applicati alle strutture portanti, agli elementi ed ai componenti strutturali impiegati in tutti gli ambienti sotterranei;
- criteri progettuali per la realizzazione di gallerie: che riguardano percorsi di emergenza e materiali strutturali resistenti al fuoco;
- impianti tecnici di stazione e di gallerie.

In seguito sono elencati gli impianti principali da prevedersi per assicurare ai passeggeri e al personale tecnico le condizioni per evacuare il sito in sicurezza:

- impianti di ventilazione naturale e ventilazione forzata nelle gallerie;
- impianti antincendio del tipo sprinkler ed estintori manuali portatili;
- impianti di illuminazione di sicurezza e di allarme;
- impianti di diffusione sonora;
- impianti di controllo;
- impianti di rivelazione e segnalazione incendi.

Le opere civili, strutture ed elementi strutturali che delimitano le varie zone di una stazione, sia aperta al pubblico che adibita a locali tecnici, devono avere una resistenza al fuoco di tipo *REI 120/90/60* nonché una opportuna classe di resistenza al fuoco non superiore a 1.

In particolare, la sigla *REI* è un acronimo che sta per:

- *R* resistenza alla deformazione;
- *E* resistenza alla tenuta;
- *I* isolamento termico.

Tutte queste caratteristiche in caso d'incendio devono essere garantite dal manufatto per almeno 120, 90 o 60 minuti. Per quanto riguarda i materiali vengono assegnate le classi di resistenza al fuoco da 0 a 5 con l'aumentare della loro partecipazione alla combustione [4].

I materiali della classe di reazione al fuoco 0 sono non combustibili. I materiali delle classi da 1 a 5 sono combustibili, essendo la classe 1 la migliore e la classe 5 la peggiore.

Un altro prezioso contributo per la gestione e il monitoraggio della sicurezza antincendio è specificato nello standard *UNI CEI 11170 2005* che ha l'obiettivo di definire i metodi di prova per la valutazione del comportamento al fuoco dei materiali su scala di laboratorio, di stabilire i criteri di giudizio ed i limiti di accettabilità per i materiali.

In tal senso sono state elaborate tre norme che sotto il titolo generale "Veicoli ferroviari - Linee guida per la protezione al fuoco dei veicoli ferroviari ed a via guidata" costituiscono le tre parti dello standard:

This Ministerial Decree has the following topics:

- *constitutive elements of an underground: stations and tunnels;*
- *measures relating to the exit routes in case of fire: among which evacuation path, protected routes and protected areas;*
- *design criteria and technical standards for the construction of stations: these criteria are applied to bearing structures, elements and structural components used in all underground environments;*
- *design criteria for the construction of tunnels: concerning emergency routes and fire-resistant structural materials;*
- *technical equipment of station and tunnels.*

Below are some of the main systems to be provided to ensure passengers and technical staff the conditions to evacuate the station safely:

- *natural ventilation systems and forced ventilation in tunnels;*
- *sprinkler type fire-fighting systems and portable manual fire extinguishers;*
- *safety and alarm lighting systems;*
- *sound transmission systems;*
- *control systems;*
- *fire detection and signalling systems.*

Civil works, structures and structural elements that define the various areas of a station, both open to the public and used as technical rooms, must have a REI 120/90/60 type fire resistance and a suitable fire resistance class not exceeding 1.

In particular, REI is an acronym that stands for:

- *R deformation resistance;*
- *E seal resistance;*
- *I thermal insulation.*

The artefact in case of fire must guarantee all of these features for at least 120, 90 or 60 minutes. Regarding the materials, classes of fire resistance from 0 to 5 are assigned with the increase of their participation to combustion [4].

Materials of fire reaction class 0 are non-combustible. Materials of classes from 1 to 5 are combustible, being class 1 the best and class 5 the worst.

Standard UNI CEI 11170 2005 is another valuable contribution tool for the management and monitoring of fire safety which has the objective of defining the test methods for the evaluation of fire behaviour of materials on laboratories, of establishing the criteria of judgement and the acceptability limits for the materials.

To that effect three rules were developed under the general title "Rail Vehicles - Guidelines for fire protection of rail-

- *UNI CEI 11170-1*: Principi generali;
- *UNI CEI 11170-2*: Accorgimenti progettuali – Misure di contenimento dell'incendio – Sistemi di segnalazione, controllo di evacuazione;
- *UNI CEI 11170-3*: Valutazione del comportamento al fuoco dei materiali – Limiti di accettabilità.

Le misure ed i metodi di prova indicati nello standard citato devono essere applicati per tutti i materiali/componenti strutturali e non strutturali utilizzati per la costruzione di nuovi veicoli e per la ristrutturazione di quelli già in esercizio, nonché per quelli utilizzati per il normale ricambio di componenti.

La *Parte 1* [5] definisce le misure da adottare a bordo dei veicoli per il trasporto ferroviario ed a via guidata, per limitare il rischio d'incendio a bordo e per proteggere efficacemente i passeggeri ed il personale di servizio e riguardano:

- il comportamento al fuoco dei materiali e dei componenti di parte allestimento e di parte elettrica;
- la resistenza al fuoco delle "barriere antincendio" e degli "elementi taglia fuoco";
- gli accorgimenti progettuali e di design;
- la protezione per gli impianti elettrici ed elettronici;
- l'estinzione, controllo ed informazione (per esempio, freno di emergenza, sistemi di estinzione, sistemi di rilevamento, sistema di ventilazione, ecc.).

La *Parte 2* [6] fornisce i requisiti minimi che devono essere soddisfatti, in funzione del livello di rischio del veicolo in conformità alla parte, per:

- minimizzare il rischio che un incendio si sviluppi in un veicolo;
- contenerlo, nel caso si sviluppi, per il tempo necessario a permettere l'evacuazione dei passeggeri e del personale di bordo;
- fornire gli ausili necessari all'estinzione dell'incendio e/o ad una rapida e sicura evacuazione dal veicolo.

La *Parte 3* [7] definisce i metodi di prova per la valutazione in laboratorio del comportamento al fuoco dei materiali e ne stabilisce i criteri di giudizio, riferiti alle specifiche condizioni d'uso ed alla tipologia del veicolo.

La normativa è stata progressivamente sostituita dalla serie di Standard UNI CEI EN 45545 del 2013 (dal n°1 al n°7).

5. Introduzione al sistema RTST

Nello scenario di criticità presentato è stato realizzato il Sistema Rilevamento Temperature Sottocassa dei Treni (RTST), progettato e sviluppato nel 2009 da Ansaldo STS e da European Advanced Technologies s.r.l. (EAT) per poter rilevare in modo preventivo, tramite tecniche non invasive, fenomeni pericolosi nelle componenti critiche di un rotabile metropolitano.

way and track guided vehicles" constituting the three parts of the standard:

- *UNI CEI 11170-1*: General principles;
- *UNI CEI 11170-2*: Design Solutions – Fire containment measures – Signalling systems, evacuation control;
- *UNI CEI 11170-3*: evaluation of reaction to fire of the materials – Acceptability limits.

The measures and the test methods specified in this standard should be applied to all materials/structural and non-structural components used in the construction of new vehicles and for the restructuring of those already in operation, as well as those used for the normal replacement of components.

Part 1 [5] defines the measures to be taken on board vehicles for rail and track guided transport and to reduce the risk of fire aboard and to effectively protect passengers and service personnel and include:

- *reaction to fire of materials and components for the outfitting and electrical equipment;*
- *fire resistance of "fire fighting barriers" and "fire break elements";*
- *design and design measures;*
- *protection for electrical and electronic systems;*
- *extinguishment, control and information (for example, emergency brake, extinguishing systems, tracking systems, ventilation system, etc.).*

Part 2 [6] provides minimum requirements that must be met, depending on the level of risk of the vehicle in accordance with the part, to:

- *minimise the risk that a fire develops in a vehicle;*
- *contain it, if it develops, for the time necessary to allow the evacuation of passengers and on-board staff;*
- *provide necessary aids to the extinguishment of fire and/or for quick and safe evacuation from the vehicle.*

Part 3 [7] defines test methods for laboratory assessment of reaction to fire of the materials and establishes the criteria for judgement, with reference to the specific conditions of use and type of vehicle.

The legislation has been progressively replaced by the Standard series UNI CEI EN 45545 of 2013 (from n° 1 to n° 7).

5. Introduction to the RTST system

Due to all the criticalities listed above, an Undercarriage Temperature Analysis System was implemented, designed and developed in 2009 by Ansaldo STS and European Advanced Technologies s.r.l. (EAT) in order to proactively measure hazardous phenomena in critical components of

L'idea progettuale nasce a seguito dell'invito del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad integrare gli usuali sistemi ed impianti di sicurezza con i nuovi che utilizzano moderne e innovative tecniche di mitigazione del rischio. Cercando di determinare a priori i possibili elementi scatenanti l'incendio, si possono adottare le opportune misure di intervento prima che questo abbia luogo. In ambito europeo, le ferrovie dei vari Paesi membri sono sempre più interessate alle tecnologie di ispezione automatiche che superano le problematiche delle attuali tecniche manuali [8].

In questo contesto si vuole inserire un sistema di controllo termico che dovrà rivelare in maniera automatica una serie di possibili situazioni termiche anomale dei convogli in transito.

L'obiettivo primario è quello di migliorare il livello di sicurezza della circolazione metropolitana, aumentando la protezione contro guasti o malfunzionamenti del rotabile, che sono la causa più frequente di incendio (come dettagliato nei paragrafi 2 e 3). I sistemi di monitoraggio più avanzati garantiscono la funzione di rilevamento guasti e protezione degli asset ferroviari attraverso sofisticati metodi di filtraggio dati, identificazione del sistema e di analisi dei segnali; a causa però della notevole complessità dei sistemi ferroviari, spesso tali tecnologie sono limitate e presentano problematiche di natura applicativa [9]. Fra le diverse tipologie di sistemi di monitoraggio del sottocassa treno vi sono l'analisi delle immagini multispettrali e/o a raggi infrarossi (IR) [10].

Il sistema di rilevamento termico del sottocassa treno può rappresentare una soluzione per la prevenzione di incendi e di tutte le anomalie dovute al raggiungimento di una temperatura critica da parte di un organo meccanico (fig. 2).

Il sistema RTST è stato messo in servizio a fine 2011 da AMT-Genova S.p.A sulla linea metropolitana Genova Brignole-Certosa, nelle vicinanze della stazione di Dinegro con ottimi risultati in termini di affidabilità.

Il report di manutenzione in fig. 3, mette in evidenza le anomalie termiche rilevate durante l'esercizio che hanno portato all'arresto dei convogli allarmati e in alcuni casi attivato l'intervento dei manutentori prima che l'elemento allarmato si degradasse in modo definitivo.

Il Sistema RTST è stato progettato per adempiere le seguenti funzioni:

- rilevare eventuali anomalie termiche del convoglio in transito;
- allertare automaticamente gli operatori che eseguono una verifica del veicolo;

an underground rolling stock using non-invasive techniques.

The project idea came to light following the solicitation of the Ministry of Infrastructures and Transport to supplement the usual safety systems and plans with newer ones using modern innovative techniques for risk mitigation. Trying to determine the possible fire triggering elements, it is much easier to take the appropriate actions before a fire takes place. In Europe, the railways of the various Member States are increasingly interested in automated inspection technologies that overcome the problems of the current manual techniques [8].

In this context there is a will to introduce a thermal control system that must automatically reveal a series of possible abnormal temperature situations of convoys in transit.

The primary goal is to improve the level of safety of underground circulation, increasing protection against faults or malfunctions of rolling stock, which are the most frequent cause of fire (as mentioned in §2 and §3). The most advanced monitoring systems guarantee fault detection and protection of railway assets through sophisticated methods of data filtering, system identification and signal analysis; however, due to the considerable complexity of railway systems, these technologies are often limited and involve application problems [9]. Among the different types of monitoring systems of the train underbodies, there is the analysis of multispectral and/or infrared rays (IR) images [10].

The thermal measurement system of the train underbody may be a solution for the prevention of fires and of all anomalies due to a mechanical part reaching a critical temperature (fig. 2).

AMT-Genova S.p.A put the RTST system into service at the end of 2011 at the underground line Genova Brignole-

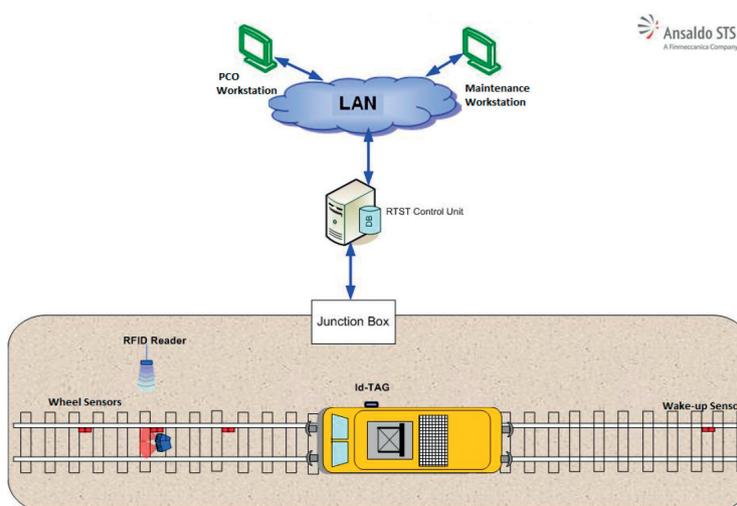


Fig. 2 - Layout del sistema RTST installato presso la stazione di Dinegro.
Fig. 2 - RTST system layout installed at Dinegro station.

- fornire un significativo supporto alle attività di manutenzione preventiva, correttiva e nelle fasi di programmazione della manutenzione.

Il Sistema Rilevamento Temperatura Sottocassa Treno permette di migliorare le attività di manutenzione:

- rilevando i treni che presentano un determinato numero di segnalazioni sullo stesso elemento;
- consentendo di impostare correttamente la frequenza dei cicli di manutenzione in funzione dell'analisi dei dati storici del sistema.

L'analisi dei dati statici ottenuti nella fase di rilevazione n°1 (con soglie termiche di calibrazione minori di quelle teoriche) e quelli ottenuti nella fase di rilevazione n°2 (con soglie termiche teoriche impostate sulla base del capitolato di gara) ha messo in risalto i benefici che il sistema RTST ha apportato per le attività di manutenzione in termini di costi e di prevenzione del rischio incendio.

6. Struttura modulare

Il sistema RTST è costituito da una serie di sensori installati in una Zona di Misura ben definita e di elaboratori dedicati all'acquisizione, elaborazione e memorizzazione dei dati di campo (fig. 2).

Due postazioni Operatore, una situata al Posto Centrale Operativo (PCO) di Brin e l'altra presso i locali ma-

Unità di trazione <i>Traction unit</i>	Elemento <i>Element</i>	Transiti Allarmati <i>Alerted transits</i>	% Transiti Allarmati <i>% Alerted transits</i>
12	Compressore aria <i>Air compressor</i>	3	6,00%
15	Disco freno <i>Braking disc</i>	8	16,00%
	Motore <i>Engine</i>	8	16,00%
	Riduttore <i>Adaptor</i>	8	16,00%
	Sottocassa generico <i>Generic underbody</i>	8	16,00%
17	Compressore aria	8	16,00%
2	Riduttore <i>Adaptor</i>	3	6,00%
4	Riduttore <i>Adaptor</i>	1	2,00%
6	Riduttore <i>Adaptor</i>	1	2,00%
	Sottocassa generico <i>Generic underbody</i>	2	4,00%

Fig. 3 - Report di manutenzione per singole componenti del rotabile.

Fig. 3 - Maintenance reports for individual components of the rolling stock.

Certosa (Metro Genoa) in the vicinity of Dinegro station with excellent results in terms of reliability.

The maintenance report in fig.3, highlights the thermal anomalies detected during the exercise that led to the arrest of the convoys alarmed and in some cases triggered the intervention of maintenance before the item is alarmed degrade permanently .

The RTST System was designed to fulfill the following functions:

- detect any thermal anomaly of the trainset in transit;
- automatically alert operators to perform a vehicle check;
- provide significant support to corrective and preventive maintenance activities during maintenance programming.

The Temperature Measurement System of the Train Underbody allows improving maintenance activities:

- detecting trains with a certain number of reports on the same element;
- correctly setting the frequency of maintenance cycles on the basis of system historical data analysis.

The analysis of static data obtained in measurement phase 1 (with calibration thermal thresholds less than theoretical ones) and those obtained during measurement 2 (with theoretical thermal thresholds set based on the tender specifications) has highlighted the benefits that the RTST system brought for maintenance tasks in terms of costs and fire risk prevention.

6. Modular structure

The RTST system consists of a series of sensors installed in a well-defined Measurement Area and of computers dedicated to capturing, processing and storing data (fig. 2).

Two Operator stations, one located at the Operations Central Point (PCO) of Brin and the other at Dinegro maintenance facilities allow monitoring the system in real time.

The measurement area is placed before the Dinegro station (in the Principe-Brin direction), so that any thermal anomalies of the trainset in transit are detected before the vehicle transit in the Certosa gallery allowing to carry out manoeuvre operations and stopping the train at the platform.

The RTST system has a modular architecture with the following features:

- rolling stock identification;
- RFID identification;
- thermographic scan.

nutrizione di Dinegro permettono di monitorare in tempo reale il sistema.

La zona di rilevamento è collocata prima della stazione di Dinegro (nella direzione Principe-Brin), in modo tale che le eventuali anomalie termiche del convoglio in transito vengono rilevate prima del transito del veicolo nella galleria di Certosa permettendo di effettuare operazioni di manovra e fermare il treno in banchina.

Il sistema RTST presenta un'architettura modulare con le funzionalità di:

1. riconoscimento rotabili;
2. identificazione RFID;
3. scansione termografica.

6.1. Modulo "riconoscimento rotabili"

Il modulo "riconoscimento rotabili" permette di rilevare, attraverso una distribuzione di sensori ruota (fig.4) le caratteristiche del treno in transito in termini di distribuzione temporale degli assi.

Analizzando i dati temporali di transito di tutti gli assi del treno su tutti i sensori ruota, l'elaboratore ricava l'effettiva velocità istantanea del treno in transito, rilevando anche eventuali variazioni dovute ad accelerazioni o frenature.

Confrontando la distribuzione spaziale degli assi transitati con la tipica distanza tra le ruote delle varie tipologie di unità di trazione costituenti il parco rotabile, è possibile riconoscere le singole unità di trazione transitate.

Inoltre, il modulo "riconoscimento rotabili" genera un segnale di sincronismo che inizia nell'istante in cui il sistema rileva la presenza del treno nella Zona di Misura e termina alla fine del transito.

Tale segnale viene inoltrato ai sensori termografici che marcano temporalmente tutte le acquisizioni effettuate.

6.2. Modulo "identificazione RFID"

Il sistema d'identificazione a radio frequenza (RFID) permette di riconoscere ciascuna unità di trazione (per ogni singolo convoglio in transito all'interno della Zona di Misura), al fine di garantire la corretta associazione della misura della temperatura del sottocassa al relativo rotabile.

Il sistema di identificazione è sostanzialmente costituito da due componenti:

- *Tag*: elemento passivo, attivato al passaggio del treno nell'area di copertura del Tag-Reader; tempi di risposta brevi, associati univocamente ad un codice pre-programmato dalla Casa costruttrice. Codifica e rinvia il segnale di interrogazione emesso dal Tag-Reader;

6.1. "Rolling stock identification" module

The rolling stock recognition module allows detecting, through a distribution of wheel sensors (see fig. 4), train characteristics in terms of axles distribution time.

Analysing the temporal transit data of all train axles on all wheel sensors, the computer derives the actual speed of the train in transit, also detecting any variations due to acceleration or braking.

By comparing the spatial distribution of the transited axles with the typical distance between the wheels of different types of traction units making up the rolling stock fleet, we can recognise the individual traction units that have transited.

In addition, the module "award rolling stock" generates a sync signal that starts when the system detects the presence of the train in the area of Measurement and ends at the end of the transit. This signal is forwarded to the thermograph sensors that temporally mark all acquisitions made.

6.2. "RFID identification" module

The radio frequency identification device (RFID) allows recognising each traction unit (for each convoy in transit within the Measuring Area), in order to ensure the correct temperature measurement association of the underbody to the related rolling stock.

The identification system is basically made up of two components:

- *Tags: passive element, enabled at the transit of the train in the coverage area of the Tag-Reader, short response times, uniquely associated to a code pre-programmed by the Manufacturer. It encodes and defers the interrogation signal emitted by the Tag-Reader;*
- *Tag-Reader or Antenna: it performs the reading of the*



Fig. 4 - Modulo Riconoscimento Rotabili: sensori di ruota.
Fig. 4 - Rolling stock Recognition Module : wheel sensors.

- *Tag-Reader o Antenna*: effettua la lettura del Tag associato al rotabile in transito in una determinata area di copertura, attraverso un segnale di interrogazione a radiofrequenza che viene ricevuto dal Tag. Demodula il segnale di ritorno ed estrae le informazioni contenute, rendendole disponibili all'Elaboratore di Acquisizione che le associa alla singola unità di trazione (fig. 5).

Ogni singola unità di trazione in esercizio sulla linea metropolitana AMT Genova è identificata da uno specifico N° identificativo (detto anche N° matricola): su ciascuna di esse viene installato un apposito Tag (in posizione centrale rispetto al convoglio e ad una altezza Y dal piano del ferro).

L'associazione tra il numero identificativo del rotabile ed il numero identificativo Tag è memorizzata elettronicamente dal sistema.

Tale associazione viene eseguita sia per i rotabili di prima che di seconda generazione.

Il Tag-Reader è installato e posizionato all'interno della Zona di Misura del Sistema RTST con specifiche caratteristiche installative determinate in sede di progettazione e in funzione alle esigenze di campo.

6.3. Modulo "Termografico"

Il modulo Termografico, denominato "IRS 350-2" prodotto da EAT s.r.l. (fig. 6), acquisisce mappe ad alta definizione delle superfici visibili dell'intero sottocassa del convoglio in transito per rilevare una serie di difetti che possono essere associati a temperature anomale.

Questo sotto-sistema può essere quindi considerato come un valido sostituto e come una estensione su tutta la superficie del sottocassa del veicolo della consolidata funzione svolta dai sistemi Hot Box Detection e Hot Wheel Detection, rispettivamente attuali sistemi di monitoraggio termografico delle boccole e delle ruote di ciascun asse dei convogli ai fini della prevenzione e protezione da incendio.

Il sistema termografico utilizza la tecnologia a scansione lineare allo scopo di effettuare una misurazione termica ad alta definizione dell'intero sottocassa del convoglio in transito. Lo scanner infrarosso lineare è un dispositivo di tipo embedded (fig. 7), ad alta risoluzione geometrica (256 pixel), ad alta velocità di campionamento (2000 linee/s) con ampio range di temperatura basato su



Fig. 5 - Modulo Identificazione RFID: Tag Reader.
Fig. 5 - RFID Identification Module: Tag Reader.

Tag associated with the rolling stock in transit in a particular area of coverage, through a radio-frequency interrogation signal that is received by the Tag. It demodulates the return signal and extracts the information contained making it available to the Acquisition Processor that associates them to the individual traction unit (fig. 5).

Each traction unit operating on the AMT Genoa underground line is identified by a specific identification number (also called registration number): a special Tag is installed on each one of them (in a central position with respect to the convoy and at a height from the upper surface of the rail).

The system electronically stores the association between the identification number of the rolling stock and the Tag identification number.

This association is used for both first and second-generation rolling stock.

The Tag-Reader is fixed within the measuring Area of the RTST System with specific installation characteristics determined in the design and in relation to the needs of field.

6.3. "Thermographic" Module

The Thermographic module, called "IRS 350-2" manufactured by EAT s.r.l. (fig. 6), captures high-resolution maps of the visible surfaces of the entire underbody of the trainset in transit to detect a number of defects that can be related to abnormal temperatures.

This sub-system can therefore be considered as a valid substitute and as an extension over the entire surface of the vehicle underbody of the consolidated function performed by the Hot Box Detection and Hot Wheel Detection systems, respectively current thermographic monitoring systems of the bushings and of the wheels of each axle of trainsets for the prevention and protection from fire.

The thermographic system uses a linear-scan technology in order to carry out a high-definition thermal measurement of the entire underbody of the trainset in transit. The linear infrared scanner is an embedded device (fig. 7), with geometric high-resolution (256 pixels), high-speed sampling (2000 lines/s) with wide temperature range based on a sensitive sensor in the mid infrared band wavelength (Mid-InfraRed Wave - MWIR).

Given the linear and non-arrayed nature of the sensor, the individual lines acquired to rebuild a complete picture must be aligned and merged.

The acquisition in the infrared field allows the device to generate heat maps of vehicles transiting at different speeds thanks to a synchronization of the acquisition with the speed of the vehicle itself.

The synchronism signal allows marking data temporally,

un sensore sensibile nella banda di media lunghezza d'onda nell'infrarosso (Mid Wave InfraRed -MWIR).

Data la natura lineare e non matriciale del sensore occorre allineare e unire le singole righe acquisite per ricostruire una immagine completa.

L'acquisizione nel campo dell'infrarosso permette al dispositivo di generare mappe termiche di mezzi transitanti a velocità variabile grazie ad una sincronizzazione dell'acquisizione con la velocità del mezzo stesso.

Il segnale di sincronismo consente di marcare temporalmente i dati, in modo da consentire, nella presentazione all'Operatore, la ricostruzione dell'immagine termica adeguatamente proporzionata corrispondente al singolo veicolo.

I termografi rilevano le temperature superficiali effettive di elementi appartenenti al sottocassa dei veicoli, con un alto livello di precisione e di risoluzione nonostante spesso esse siano caratterizzate da fattori attenuanti, quali la velocità del treno, materiale costitutivo dell'elemento, fattori atmosferici, l'interazione e la propagazione del calore fra gli elementi.

7. Elaborazione dati

Il sistema RTST è basato su una architettura di tipo "client-server" (fig. 2).

Il Server Web è l'unità centrale destinata alla raccolta e gestione dei dati e alle funzioni di elaborazione degli stessi.

I "Client" sono unità di elaborazione che constano di Interfacce Web Operatore di tipo grafico, collegate al server web per ottenere i servizi di archiviazione dati ed elaborazioni necessarie.

Il sistema inizia l'elaborazione durante il transito dei primi assi del convoglio, e la completa immediatamente dopo il transito del treno nella Zona di Misura, in tempo utile per segnalare gli allarmi.

I tempi di passaggio degli assi sulla serie di sensori di ruota nella Zona di Misura sono utilizzati per calcolare il passo degli assi e la cinematica degli stessi lungo il binario mediante un algoritmo idoneo allo scopo.

Le distanze tra gli assi sono il principale input dell'applicativo software che analizza la composizione del convoglio, individuando e classificando le singole unità di trazione.

Per ogni unità viene acquisita un'immagine termica che permette di analizzare ciascun elemento del sottocassa e ottenere informazioni sulla distribuzione termica del veicolo in transito.

so that, in the presentation to the Operator, the reconstruction of the thermal image adequately proportioned corresponds to the single vehicle.

Thermographs detect the actual surface temperature of elements belonging to the vehicle underbody, with a high degree of accuracy and resolution although they are often characterised by mitigating factors such as the speed of the train, the constitutive material of the item, atmospheric factors, interaction and the propagation of heat between elements.

7. Data processing

The RTST system is based on a "client-server" type of architecture (fig. 2).



Fig. 6 - Modulo Termografico: IRS 350-2.
Fig. 6 - Thermograph Module: IRS 350-2.

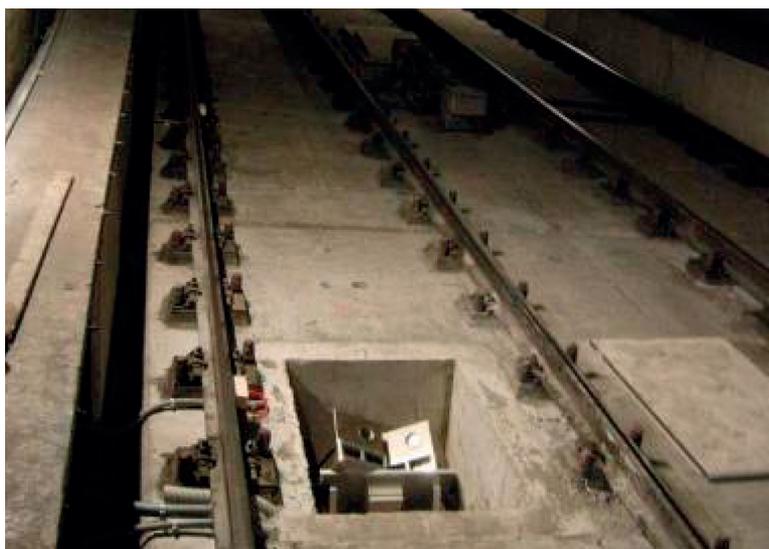


Fig. 7 - Installazione Termografo del Sistema RTST.
Fig. 7 - RTST system thermograph installation.

I dati di profilo termico vengono successivamente filtrati con un algoritmo che consente di eliminare le rilevazioni anomali che potrebbero causare falsi allarmi.

Durante il transito il sistema produce anche l'autodiagnostica dei sensori e degli elaboratori.

Infine attraverso la realizzazione di un'interfaccia utente viene presentata all'Operatore l'immagine termografica con le seguenti informazioni:

- indicazione della direzione di transito;
- una scansione CAD relativa al sottocassa;
- la legenda che permette di identificare la corrispondenza tra i colori e le temperature rilevate;
- un'unica immagine termografica in falsi colori del sottocassa;
- lo zoom dell'immagine termografica.

8. Analisi immagini termografiche

L'immagine termografica acquisita dal sensore infrarosso e ricostruita con l'ausilio dei tempi di acquisizione stessi rappresenta la mappa termica dell'oggetto inquadrato.

Su questa mappa sono rappresentate le temperature rilevate degli organi che compongono il sottocassa nella stessa posizione in cui gli organi sono dislocati.

La temperatura è rappresentata da un differente livello di grigio compreso da 0 (nero = punto più freddo) a 254 (bianco = punto più caldo), corrispondenti all'intervallo tra le temperature minima e massima del range di misura (50-450 °C), più il livello 255 dedicato alla marcatura delle criticità.

Attraverso la configurabilità elevata, il Sistema RTST è in grado di applicare una suddivisione termografica dell'immagine acquisita con la costituzione funzionale degli elementi scansionati, e quindi di identificare e trattare in modo differenziato i vari organi del sottocassa del rotabile da monitorare. Sulle immagini è possibile individuare la posizione e la tipologia degli elementi, identificando quelli che presentano una maggiore criticità a livello termico che potrebbero compromettere il funzionamento del rotabile e provocare una condizione di pericolo per la circolazione.

Questi elementi (motori, riduttori, compressore aria e dischi freno) devono essere monitorati con particolare attenzione perché soggetti a surriscaldamento, e gli eventi di allarme possono essere individuati tramite l'analisi delle temperature.

Tramite un algoritmo di conversione tali immagini vengono rielaborate in falsi colori per fornire all'Utente un'interfaccia di tipo user-friendly (fig. 8): l'utilizzo di colori per indicare le temperature (tonalità fredde come il blu per le temperature più basse, tonalità calde come il rosso per valori più alti) consente di effettuare un'analisi preliminare dei pericoli già ad occhio nudo.

The Web Server is the central unit for the collection and management of data and processing functions.

"Clients" are processing units that consist of graphical Operator Web interfaces connected to the web server to obtain the data storage and necessary processing services.

The system starts processing during transit of the first axle of the convoy, and completes it immediately after the train transit in the Measuring Area, in time to signal alarms.

The axle transit times on the set of wheel sensors in the Measuring Area are used to calculate the pitch of the axles and kinematics along the track using an algorithm suitable for this purpose.

The distances between the axles are the main input of the software application that analyses the composition of the convoy, identifying and classifying the individual traction units.

A thermal image is captured for each unit that allows analysing each underbody item and retrieving information on the thermal distribution of the vehicle in transit.

Thermal profile data are then filtered with an algorithm that clears abnormal readings that might cause false alarms.

During transit, the system also produces self-diagnosis of sensors and computers.

Finally, through the creation of a user interface, the thermal image is presented to the operator with the following information:

- *indication of direction of transit;*
- *underbodies CAD scan;*
- *a legend that allows identifying the correspondence between colours and temperatures measured;*
- *single thermal image in false colours of the underbody;*
- *thermographic image zoom.*

8. Thermographic images analysis

The thermal image acquired by the infrared sensor and rebuilt with the help of the same acquisition time is the thermal map of the object framed. On this map are represented the detected temperatures of the elements which compose the underbody in the same position in which the bodies are located.

The temperature is represented by a different grey level ranging from 0 (black = coldest point) to 254 (white = hottest point), corresponding to the range between the minimum and maximum temperatures of the measuring range (50-450° C), plus level 255 dedicated to the marking of criticalities.

Through high configurability, the RTST system can apply a thermal breakdown of the image acquired with the functional constitution of scanned items, and therefore identify and treat differently the various parts of the underbody of the rolling stock to be monitored. The position and the type of the elements can be identified on the images,

Organi a differenti temperature sono rappresentati quindi come aree di differente colore o intensità di bianco sull'immagine complessiva del sottocassa.

La generazione di allarmi termografici avviene suddividendo l'immagine in zone di forma arbitraria e verificandone all'interno di ogni cella il superamento dei vincoli imposti. I vincoli sono collegati alla temperatura (soglie termiche) ed alla forma e dimensione delle macchie termiche presenti.

9. Definizione allarmi

Per ogni elemento sono state definite due soglie di allarme:

- *Allertamento o Warning (Allarme lieve)*: non prevede interventi immediati, si avverte l'Operatore che si sta superando la temperatura normale di utilizzo, ma non si è ancora in fase critica; tale situazione di allarme è segnalata da luce gialla sulla lista transiti dell'interfaccia operatore;
- *Imperativo (Allarme Grave)*: prevede l'arresto immediato del treno, in quanto il rischio di incendio è elevato; tale situazione di allarme è segnalata da luce rossa sulla lista transiti dell'interfaccia operatore ed è accompagnato da avviso acustico.

Le soglie di allarme dei singoli elementi del sottocassa ed eventuali altri parametri determinanti per la generazione di un allarme sono configurabili, in modo da rendere selettiva la discriminazione automatica dei livelli di allarme.

Sulle immagini termografiche le aree con le temperature anomale vengono rappresentate da macchie di colore circondate da ellissi a tratto continuo per gli allarmi gravi (Imperativi) o a tratto discontinuo per gli allarmi lievi (Allertamenti).

La determinazione di tali soglie si è svolta in più fasi, dall'installazione del sistema RTST sull'impianto di Genova ad oggi.

Inizialmente il sistema è stato calibrato con soglie di allarme che rispettavano le indicazioni del capitolato.

Non essendo presenti in letteratura dati precisi di temperatura applicabili per definire con precisione le soglie di allarme degli elementi analizzati, si è dovuto monitorare con attenzione il comportamento degli elementi dei treni (di prima e seconda generazione).

L'applicazione delle soglie di capitolato ed il monitoraggio hanno evidenziato la necessità di definire sul campo le soglie di allarme (fig. 9).

identifying those that have greater thermal level criticality that could affect the operation of the rolling stock and cause a dangerous condition for circulation.

These elements (motors, reducers, air compressor and brake disks) must be monitored with particular attention because subject to overheating and alarm events can be identified through the analysis of temperatures.

Using a conversion algorithm these images are re-worked into false colours to provide the dispatcher with a user-friendly interface (fig. 8): the use of colours to indicate temperatures (cold colours such as blue for lower temperatures, warm colours such as red for higher values) provides a preliminary analysis of the dangers already with the naked eye.

Bodies at different temperatures are therefore represented as different colour or white intensity areas of the overall image of the underbody.

Thermograph alarms generation occurs by splitting the image into arbitrary shape areas and checking the overrun of the constraints imposed inside every cell. Constraints are related to temperature (thermal thresholds) and shape and size of the thermal spots present.

9. Alarm definition

Two alarm thresholds have been defined for each item:

- *Alert or Warning (minor Alarm)*: no immediate action, it warns the operator that the normal temperature of use is being overrun, but with no critical phase yet; this alarm situation is indicated by the yellow light on the operator interface transits list;

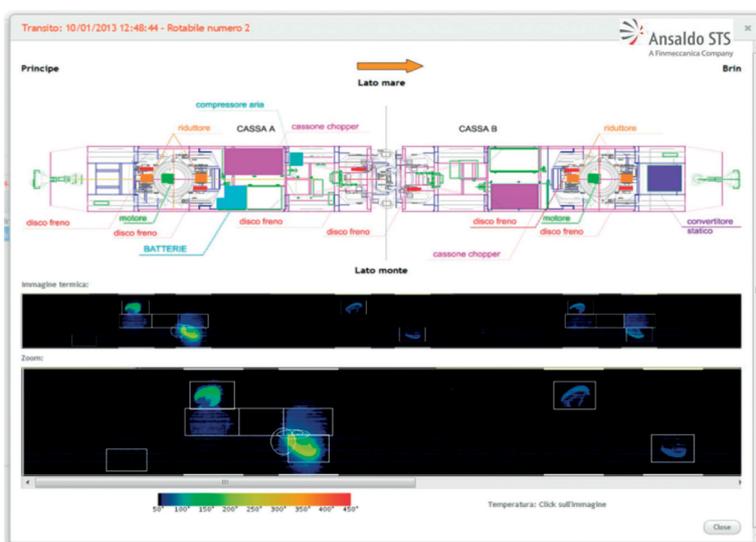


Fig. 8 - HMI visualizzazione allarmi.
Fig. 8 - HMI alarms visualisation.

10. Modulo di statistica

Un valore aggiunto è dato dal sistema di statistica che permette di analizzare gli allarmi, registrati in un determinato periodo temporale scelto dall'Operatore, e determinare classi statistiche in relazione alla percentuale dei transiti, dei modelli dei rotabili, del numero di identificativo dei rotabili e della tipologia di organo meccanico attraverso il sistema RFID.

Il sistema di statistica, basato su applicativo Oracle, consente di analizzare i dati rilevati con le relative percentuali per:

- treno;
- carro;
- singolo organo del sottocassa monitorato (dischi freno, boccole interne, riduttori, motori di trazione, compressore d'aria, batterie, cassone chopper, convertitore statico).

Il sistema archivia tutti i transiti, gli allarmi e le immagini termografiche nel proprio database consentendo al manutentore di condurre un'analisi statistica del comportamento delle unità di trazione e di ricavare informazioni utili per affinare il programma di manutenzione.

Come riportato nelle figg. 9 e 10, il sistema statistico è composto da diversi filtri (arco temporale, unità di trazione, componente sottocassa e tipologia di allarme generato) per poter delimitare la popolazione statistica, monitorando i transiti in funzione della data/ora di transito, del numero di unità di trazione e della categoria in cui il rotabile è stato classificato (prima e seconda generazione), della temperatura rilevata per ogni componente e della tipologia di allarme generato (lieve/grave, organo coinvolto).

L'operatore può definire il periodo temporale in cui effettuare la ricerca e valutare:

- la percentuale dei transiti suddivisi in base alla massima severità di allarme riscontrato per ogni passaggio;
- la percentuale di transiti con generazione di allarmi distinti per tipologia di veicolo;
- la percentuale di transiti con generazione di allarmi distinti per unità di trazione;
- la percentuale dei transiti con generazione di allarmi distinti per elementi del rotabile interessato;
- report che riporta in forma tabellare l'indicazione di transiti per cui un rotabile ha riportato degli allarmi, con indicazione della data e ora del transito e severità dell'allarme riscontrato e l'elemento che ha generato una situazione di allarme.

11. Algoritmo a posteriori di analisi delle temperature

Per definire soglie di allarme più precise è stato realizza-

- Imperative (serious Alarm): *provides for the immediate stop of the train, as the risk of fire is high; this alarm situation is signalled by the red light on the operator interface transit list and is accompanied by an acoustic warning.*

Alarm thresholds for individual elements of the underbody and any other parameters affecting the generation of an alarm can be configured so as to make automatic discrimination of alarm levels selective.

On thermographic images, areas with abnormal temperatures are represented by coloured spots surrounded by a continuous line ellipsis for serious alarms (Imperative) or discontinuous line for minor alarms (Alerts).

The determination of these thresholds was carried out in multiple phases by the RTST system installation in Genoa.

Initially the system was calibrated with alarm thresholds that met the specifications.

Since there was no availability of precise temperature data in literature applicable to defining the alarm thresholds of the elements analysed, the behaviour of train elements (first and second generation) had to be carefully monitored.

The application of specifications thresholds and monitoring has highlighted the need to define alarm thresholds in the field (fig. 9).

10. Statistics module

Added value is given by the statistics system that allows analysing alarms recorded over a certain period of time chosen by the Operator, and determining statistic classes relating to the percentage of transits, of rolling stock models, of identification number of rolling stock and the type of mechanical part through the RFID system.

The statistics system, based on an Oracle application, allows analysing the data collected with the corresponding percentages for:

- train;
- wagon;
- single part of the monitored underbody (brake discs, internal bushings, reducers, traction motors, air compressor, batteries, chopper body, static converter).

The system stores all transits, alarms and thermographic images in its database allowing the maintainer to conduct statistical analysis of the behaviour of the traction unit and to obtain information to help refine the maintenance programme.

As shown in figs. 9 and 10, the statistics system is composed of several filters (time span, traction unit, underbody component and type of alarm generated) to restrict the statistics population, monitoring transits according to the

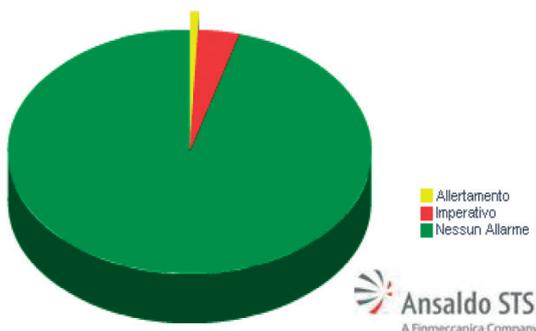


Fig. 9 - Report Statistica - Percentuale Transiti Allarmati.
Fig. 9 - Statistics Report – Percentage of alarmed transits.

to, in collaborazione con l'Università degli Studi di Genova, un algoritmo che analizza a posteriori le temperature rilevate in campo. Tale algoritmo sviluppato in Matlab è in grado di interagire con il database di statistica.

Per ogni transito l'algoritmo analizza le immagini grezze (a livelli di grigio), definendo delle sottomatrici di pixel, corrispondenti ad ogni elemento del sotto cassa monitorato.

Ogni sottomatrice viene esaminata pixel per pixel per ricavare il valore massimo, il valore minimo, il valor medio dei livelli di grigio di ogni componente e la percentuale di zona surriscaldata rispetto al totale di ogni elemento.

I dati ottenuti in pixel vengono convertiti in valori reali di temperatura in °C tramite la formula:

$$T = (g/254)*(tmax-tmin) + tmin \quad (1)$$

dove:

T = temperatura del pixel [°C];

g = livello di grigio;

tmax= temperatura massima di calibrazione [°C];

tmin= temperatura minima di calibrazione [°C].

Come parametri di riferimento più significativi per la definizione delle soglie di allarme sono state utilizzate le temperature massime rilevate su ogni cella termica dell' area di scansione (a forma quadrata) per ciascun organo meccanico ed elettrico del sottocassa;

Ai fini diagnostici e di analisi, sono stati presi in esame 15 convogli (6 di prima generazione e 9 di seconda generazione) e sono stati misurati i seguenti componenti del rotabile:

- tre coppie di dischi freni;
- due coppie di riduttori di velocità;

date/time of transit, the number of traction units and the category in which the rolling stock has been classified (first and second generation), the temperature measured for each component and the type of alarm generated (mild/severe, component involved).

The Operator can define the time period to search and evaluate:

- the percentage of transits according to the most serious alarm found for each transit;
- the percentage of transits with alarms generation by type of vehicle;
- the percentage of transits with alarms generation by traction units;
- the percentage of transits with alarms generation by elements of the rolling stock involved;
- report that shows the indication of transits for rolling stock- alarm, with indication of the date and time of transit and alarm severity found and the element that generated an alarm situation.

11. Temperature analysis a posterior algorithm

To define an even more precise alarm threshold an algorithm that analyses the temperatures measured a posteriori was created in collaboration with the University of Genoa.. This algorithm developed in Matlab can interact with the statistics database.

The algorithm analyses the raw images (at grey levels) for each transit, defining the pixel sub-arrays corresponding to each element of the monitored underbody.

Each sub-array is examined pixel by pixel to derive the maximum value, the minimum value, the average value of the

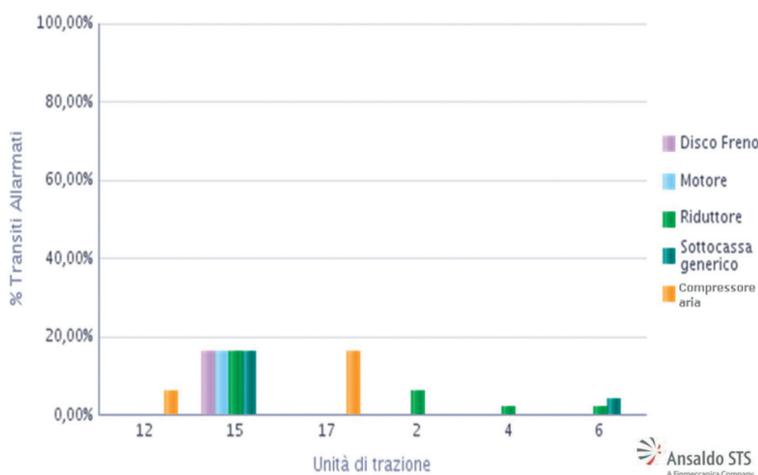


Fig. 10 - Report Statistica - Transiti allarmati distinti per unità di trazione.
Fig. 10 - Statistics Report – Alarmed transits sorted by traction unit.

- due motori di trazione;
- un convertitore statico.

La tabella in fig. 11 si riferisce al monitoraggio dei primi 10 transiti sui 516 compiuti dal rotabile n°11 (avvenuti dal 1 al 30 Novembre 2012), in cui si riporta: *sulle righe* il numero identificativo treno, *sulle colonne* la temperatura massima e la temperatura minima, la temperatura media e la porzione surriscaldata (%) del componente del rotabile.

Inoltre con l'ausilio di applicativi statistici presenti nello Statistics Toolbox di Matlab, è stato possibile raccogliere e analizzare i dati storici rilevati per un certo gruppo di elementi.

Applicando la "Teoria dei valori estremi, ovvero l'insieme di procedure scientificamente e statisticamente razionali utili a stimare il comportamento estremo di variabili o processi causali" ([11] Coles, 2001), è stato possibile determinare i valori di temperatura per le soglie di allertamento.

"Date n variabili casuali indipendenti e identicamente distribuite (i.i.d.) X_1, X_2, \dots, X_n , (nel nostro lavoro le temperature massime), da una distribuzione $G(\cdot)$, il punto di partenza per l'analisi dei valori estremi è lo studio del comportamento di":

$$M = \max \{ X_1, X_2, \dots, X_n \} \quad (2)$$

dove M è l'Ordine Statistico Massimo.

Per affinare l'analisi è stato necessario considerare diverse caratteristiche, presenti nelle tre funzioni di distribuzione di:

- *Gumbel*: che permette di modellare la distribuzione del massimo numero di campioni, che possono essere estratti da distribuzioni diverse e predire la probabilità di accadimento di eventi estremi;
- *Weibull*: che permette di effettuare un'analisi di affidabilità, come il calcolo della durata media di un dispositivo;

	Max T°C	Min T°C	Mean T°C	%
MGE100201211011134100	59,44882	50	50,0712123	2,951699463
MGE1002012110111206390	53,14961	50	50,0305744	2,617021277
MGE1002012110111239000	59,44882	50	50,2021351	12,668566
MGE1002012110111311440	64,17323	50	50,4404389	16,2962963
MGE1002012110111344530	61,02362	50	50,4129921	16,63817664
MGE1002012110111418420	62,59843	50	50,5021276	22,41215575
MGE1002012110111455200	62,59843	50	50,4773773	19
MGE1002012110111528580	64,17323	50	50,7786039	31,75308642
MGE1002012110111602570	59,44882	50	50,6503002	26,86419753
MGE1002012110111637050	65,74803	50	50,8296314	34,01923077

Fig. 11 - Report relativo alle misure di temperatura per transiti di Novembre 2012.

Fig. 11 - Reports on temperatures measures for November 2012 transits.

grey levels for each component and the overheated area percentage compared to the total of each item.

The data obtained in pixels are converted to actual temperature values in °C by means of the formula:

$$T = (g/254) * (tmax - tmin) + tmin \quad (1)$$

where:

T = pixel temperature [° C];

g = grey level;

$tmax$ = calibration maximum temperature [° C];

$tmin$ = calibration minimum temperature [° C];

As most significant parameters for defining alarm thresholds, maximum temperatures measured on each thermal cell of the scan area have been used (square-shaped) for each mechanical and electrical part of the underbody;

For diagnosis and analysis, 15 trainsets were examined (6 of first generation and 9 of second generation) and the following components of the rolling stock were measured:

- three pairs of brake discs;
- two pairs of speed reducers;
- two traction motors;
- one static converter.

The table in fig. 11 refers to the monitoring of the first 10 transits on 516 made by rolling stock n. 11 (occurring from November 1 to 30, 2012), which shows the train identification number on the lines, the maximum temperature and the minimum temperature, the average temperature and the overheated portion (%) of the rolling stock component in the columns.

Moreover, with the help of statistical applications in the Matlab Statistics Toolbox, it was possible to collect and analyse the historical data collected for a certain group of elements.

By applying the "Extreme value theory — the set of scientifically and statistically rational procedures useful to estimate the extreme behaviour of variables or causal processes" (Coles, 2001), the temperature values for alarm thresholds was determined.

"Given independent random identically distributed variables (i.i.d) X_1, X_2, \dots, X_n , (in our work the maximum temperatures), from a distribution $G(\cdot)$, the starting point for the analysis of extreme values is the study of the behaviour of":

$$M = \max \{ X_1, X_2, \dots, X_n \} \quad (2)$$

where M is the maximum statistical order.

To refine the analysis it was necessary to consider several features present in the three distribution functions:

- *Gumbel*: that allows modelling the distribution of the maximum number of samples that can be extracted

- *Frèchet*: per la regolarizzazione e normalizzazione dei massimi.

Esse sono state inglobate in un'unica funzione di distribuzione chiamata "Distribuzione generalizzata del valore estremo" (Generalized Extreme Value Distribution-GEV), anche conosciuta come distribuzione di Fisher-Tippett [11].

$$G(\chi) = \exp\left\{-\left[1 + \varepsilon\left(\frac{\chi - \alpha}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\varepsilon}}\right\} \quad (3)$$

dove:

- σ è il parametro di scala: corrisponde alla deviazione standard delle temperature massime rilevate su tutti i componenti monitorati del singolo treno;
- α è il parametro di posizione: corrisponde alla media delle temperature massime rilevate su tutti i componenti monitorati del singolo treno;
- ε è il parametro di forma (shape parameter): corrisponde ai quantili della distribuzione; esistono tre possibili condizioni:
 - se $\varepsilon < 0$ i quantili della distribuzione sono limitati, esiste e si può quindi calcolare il punto max della distribuzione dei massimi;
 - se $\varepsilon = 0$ la distribuzione è illimitata da entrambe le parti;
 - se $\varepsilon > 0$ la distribuzione non è limitata superiormente e tende a infinito.

Per la stima dei parametri della distribuzione GEV si possono utilizzare i seguenti metodi:

- Metodo dei Momenti;
- Metodo della Massima Verosimiglianza.

Il secondo risulta essere più efficiente ma presenta spesso difficoltà di risoluzione.

L'applicazione della funzione GEV ha permesso di ricavare una funzione di distribuzione di tipo Gaussiana, che ha come valore medio la posizione di concentrazione dei valori massimi del range di misura (compreso fra 50 °C e 450 °C) e come deviazione standard un valore di dispersione dei dati più significativi, utile per determinare il range di normale funzionamento degli elementi.

Prendendo come campione di riferimento la flotta di treni che è transitata nel periodo temporale scelto (scala mensile), la soglia di allertamento è stata definita secondo il seguente metodo:

- ipotizzata la distribuzione dei valori massimi di tipo GEV;
- definizione del criterio di analisi, dato dalla somma del valore medio con il doppio della deviazione standard;
- definizione dei valori del campione delle componenti

from different distributions and predict the probability of occurrence of extreme events;

- Weibull: that allows carrying out a reliability analysis, such as the calculation of the average duration of a device;
- Frèchet: for the regularisation and standardisation of the maximum values.

They were incorporated into a single distribution function called "Generalised extreme value distribution" (Generalized Extreme Value Distribution-GEV), also known as the Fisher-Tippett distribution [11].

$$G(\chi) = \exp\left\{-\left[1 + \varepsilon\left(\frac{\chi - \alpha}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\varepsilon}}\right\} \quad (3)$$

where:

- σ is the scale parameter: it corresponds to the standard deviation of maximum temperatures detected on all monitored components of each train;
- α is the position parameter: it corresponds to the maximum temperatures detected on all monitored components of each train;
- ε is the shape parameter (shape parameter): it corresponds to the distribution quantiles; there are three possible conditions:
 - if $\varepsilon < 0$ distribution quantiles are limited, the max point of the distribution of maximums exists and can therefore be calculated;
 - if $\varepsilon = 0$ distribution is unlimited on both sides;
 - if $\varepsilon > 0$ the distribution is not limited above and tends to infinite.

For the estimation of the parameters of the GEV distribution the following methods can be used:

- Method of Moments;
- Maximum Probability method.

The second is more efficient but often has resolution difficulties.

The application of the GEV function has allowed obtaining a Gaussian type distribution function, whose average value is the concentration values of the measuring range maximum values (between 50° C and 450° C and as standard deviation a dispersion value of more meaningful data, useful for determining the normal operation range of the elements.

Taking as reference sample the train fleet that has transited in the chosen time period (monthly scale), the alarm threshold has been defined according to the following method:

- Having assumed the distribution of the maximum GEV type values;

dei rotabili caratterizzate da un normale funzionamento;

- incremento del 10% di tali valori per la determinazione della soglia minima di temperatura che genera l'allarme imperativo (fermo immediato del treno).

12. Conclusioni

Attraverso l'algoritmo di analisi a posteriori, è stato possibile affinare al meglio i valori di allarme e nel contempo analizzare più dettagliatamente le caratteristiche di motori, riduttori, dischi freno e compressore ad aria.

L'analisi effettuata ha confermato che le temperature dei componenti meccanici del sottocassa dei treni erano state calibrate in modo ottimale con l'ausilio del modulo di statistica, mentre per quanto riguarda i dischi freni, i valori, erano stati settati su valori di soglia eccessivamente alti e quindi da ri-calibrare.

Pertanto, attraverso l'analisi a posteriori delle immagini termiche è stato possibile:

- ridefinire le soglie di alcuni elementi;
- riscontrare dettagli anomali che prima non erano stati evidenziati;
- fornire ai manutentori un riscontro delle reali temperature dei singoli componenti che possono generare allarmi, riducendo al minimo i falsi allarmi.

Infine nel corso del 2012 e nei primi mesi del 2013 il sistema Rilevamento Temperature Sottocassa dei Treni ha consentito ad AMT di mettere fuori servizio alcuni treni prima che si fermassero lungo la linea provocando possibili disservizi e creando problemi di sicurezza alla circolazione.

Analizzata l'apparecchiatura, che in tal caso era il compressore dell'aria di bordo, è stato individuato l'elemento causa della sovratemperatura; lo stesso è stato poi sostituito su tutti i treni del lotto.

- *analysis criterion definition, given by the sum of the average value with twice the standard deviation;*
- *definition of sample values of rolling stock components, characterised by normal operation;*
- *increase by 10% of these values for the determination of the minimum temperature threshold that generates imperative alarm (immediate train stop).*

12. Conclusions

Through the a posteriori analysis algorithm, it was possible to refine the alarm values and at the same time, analyse in more detail the characteristics of motors, reducers, brake discs and air compressor.

The analysis performed confirmed that the temperatures of the underbody mechanical components of the train were optimally calibrated with the help of the statistic model, while regarding the brake discs, the values were set on excessively high thresholds and therefore recalibration was necessary.

Therefore, through the a posteriori analysis of thermal imaging it was possible to:

- *redefine thresholds of certain elements;*
- *find abnormal details that previously had not been highlighted;*
- *provide feedback to maintainers of the real temperature of the individual components that can generate alarms, minimising false alarms.*

Finally, in the course of 2012 and in early 2013, the temperature detection underbody system of the trains has allowed AMT to put some trains out of service before they stop along the line leading to possible inefficiencies and creating safety problems for operation.

After analysing the equipment, which in this case was the on-board air compressor, the element causing overheating was singled out; the same was later replaced on all other trains.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Alfredo CIGADA, Davide RUGGIERI, Emanuele ZAPPA, "Road and Railway Tunnel Fire Hazard: a New Measurement Method for Risk Assessment and Improvement of Transit Safety", IMS 2005 - IEEE International Workshop on Measurement Systems for Homeland Security, Contraband Detection and Personal Safety, Orlando, FL, USA, 29-30 March 2005.
- [2] D.M. 28/10/2005, "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie", G.U. 83 Aprile 2006, n. 89.
- [3] D.M. 11/01/1988 "Norme di prevenzione degli incendi nelle metropolitane", G.U. 2 Marzo 1988, n. 51.
- [4] D.M. 26/06/1984 - "Classificazione di reazione al fuoco e omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi", 26 Giugno 1984.

- [5] UNI CEI 11170-1, "Veicoli ferroviari - Linee guida per la protezione al fuoco dei veicoli ferroviari ed a via guidata", 30 Novembre 2005.
- [6] UNI CEI 11170-2, "Veicoli ferroviari - Linee guida per la protezione al fuoco dei veicoli ferroviari ed a via guidata - Accorgimenti progettuali - Misure di contenimento dell'incendio - Sistemi di segnalazione, controllo ed evacuazione", 30 Novembre 2005.
- [7] UNI CEI 11170-3, "Veicoli ferroviari - Linee guida per la protezione al fuoco dei veicoli ferroviari ed a via guidata - Valutazione del comportamento al fuoco dei materiali - Limiti di accettabilità", 30 Novembre 2005.
- [8] Narendra AHUJA, Christopher BARKAN, "Machine Vision for Railroad Equipment Undercarriage Inspection Using Multi-Spectral Imaging", Final Report for High-Speed Rail IDEA Project 49, December 2007.
- [9] R.W. NGIGI, C. PISLARU, A. BALL, F. GU, "Modern techniques for condition monitoring of railway vehicle dynamics", 25th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering IOP Publishing, Journal of Physics-Conference Series 364, 2012.
- [10] J.M. HART, et al. "Machine Vision Using Multi-Spectral Imaging for Undercarriage Inspection of Railroad Equipment." Proceedings of the 8th World Congress on Railway Research, World Congress on Railway Research, Seoul, Korea, 2008.
- [11] Stuart COLES, "An Introduction To Statistical Modeling of Extreme Values", 2001.

LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

(Istruzioni su come presentare gli articoli per la pubblicazione sulla rivista "Ingegneria Ferroviaria")

La collaborazione è aperta a tutti - L'ammissione di uno scritto alla pubblicazione non implica, da parte della Direzione della Rivista, riconoscimento o approvazione delle teorie sviluppate o delle opinioni manifestate dall'Autore - I manoscritti vengono restituiti.

La riproduzione totale o parziale di articoli o disegni è permessa citando la fonte.

La Direzione della Rivista si riserva il diritto di utilizzare gli articoli ricevuti e la documentazione ad essi connessa anche per la loro pubblicazione, in lingua italiana o straniera, su altre riviste del settore edite da soggetti terzi. In ogni caso, la pubblicazione degli articoli ricevuti, anche su altre riviste avverrà sempre a condizione che siano indicati la fonte e l'autore dell'articolo.

Al fine di favorire la presentazione delle memorie, la loro lettura e correzione da parte del Comitato di Redazione nonché di agevolare la trattazione tipografica del testo per la pubblicazione su "Ingegneria Ferroviaria", si ritiene opportuno che gli Autori stessi osservino gli standard di seguito riportati.

L'articolo dovrà essere necessariamente su supporto informatico, preferibilmente in formato WORD per Windows, accettato dalla redazione (e-mail, CD-Rom, DVD, pen-drive...).

Tutte le figure (fotografie, disegni, schemi, ecc.) devono essere progressivamente richiamate nel corso del testo. Le stesse devono essere fornite complete della relativa didascalia. Tutte le figure devono essere inserite su supporto informatico (e-mail, CD-Rom, DVD o Pen Drive) e salvate in formato TIF o EPS ad alta risoluzione (almeno 300 dpi). È richiesto inoltre l'invio delle stesse immagini in formato compresso JPG (max 50KB per immagine).

È consentito includere, a titolo di bozza di impaginazione, una copia cartacea che comprenda l'inserimento delle figure nel testo.

Si pregano i signori autori di utilizzare rigorosamente, nei testi presentati, le unità di misura del Sistema Internazionale (SI), utilizzando le relative regole per la scrittura delle unità di misura, dei simboli e delle cifre e di richiamare nel testo con numerazione progressiva tutti i riferimenti bibliografici.

All'Autore di riferimento è richiesto di indicare un indirizzo di posta elettronica per lo scambio di comunicazioni con il Comitato di Redazione della rivista e di sottoscrivere apposita liberatoria per la pubblicazione degli articoli.

Per eventuali ulteriori informazioni sulle modalità di presentazione degli articoli contattare la Redazione della Rivista - Tel. 06.4827116 - Fax 06.4742987 - redazioneif@cifi.it

Convegni e Congressi

2014

Luglio	2 Manchester (Regno Unito)	European Bus Forum 2014 www.europeanbusforum.com	Ottobre	27-29 Riyadh (Arabia Saudita)	Saudi Rail Exhibition & Exhibition www.saudirail-expo.com
	28-31 Lisbona (Portogallo)	14th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled persons www.transed2015.com		28-30 Moskva (Russia)	Exporail Conference & Exhibition www.exporailrussia.com
Agosto	3-8 Urbana (USA)	Global Level Crossing Safety & Trespass Prevention Symposium www.ict.uiuc.edu/railroad/GLXS/overview.php		28-30 Washington (USA)	Smart Rail Congress & Exhibition www.smartrailexpo-usa.com
Settembre	7-10 Warszawa (Polonia)	3rd Workshop on Information Technologies for Logistics IT4L14 www.fedcsis.org/it4l	Novembre	3-7 Vienna (Austria)	3rd IEEE International Conference on Connected Vehicles and Expo – ICCVE 2014 www.iccve.org/2014
	10-12 Leeds (Regno Unito)	HEARTH 2014 - Symposium of the European Association for Research in Transportation www.heart2014.eu		4-5 Bruxelles (Belgio)	European Rail Summit & Exhibition www.europeanrailsummit.com
	23-26 Berlino (Germania)	InnoTrans 2014 www.innotrans.de		4-6 London (Regno Unito)	CBTC Congress & Exhibition www.globaltransportforum.com/cbtc-worl-congress/
Ottobre	11-15 Milano (Italia)	Move.App Expo Transport & Logistics Smart Mobility & Technology www.moveappexpo.com		11-12 London (Regno Unito)	European Rail Congress www.europeanrailcongress.com
	13-15 Houston (USA)	APTA Expo Conference & Exhibition www.aptaexpo.com/apta2014/public/enter.aspx		26-28 Bangkok (Thailandia)	Smart Rail Congress & Exhibition www.smartrailexpo-asia.com
				27-28 Beograd (Serbia)	ICTTE International Conference on Traffic and Transport Engineering www.ijtte.com/article/102/ICTTE_Belgrade_2014.html

Notizie dall'interno

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Italo: dal 15 giugno anche a Roma Termini

Italo entra nel cuore della città, nel centro storico di Roma, poco distante dalle antiche terme di Diocleziano, che alla grande stazione romana hanno dato il nome. Dal 15 giugno, con il nuovo orario estivo, i treni rosso amaranto di NTV "approdano" alle banchine di Termini con i primi no stop che collegano Milano alla capitale e viceversa.

Si amplia dunque il network delle stazioni romane di NTV: allo scalo di Ostiense, strategico per i quartieri a Sud Ovest della città, e a quello di Tiburtina, pensato come hub dell'Alta velocità e importantissimo come "ponte" per il traffico Sud Nord, si affianca adesso anche la più importante stazione d'Italia e, con un flusso di passeggeri di oltre 150 milioni all'anno, la seconda d'Europa.

Già da oggi aprono le vendite per i nuovi collegamenti nei consueti canali, dal sito web al Contact center Pronto Italo, dalle agenzie di viaggi alle biglietterie in Casa Italo. Italo sarà presto presente a Termini anche con attività di biglietteria e per fornire assistenza o informazioni ai viaggiatori.

Si parte con una doppia coppia

L'importante novità, molto attesa da chi si reca per lavoro in centro, riguarda nell'immediato due coppie di treni no stop. In direzione Nord-Sud, il treno del mattino in partenza da Milano Garibaldi alle 7,03 (6,15 da Torino Porta Susa), con arrivo a Roma Termini alle 10,15, e proseguimento per Napoli e Salerno. E, sempre proveniente da Nord, il treno del-

le 18,03 da Milano Porta Garibaldi con arrivo a Termini alle 21,15.

In direzione Sud Nord, il treno del mattino in partenza da Roma Termini alle 6,40, con arrivo a Milano Porta Garibaldi alle 9,54 e arrivo a Torino Porta Susa alle 10,44. Nel primo pomeriggio, il treno in partenza da Roma Termini alle 14,40 (proveniente da Napoli) con arrivo a Milano Porta Garibaldi alle 17,54 e proseguimento su Torino alle 18,44. Tutti e quattro i collegamenti tra Milano e Roma Termini includono anche le fermate di Milano Rogoredo e Roma Tiburtina.

Poi tutti i no stop a Termini

Con l'orario invernale, dal 15 dicembre, l'offerta di Italo cresce ancora e le due coppie di treni no stop in partenza da Termini diventeranno sei coppie, per un totale di 12 collegamenti, sei in direzione Nord Sud e sei in direzione Sud Nord. In questo modo si rafforza l'offerta mirata in particolare al traffico business tra Milano e Roma: sia per il numero dei collegamenti no stop, che in pratica raddoppiano rispetto a quelli in vigore nel precedente orario invernale, sia perché tutti arriveranno a Roma Termini, stazione particolarmente gradita da chi ha appuntamenti di lavoro in centro (*Comunicato stampa NTV*, 16 maggio 2014).

Parma Hub: apre la nuova stazione

Nuovo punto di interscambio, in città, fra trasporto su ferro e su gomma - pubblico e privato - la stazione di Parma aperta oggi presenta alcune novità anche per gli utilizzatori del treno.

Nuova biglietteria. La biglietteria Trenitalia, attualmente ospitata nella

Temporary Station, lascia definitivamente la tradizionale collocazione nel fabbricato viaggiatori storico per accogliere i passeggeri al piano ammezzato, raggiungibile sia dalla piazza sia dal sottopasso stradale attraverso un sistema di scale mobili, fisse e ascensori. Tre nuovi sportelli "open space", senza vetro di separazione e dove l'operatore è a contatto diretto con il cliente, per effettuare tutte le operazioni previste in un contesto di maggiore comfort e ospitalità. Resta invariato l'orario di apertura, dalle 6.00 alle 21.00, tutti i giorni compresi i festivi.

Accanto alla nuova biglietteria sono già operative 4 macchine automatiche per l'acquisto dei biglietti. Una quinta self service rimarrà ancora in funzione all'interno della Temporary Station, mentre due nuove emettitrici saranno a disposizione dei passeggeri nel sottopasso stradale.

Ascensori da e per i binari. Dal piano ammezzato un sistema di ascensori, che si affiancano a scale fisse, consente di raggiungere direttamente i marciapiedi di partenza e arrivo dei treni, completando l'atteso abbattimento delle barriere architettoniche. Migliora così sensibilmente la qualità del viaggio per i passeggeri a mobilità ridotta, per i quali resta comunque disponibile l'attuale servizio di assistenza tramite Sala Blu di Rete Ferroviaria Italiana (informazioni di dettaglio su www.rfi.it, sezione Accessibilità stazioni).

Informazione al pubblico. Tutti i nuovi spazi aperti oggi sono serviti dai sistemi di informazione al pubblico di RFI. In particolare è stata completata l'estensione della diffusione sonora ed è in corso il potenziamento del numero di monitor e teleindicatori, a regime entro la fine di maggio.

Rinnovo dei marciapiedi. Novità, in parte già note ai passeggeri, anche al piano binari, dove RFI ha rinnovato la pavimentazione di tutti i marciapiedi, con inserimento di percorsi tattili per ipovedenti. I lavori sono ancora in corso sul marciapiede a servizio del binario 1, temporaneamente raggiungibile dal fabbricato viaggiatori stori-

co attraverso due accessi temporanei. A regime l'altezza del marciapiede sarà di 55 cm, al pari di quella dei marciapiedi a servizio dei binari dal 2 al 5, già ultimati, per facilitare l'entrata e l'uscita dei passeggeri dai treni.

Infine una curiosità. L'apertura della stazione è stata l'occasione per rimettere temporaneamente in funzione l'orologio sulla facciata esterna del fabbricato storico. A breve però l'orologio sarà oggetto di un intervento di restauro complessivo che consentirà di riconsegnarlo definitivamente alla città (*Comunicato stampa RFI*, 6 maggio 2014).

MIT: varato il decreto che punisce il mancato rispetto dei diritti dei passeggeri dei treni

Il Consiglio dei ministri ha approvato oggi lo schema di decreto legislativo, approntato dal ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti M. LUPPI, per il regolamento che sanziona le violazioni dei diritti dei passeggeri del trasporto ferroviario nazionale, regionale e locale (regolamento CE n. 1371 del 2007).

Le imprese di trasporto che violano gli obblighi previsti dal decreto vanno incontro ad ammende che possono arrivare a decine di migliaia di euro.

Ad esempio:

- chi viene meno all'obbligo di assicurazione minima rischia una sanzione che va dai 50.000 ai 150.000 €;
- chi non rispetta l'obbligo dei pagamenti anticipati in caso di decesso o lesioni di un passeggero rischia dai 20.000 ai 40.000 € in caso di decesso, dai 10.000 ai 20.000 € in caso di lesioni;
- chi si rende colpevole di mancata assistenza ai viaggiatori rischia dai 2.000 ai 10.000 €.

Il nuovo decreto stabilisce anche l'obbligo, per le imprese ferroviarie, di comunicare le norme di accesso non discriminatorie che sono state adottate per garantire il diritto di tra-

sporto delle persone disabili e a mobilità ridotta. In caso di inosservanza, le imprese ferroviarie o i gestori di stazione sono soggetti al pagamento di una sanzione amministrativa pecuniaria di 500 € per ogni giorno di ritardo, sino a un massimo di 100.000 €.

Altre sanzioni riguardano la violazione degli obblighi inerenti alle modalità di vendita di biglietti (5.000-20.000 €) e di quelli concernenti i sistemi di informazioni di viaggio e di prenotazione (5.000-20.000). Responsabile dell'applicazione del Regolamento sarà l'Autorità di regolazione dei trasporti (*Comunicato stampa Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*, 15 aprile 2014).

TRASPORTI URBANI

Atac, bilancio 2013: operazione verità sui conti

Il Consiglio di Amministrazione di ATAC, presieduto da R. GRAPPELLI, ha approvato il Progetto di Bilancio 2013, con una perdita di esercizio di 219 mln (156,7 mln nel 2012).

Mentre sul versante della gestione caratteristica si è registrato rispetto al 2012 un incremento dei ricavi tariffari (+18 mln) ed una riduzione sia della componente principale dei costi della produzione (costo di personale, -5 mln), sia dei costi per servizi e materiali (-20 mln circa), il valore della produzione per il contratto di servizio è calato rispetto al 2012 (-11 mln) per effetto delle minori percorrenze km erogate sulla superficie, dovute in parte alle criticità finanziarie e alla forte esposizione nei confronti dei fornitori principali.

La maggiore perdita rispetto al 2012 è stata dunque originata da fattori esogeni riconducibili alla gestione finanziaria e straordinaria, ed in particolare dalla crescita degli oneri finanziari netti (tra cui si segnalano 18 mln di interessi passivi per ritardati pagamenti verso fornitori), dalla svalutazione di poste di

credito verso Roma Capitale volte a sanare definitivamente la riconciliazione contabile con l'azionista e garantire un maggiore grado di trasparenza in vista delle scadenze connesse ai piani di rientro che Roma Capitale si accinge a predisporre, ed infine dall'effetto contabile negativo connesso alla transazione con la Gestione Commissariale, con il cui apporto di cassa la società ha potuto fronteggiare le esigenze di copertura degli impegni, prevalentemente a favore dei fornitori essenziali. L'operazione ha inoltre permesso di compensare le minori entrate finanziarie da Roma Capitale, entrate che nel periodo luglio-dicembre 2013 si sono ridotte in misura molto significativa per effetto delle modifiche apportate alla proroga del contratto di servizio.

Nel corso del 2013, infatti, non essendosi ancora perfezionato il trasferimento da Regione Lazio a Roma capitale degli importi di recente definiti (100 mln), che appaiono comunque non congrui rispetto alla domanda di trasporto che l'azienda è chiamata a soddisfare, la gestione ha pesantemente risentito dei minori flussi di cassa pervenuti.

Inoltre, sempre nel 2013 occorre ricordare che la perdita risente di costi non ricorrenti quali:

- +11 mln di costo di personale per il riconoscimento della "una tantum" erogata ai dipendenti per effetto dell'accordo Governo-Sindacati del dicembre 2012;
- +2,4 mln di costo "up front" derivante dalla rimodulazione dell'indebitamento bancario, sottoscritta ad ottobre;
- +2 mln per il leasing finanziario dei nuovi autobus, a cui la società ha dovuto ricorrere per sopperire all'assenza di contributi per nuovi investimenti.

Per quanto attiene al profilo patrimoniale, la rimodulazione dell'indebitamento bancario, in larga parte da breve a medio termine realizzata a ottobre 2013, si è associata ad un ammontare sempre molto rilevante di capitale circolante.

Sotto questo aspetto, occorre evidenziare l'aumento dei crediti verso la Regione Lazio, oggetto di contenzioso apri a circa 400 milioni di euro, legato al mancato riconoscimento dei rimborsi per i rinnovi dei CCNL.

L'indebitamento finanziario bancario netto si è mantenuto pressoché costante (300 mln circa), con una differente composizione al suo interno, mentre l'indebitamento verso i fornitori, sia pure in crescita rispetto al valore del 2012, ha beneficiato dei recuperi dell'ultima parte dell'anno, resi possibili anche dal ricorso alle linee di credito disponibili, garantito dalla sottoscrizione dell'operazione con le banche fornitrici e dalla cassa generata dalla transazione in ambito della gestione commissariale di Roma Capitale.

Il livello di patrimonio netto, in presenza della perdita di esercizio riportata nel progetto di bilancio, al 31.12.2013 rileva già una parziale erosione del capitale sociale e attesta la fattispecie del 2446 c.c..

Il CdA, inoltre, ha approvato il budget per l'esercizio 2014 che, a perimetro sostanzialmente costante delle insufficienti risorse pubbliche ad oggi disponibili, attestata su un valore coerente allo stanziamento sul bilancio di previsione di Roma Capitale, porterà nel corso dell'anno ad un miglioramento strutturale della gestione caratteristica e ad una inversione di segno del margine operativo lordo che è previsto diventare positivo per circa 20 milioni.

L'azienda, infatti proseguirà la politica rigorosa di contenimento dei costi ed efficientamento dei ricavi che prevede ulteriori riduzioni del numero dei dirigenti, la ridefinizione della struttura retributiva, insieme alla già avviata razionalizzazione della rete di superficie, alla revisione selettiva dei costi esterni a favore dell'internalizzazione, all'intensificazione dei controlli, con il relativo e atteso aumento dei ricavi da mercato (*Atac Notizie*, 16 maggio 2014).

INDUSTRIA

Fondazione FSI: approvato il bilancio 2013 ed il programma delle attività 2014

Il Consiglio di Amministrazione della Fondazione FS Italiane ha approvato il bilancio 2013 e il programma della attività per l'anno 2014.

Il presidente ed i consiglieri della Fondazione, guidata dall'ingegner L. CANTAMESSA, hanno espresso soddisfazione per i risultati raggiunti durante questo primo anno di attività. Tutti i principali obiettivi che la Fondazione si era posta sono stati infatti raggiunti in coerenza con il budget assegnato e pur nel contesto di una non facile congiuntura economica che ha penalizzato il mercato turistico e, di conseguenza, il noleggio dei treni storici.

In particolare la Fondazione ha acquisito 11 hub costituiti da Officine dismesse che saranno riadattate per la sosta e la manutenzione dei 200 rotabili storici operativi; ha riorganizzato e aperto la Biblioteca e l'Archivio storico Centrale, nel Cortile d'Onore della sede di Villa Patrizi; ha riorganizzato il Museo Nazionale Ferroviario di Pietrarsa, con aperture in tutti i week end; ha avviato il progetto "Binari Senza Tempo", che riguarda quattro tratte ferroviarie le cui caratteristiche tecniche e ambientali sono di notevole interesse e bellezza, che saranno dedicate a itinerari con treni storici.

Il Consiglio di Amministrazione è stato anche l'occasione per la consegna al Presidente della Fondazione, M. MORETTI, di una speciale targa in bronzo con il suo numero di matricola quando fu assunto nel 1978. La targa è stata appositamente fusa ed è identica a quelle usate da oltre un secolo per le locomotive di Ferrovie dello Stato Italiane.

Tutti i dettagli delle attività e, a breve, il bilancio dell'Ente saranno disponibili su fondazionefsi.it.

Le ultime iniziative culturali e per il turismo ferroviario sono consultabili sulla pagina Facebook Fon-

dazione FS Italiane (*Comunicato stampa Fondazione FSI*, 5 maggio 2014).

OICE: primo quadrimestre positivo per il mercato dei soli servizi e degli appalti integrati

Dopo l'ottimo andamento del bimestre febbraio-marzo, in aprile il mercato prende una pausa e cala leggermente: rispetto ad aprile 2013 - 0,6% in valore; ciò nonostante l'andamento del primo quadrimestre 2014 mostra un andamento positivo rispetto ai primi quattro mesi dello scorso anno, +41,4% in valore.

In dettaglio, secondo l'aggiornamento al 30 aprile dell'osservatorio Oice-Informatel, le gare per servizi di ingegneria e architettura rilevate nel mese sono state 310 (di cui 34 sopra soglia), per un importo di 47,1 milioni di euro (36,7 sopra soglia, 10,4 sotto soglia). Rispetto al mese di aprile 2013 il numero delle gare cresce del 13,6%, mentre il loro valore scende dello 0,6% (-7,1% sopra soglia e +32,0% sotto soglia).

I dati del primo quadrimestre dell'anno sono, come detto, positivi: sono state bandite 1.234 gare che, rispetto al primo trimestre 2013, scendono del 3,5% (-8,2% sopra soglia e -3,1% sotto soglia), ma raggiungono un valore complessivo di 169,4 milioni di euro, con un aumento sul 2013 del 41,4% (+69,8% sopra soglia e -4,9% sotto soglia).

"Anche alla chiusura dei primi quattro mesi dell'anno il tono del mercato rimane positivo - ha dichiarato P. LOTTI, Presidente OICE - nonostante il risultato di aprile, che ha scontato molti giorni festivi, non sia positivo. In generale vediamo come vi sia stato nel medio periodo un clamoroso calo della domanda pubblica che il nostro settore non potrà più sostenere se non cambierà il trend della spesa pubblica per investimenti. In questa ottica dobbiamo salutare positivamente le affermazioni del Ministro LUPI che ha sottolineato l'esigenza di un maggiore ricorso al mercato riservando alla P.A. non la

progettazione ma la programmazione e il controllo. Si tratta di una posizione forte - ha continuato il Presidente OICE - che sosteniamo al 100%: è fondamentale che la Pubblica Amministrazione si attrezzi per garantire e verificare la qualità del progetto e le modalità di esecuzione dei lavori, difendendo il progetto che ha approvato e messo in gara lei stessa, assicurando che sia realizzato nei tempi e nei costi preventivati, come un vero e proprio project manager. Occorre però, anche con il lavoro che si sta avviando per il recepimento delle direttive europee, riequilibrare il rapporto fra progettista e impresa di costruzioni, ridare centralità al progetto e sostenere le aggregazioni fra progettisti, unico sistema per consentire al mondo della progettazione italiano di potere competere a livello europeo e internazionale. Di questo - ha concluso P. LOTTI - parleremo con le Istituzioni nel nostro convegno annuale programmato per il 5 giugno all'Ara Pacis, dal titolo "Ingegneria motore di sviluppo".

Tornando ai dati dell'osservatorio si rileva che sono sempre troppo alti i ribassi con cui le gare vengono aggiudicate. In base ai dati raccolti fino ad aprile il ribasso medio sul prezzo a base d'asta per le gare indette nel 2012 è al 35,9%, la stessa percentuale a cui si attestano i ribassi relativi alle gare indette nel 2013.

Nel mercato europeo dei servizi di ingegneria e architettura, per gare pubblicate nella gazzetta comunitaria, il numero delle gare italiane è passato dalle 98 del primo quadrimestre 2013 alle 90 del 2014: -8,2%. Nell'insieme dei paesi dell'Unione Europea il numero dei bandi per servizi di ingegneria e architettura mostra nello stesso periodo un calo minore: -5,1%. Rispetto al totale delle gare pubblicate dai paesi europei il numero di quelle italiane rimane comunque molto modesto, solo l'1,9%. Si tratta di un dato di gran lunga inferiore rispetto a quello di paesi di paragonabile rilevanza economica: Francia 36,3%, Germania 18,2%, Polonia 7,8%, Svezia 6,2%, Gran Bretagna 4,7%.

L'andamento delle gare miste, cioè di progettazione e costruzione insieme (appalti integrati, project financing, concessioni di realizzazione e gestione), torna in campo positivo: il valore messo in gara nei primi quattro mesi del 2014 cresce infatti del 5,7% rispetto allo stesso periodo del 2013, anche se il numero si riduce del 25,6%. Gli appalti integrati, considerati da soli, hanno un andamento molto più positivo: crescono sia in valore, +46,4%, sia in numero, +15,2% (*Comunicato stampa OICE*, 13 maggio 2014).

Gruppo FSI: approvato il bilancio 2013

Il Consiglio di Amministrazione di Ferrovie dello Stato Italiane ha approvato il Bilancio di esercizio della Società e il consolidato del Gruppo FS Italiane al 31 dicembre 2013, redatti secondo i principi contabili internazionali IAS/IFRS.

La performance 2013 e la sostanziale realizzazione di tutti gli obiettivi del Piano Industriale 2011-2015, nonostante il protrarsi della crisi economica nazionale e internazionale, confermano la bontà del percorso di risanamento strutturale della gestione, intrapreso fin dal 2007. La rafforzata solidità di Ferrovie dello Stato Italiane rappresenta la premessa fondamentale per traghettare il Gruppo verso gli obiettivi, ancor più sfidanti, descritti nel Piano Industriale 2014-2017, approvato nel febbraio scorso e presentato alla comunità finanziaria il 25 marzo 2014.

Il risultato economico si attesta pertanto a 460 milioni di euro di utile netto, in crescita di 79 milioni di euro rispetto al 2012. La crescita è stata determinata da un lato dall'incremento dei ricavi operativi, per la prima volta oltre gli 8,3 miliardi di euro (8.329 milioni di euro, +1,2% sul dato 2012), dall'altro dalla diminuzione dei costi operativi (6.299 milioni di euro, -0,2% rispetto al dato di fine anno precedente). In particolare i ricavi delle vendite e delle prestazioni registrano un incremento di 86

milioni di euro (+1,1%), nonostante il 2013 abbia registrato la piena operatività dell'operatore privato nei servizi Alta Velocità.

L'EBITDA supera per la prima volta la soglia dei 2 miliardi di euro (2.030 milioni di euro, rispetto ai 1.918 milioni di euro di chiusura dell'anno precedente), con l'EBITDA Margin che sale al 24,4% (era 23,3% a fine 2012).

L'EBIT raggiunge e supera per la prima volta gli 800 milioni di euro (818 milioni, contro i 719 di fine 2012), con un EBIT Margin al 9,8% (8,7% al 31 dicembre 2012).

Nel 2013 il Gruppo FS Italiane ha realizzato investimenti pari a circa 3,9 miliardi di euro, di cui circa 1,6 miliardi autofinanziati. Il nuovo Piano Industriale del Gruppo prevede, nel quadriennio 2014-2017, circa 24 miliardi di euro di investimenti totali, di cui 8,5 in autofinanziamento (6,4 destinati ai treni - di cui 3 per quelli del trasporto regionale - e alle tecnologie a servizio del business, e 1,7 alla rete AV/AC).

Si sottolinea infine come, attraverso l'operazione di quotazione sul mercato borsistico di Dublino delle due prime tranche per 1,35 miliardi di euro totali (emesse la prima a luglio e la seconda a dicembre 2013, interamente sottoscritte da investitori istituzionali) del prestito obbligazionario previsto dal Programma Euro Medium Term Notes di 4,5 miliardi di euro complessivi, Ferrovie dello Stato Italiane abbia acquisito nel corso dell'esercizio 2013 lo status di Ente di Interesse Pubblico ex art. 16 - Capo V - del D.Lgs. n. 39/2010.

Tutte le società del Gruppo hanno contribuito alla positiva performance economica 2013. In particolare:

- Trenitalia chiude l'esercizio 2013 con un utile netto di 181 milioni di euro, trascinato da un EBITDA che si conferma vicino a 1,4 miliardi di euro e un EBITDA Margin al 25%. I ricavi da servizi di trasporto (5.143 milioni di euro) crescono dello 0,3% rispetto al 2012, pur nella situazione congiunturale di crisi economica e

nonostante la piena operatività, nel 2013, del nuovo competitor nel mercato AV;

- RFI-Rete Ferroviaria Italiana contribuisce al miglioramento dei risultati del Gruppo chiudendo il 2013 con un risultato netto di 270 milioni di euro, consolidando la sua performance positiva grazie ad un EBITDA pari a 517 milioni (+37,1%) e a un EBIT pari a 387 milioni di euro (+57,2%). I ricavi operativi si confermano ai livelli del 2012 (2.676 milioni di euro, con una lieve crescita dello 0,5%), mentre i costi operativi vedono una decisa diminuzione (-5,6% rispetto all'anno precedente) scendendo a 2.159 milioni di euro.

Il Dirigente Preposto alla redazione dei documenti contabili societari, R. MANNOZZI, dichiara ai sensi del comma 2 dell'articolo 154-bis del Testo Unico della Finanza che l'informativa contabile contenuta nel presente documento corrisponde alle risultanze documentali, ai libri e alle scritture contabili.

Nella sezione del sito web fsitaliane.it/psi/Investor-relations è pubblicato un documento di sintesi sui principali risultati conseguiti nell'esercizio 2013 da Ferrovie dello Stato Italiane SpA e dal Gruppo FS Italiane (*Comunicato stampa Gruppo FSI*, 17 aprile 2014).

VARIE

Nuovo Direttore in ANSF

L'Ingegnere A. GARGIULO (fig. 1) assume la direzione dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie. La nomina, proposta al Consiglio dei Ministri dal Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, è stata ratificata con decreto del Presidente della Repubblica.

A. Gargiulo, è nato a Roma nel 1955, laureato in ingegneria, dal 1999 è dirigente generale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Recentemente ha ricoperto la carica di Presidente al Consiglio superiore dei lavori pubblici. In prece-



(Fonte ANSF)

Fig. 1 – L'Ing. A. GARGIULO, alla guida di ANSF

denza è stato Direttore Generale, Capo Dipartimento e Commissario straordinario per la Presidenza del Consiglio. E' docente di master presso l'Università di Roma La Sapienza.

A. CHIOVELLI (fig. 2), dopo due mandati triennali, lascia la direzione per un altro incarico presso il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: "Vorrei approfittare di questa occasione per ringraziare tutti: i dipendenti, i collaboratori, le istituzioni e il mondo imprenditoriale per il sostegno e la fiducia concessami in questi anni. Tengo a fare pubblicamente i migliori auguri di buon lavoro all'Ing. A. GARGIULO che, grazie alla sua grande esperienza e capacità, saprà certamente guidare al meglio l'Agenzia nel prossimo triennio".

A. GARGIULO, nell'assumere l'incarico, dichiara: "Ringrazio l'Ing. CHIO-



(Fonte ANSF)

Fig. 2 – Avvicendamento in ANSF: l'Ing. A. CHIOVELLI e l'Ing. A. GARGIULO.

VELLI, che conosco da tempo e ne ho sempre apprezzato le qualità umane e professionali, per l'eccellente lavoro svolto in un contesto complesso in cui è stato necessario coniugare la fase di start up della struttura con la gestione delle delicate problematiche connesse con la sicurezza" (*Comunicato stampa ANSF*, 16 aprile 2014).

FSI e Porto di Genova: processi doganali più veloci

Caricare sul treno i container, non soggetti a controlli di sicurezza, direttamente dalle navi cargo, semplificando e velocizzando le pratiche burocratiche grazie a nuovi sistemi tecnologici.

Questo l'obiettivo principale dell'accordo firmato nei giorni scorsi dall'amministratore delegato del Gruppo FS Italiane, M. MORETTI, e dal presidente dell'Autorità Portuale di Genova, L. MERLO. La nuova procedura telematica, denominata "Corridoio doganale" ferroviario, permetterà agli operatori di presentare le dichiarazioni doganali dei container trasportati in modo più rapido ed efficace, rendendo maggiormente efficiente e veloce il passaggio da una modalità di trasporto all'altra.

Tale iniziativa, resa possibile anche grazie alla preziosa collaborazione dell'Agenzia delle Dogane, agevolerà e sosterrà lo sviluppo e la competitività del trasporto merci intermodale, soprattutto in vista di EXPO Milano 2015. Sarà realizzata così una nuova offerta di servizi, soprattutto per le medie e lunghe distanze, in grado di favorire la crescita del trasporto combinato ferroviario per i flussi in arrivo al porto di Genova.

Anche l'intero ciclo logistico portuale ne beneficerà, grazie all'accelerazione delle procedure di afflusso/deflusso delle merci e alla possibilità di sviluppare legami informativi più sicuri con la logistica retro portuale.

Sono previsti, infine, ritorni positivi anche in termini di safety, grazie alla potenziale riduzione dei mezzi pesanti in circolazione su strade e

autostrade (*Comunicato stampa Gruppo FSI e Autorità Portuale di Genova*, 14 maggio 2014).

Sicurezza ferroviaria, Polfer e Federazione Italiana Rugby

Educare i giovani al rispetto delle regole in ambito ferroviario. E' questo lo scopo della campagna di sensibilizzazione che parte oggi dalla provincia di Catania. In particolare Acicastello e Misterbianco faranno da scenario al primo evento organizzato con giovani atleti del rugby, frutto di un protocollo d'intesa firmato dall'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie (ANSF), il Servizio di Polizia Ferroviaria (POLFER) e la Federazione Italiana Rugby (FIR) a Roma lo scorso 14 gennaio.

La manifestazione si è aperta ad Acicastello. In Piazza Castello è stato allestito un villaggio sul tema del rugby e un palco con lo schermo. E' stato previsto un welcome drink per le squadre del campionato italiano delle scuole in arrivo in città.

Sabato 10 maggio l'attenzione si è spostata a Misterbianco, dove nel Campo comunale di Via San Rocco Vecchio, 33 ha avuto inizio il Campionato italiano di rugby delle scuole.

“Questa iniziativa rientra nell'ampia campagna di sensibilizzazione - ha dichiarato A. GARGIULO, Direttore dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie - che l'ANSF sta promuovendo con l'obiettivo di ridurre fino ad azzerare i numerosi incidenti di cui sono vittime anche persone, soprattutto giovani, non direttamente coinvolte nel trasporto fer-

roviario, né operatori né viaggiatori, ma semplici cittadini che hanno involontariamente trascurato alcune basilari norme di comportamento. Incidenti che provocano decessi, traumi e lesioni gravi, evitabili se si impara a rispettare alcune semplici ma fondamentali regole”.

Il Protocollo ha prodotto anche uno spot intitolato “Fai un passo indietro per andare avanti”, scaricabile sul sito www.ansf.it e andato in onda sul canale Dmax nei giorni del Torneo Sei Nazioni. Girato nella Stazione di Subbiano (Arezzo) con la collaborazione e il supporto di RFT (Rete ferroviaria toscana) e TFT (Trasporto ferroviario toscano), vanta la partecipazione di 6 giocatori della nazionale di Rugby (BERGAMASCO, CITTADINI, DE MARCHI, McLEAN, SARTO, GELDENHUYS). Il titolo e l'azione descritta sono importanti indicazioni di comportamenti corretti per chiunque si avvicini all'elemento treno.

I partner:

- Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie: ha competenza in materia di sicurezza della circolazione ferroviaria e svolge i compiti e le funzioni per essa previsti dalla direttiva 2004/49/CE. Si tratta, sostanzialmente, di funzioni normative, autorizzative e di controllo;
- Servizio Polizia Ferroviaria: indirizza la propria azione al soddisfacimento della domanda di sicurezza dei Cittadini, anche in modo preventivo, suscitando attenzione intorno al ruolo educativo della Polizia di Stato essendo già impegnata in un'opera di sensibilizzazione della popolazione

giovanile all'uso consapevole e corretto del mezzo ferroviario;

- Federazione Italiana Rugby: fondata nel 1928, la Federazione Italiana Rugby promuove lo sviluppo del gioco del rugby in Italia. Dal 2000, la Squadra Nazionale prende parte al 6 Nazioni, la più antica e prestigiosa manifestazione del panorama rugbistico internazionale (*Comunicato stampa ANSF, Polfer, Provincia di Catania, FIR*, 9 maggio 2014).

Rete Ferroviaria Italiana e l'innovazione informatica

Il software “Voci di Tariffa”, sviluppato dall'ICT della Società per supportare il processo di gestione dei lavori all'infrastruttura ferroviaria, si è classificato al secondo posto nella categoria Medium Implementation.

Il riconoscimento è stato assegnato a RFI (Gruppo FS Italiane) da SAP AG, leader mondiale nelle soluzioni informatiche per il business, nell'ambito del concorso Quality Award, che premia i migliori software su base internazionale, secondo rigorosi criteri di qualità.

Un premio che conferma il primato nel campo dell'innovazione tecnologica di Rete Ferroviaria Italiana: già nel 2011 si era aggiudicata il primo e il secondo posto ai SAP Quality Awards per i progetti “Pianificazione strategica” e “Vendor Rating Materiali” (*Comunicato stampa RFI*, 13 maggio 2014).

Notizie dall'estero News from foreign countries

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

Corridoi Transnazionali Europei

“In attuazione del Regolamento Europeo 913/2010 finalizzato al rafforzamento della competitività del trasporto merci internazionale su ferro”, il 10 novembre 2013 sono entrati in funzione i primi due Corridoi merci internazionali che attraversano il territorio italiano:

- il Corridoio merci internazionale n. 6 (Mediterranean Corridor: Almería - Valencia/Madrid - Saragozza/Barcellona - Marsiglia - Lione - Torino - Milano - Verona - Padova/Venezia - Trieste/Capodistria - Lubiana - Budapest - Zahony), con sede a Milano;
- il Corridoio merci internazionale n. 1 (Zeebrugge - Anversa/Rotterdam - Duisburg - Milano - Genova), con sede a Francoforte.

Le informazioni sulle condizioni di utilizzo dei due Corridoi sono contenute nei Documenti Informativi di Corridoio (CID-Corridor Information Document) accessibili on line nei siti web www.railfreightcorridor6.eu e www.corridor1.eu

La sede operativa del Corridoio merci n.6 (che rappresenta l'unico Corridoio europeo che attraversa l'Italia lungo la direttrice est-ovest e che interseca sia il Corridoio merci n.1 sia gli altri due Corridoi merci internazionali di interesse italiano che entreranno in funzione alla fine del 2015) è localizzata a Milano. Il coordinamento delle attività del Corridoio merci n. 6 è svolto da un Direttore Esecutivo di nomina RFI.

A Milano risiede anche il C-OSS (Corridor One Stop Shop) del Corridoio merci n.6, ovvero lo sportello unico al quale i soggetti interessati si possono rivolgere per richiedere e ricevere risposte, in un'unica sede e con un'unica operazione, riguardo alla capacità di infrastruttura per i treni merci che attraversano almeno una frontiera lungo il Corridoio. Il C-OSS fornisce inoltre tutte le informazioni di base necessarie per organizzare trasporti internazionali di merci senza doversi rivolgere ai singoli gestori nazionali (Comunicato Stampa RFI, 18 febbraio 2014).

Trans-European Corridors

“In the implementation of European regulation 913/2010 aimed at strengthening competitiveness of international rail freight, the November 10, 2013 entered into operation the first two international freight corridors that cross the Italian territory:

- *the freight corridor No. 6 International (Mediterranean Corridor: Almería - Valencia/Madrid - Zaragoza-Barcelona-Marseille-Lyon-Turin-Milan-Verona-Padova-Venezia-Trieste/Koper-Ljubljana-Budapest-Zahony), based in Milan;*
- *the freight corridor No. 1 International (Zeebrugge-Antwerp/Rotterdam-Duisburg-Milano-Genova), based in Frankfurt.*

Information about the conditions of the two corridors are contained in the Informational Documents of the corridor (CID-Corridor Information Document) accessible online on the websites www.railfreightcorridor6.eu and www.corridor1.eu

The operational headquarters of the freight corridor No 6 (which is the only European corridor that crosses Italy along the East-West and intersects both the freight corridor No 1 and the other two international freight corridors of Italian interest which will come into operation by the end of 2015) is located in Milan. The coordination of the activities of the freight corridor No 6 is played by an Executive Director appointed by RFI.

Milan is also the C-OSS (Corridor One Stop Shop) of the freight corridor No 6, which is the one-stop shop to which stakeholders can contact to request and receive answers, in one place and with a single operation, in relation to the infrastructure capacity for freight trains crossing at least one border along the corridor. The C-OSS also provides all the basic information you need to organize the international transport of goods without having to go to individual national managers (RFI press, February 18, 2014).

Bombardier: contratto per aggiornare la seconda sezione del Corridoio Mediterraneo

Bombardier Transportation, come protagonista in un consorzio con Thales, ha acquisito il secondo contratto aggiudicato da ADIF, per l'aggiornamento del Corridoio Mediterraneo. La soluzione di comando e controllo, INTERFLO 200, sarà consegnata da Bombardier per la sezione di Almussafes-Valencia-Castellón de la Plana sulla costa orientale della Spagna. Il contratto totale è stimato in circa 44 milioni di euro (61 milioni di dollari), con la quota di Bombardier valutata a circa 27 milioni di euro (38 milioni US\$).

Questo progetto rappresenta la seconda fase dell'investimento totale nel Corridoio Mediterraneo pianificato da ADIF. Il primo è stato assegnato ad un consorzio Bombardier-Dimetronic nel luglio 2013, per la sezione di Castellbisbal-Tarragona. Il Corridoio Mediterraneo viene aggiornato da più di tre anni per migliorare i collegamenti tra i porti spagnoli e

gli itinerari merci europei; l'adozione di una soluzione "dual gauge" aumenterà l'accesso per il traffico internazionale.

Bombardier consegnerà inoltre il sistema BOMBARDIER EBI Lock 950 sistema computerizzato di controllo dell'esercizio (CBI) in aggiornamento di otto e per sette nuove installazioni, nonché l'EBI sistema di rilevamento avanzato di temperatura delle boccole. La consegna è prevista in 15 mesi e il contratto include 24 mesi di manutenzione.

A parere del produttore, il sistema INTERFLO 200 è ideale per linee sovraccariche dove gli intertempi sono ridotti e sono richiesti livelli di sicurezza più elevati. Il sistema può essere integrato con la tecnologia di protezione automatica (ATP) per treni nazionali ed aggiornato sull'operabilità per la gestione europea del traffico ferroviario (ERTMS). Installato estesamente in tutta Europa così come in Brasile, Russia e Thailandia, l'INTERFLO 200 è stato recentemente scelto per il grande progetto di ri-segnalazione a Durban, Sud Africa (*Comunicato stampa Bombardier*, 8 maggio 2014).

Bombardier wins contract to upgrade Second Section of Mediterranean Corridor

Rail technology manufacturer Bombardier Transportation, as the lead in a consortium with Thales, has won the second contract to be awarded by Spain's Administrator of Railway Infrastructure, ADIF, for the upgrade of the Mediterranean Corridor. The Bombardier INTERFLO 200 mainline solution will be delivered for the Almussafes-Valencia-Castellón de la Plana section on the east coast of Spain. The total contract is valued at approximately 44 million euro (\$61 million US), with Bombardier's share valued at approximately 27 million euro (\$38 million US).

This project is the second phase of the total investment in the Mediterranean Corridor planned by ADIF. The first was awarded to a Bombardier-Dimetronic consortium in July 2013

for the Castellbisbal-Tarragona section. The Mediterranean Corridor is being upgraded over three years to improve connections between the Spanish harbours and European freight routes; the adoption of a dual gauge solution will increase access for international traffic.

Bombardier will deliver the latest BOMBARDIER EBI Lock 950 computer-based interlocking (CBI) technology to upgrade eight and install seven new systems as well as provide advanced EBI Track train detection, communications and hot box detector systems. Delivery is planned in 15 months and the contract includes 24 months of maintenance.

INTERFLO 200 solutions are ideal for busy mainlines where headways are reduced and higher safety levels are required. It can be complemented with national automatic train protection (ATP) technology and upgraded to European Rail Traffic Management system (ERTMS) operation. Installed extensively across Europe as well as in Brazil, Russia and Thailand, INTERFLO 200 was recently chosen for the major re-signalling project in Durban, South Africa (Bombardier press, May 8, 2014).

Le FFS assegnano l'ordine per i 29 nuovi treni a Stadler Rail

Le FFS conferiscono a Stadler Rail il mandato per la realizzazione dei 29 nuovi elettrotreni per il traffico internazionale nord-sud, per un volume di quasi 1 miliardo di franchi. La procedura di appalto per l'acquisto dei 29 nuovi treni è iniziata ad aprile 2012. Il mandato è stato attribuito oggi dalle FFS. «La decisione è stata chiara. Stadler Rail ha soddisfatto i criteri dell'appalto con un netto vantaggio e ci ha offerto un treno orientato alla clientela», ha affermato il CEO delle FFS A. MEYER. Stadler Rail ha ricevuto il miglior punteggio nei due criteri di maggior peso, l'alta redditività complessiva (40%) e l'innovazione (25%) riguardante, in particolare, le esigenze della clientela relative alla sistemazione o alla sicurezza del passeggero.

In entrambi gli altri due criteri, tecnica (20%) e adempimento del contratto (15%), l'offerta di Stadler Rail era in linea con quelle degli altri offerenti. «Vogliamo offrire i treni migliori ai nostri clienti. Per il criterio della sistemazione del treno abbiamo messo al centro l'orientamento alla clientela, per la tecnica utilizzata la qualità è stata comprovata», ha da parte sua affermato J. PILLOUD, Direttrice Traffico viaggiatori FFS.

Alstom, Stadler Rail e Talgo sono stati i tre produttori di materiale rotabile che hanno inoltrato un'offerta per il mandato. La decisione è stata presa in seguito ad un complesso bando di concorso secondo la Legge federale e l'Ordinanza sugli acquisti pubblici (LAPub/OA-Pub). I criteri presi in considerazione per la valutazione sono stati pubblicati nell'ambito del bando di concorso pubblico su simap.ch. Ai sensi delle disposizioni legali, la creazione di valore aggiunto in Svizzera non era ammesso come criterio. Secondo quanto affermato da Stadler Rail, i nuovi treni saranno fabbricati a Bussnang (TG). Accanto all'aggiudicazione dell'attuale commessa di 29 treni, le FFS si sono assicurate, per contratto, un'opzione aggiuntiva per 92 treni supplementari. La decisione di aggiudicazione sarà pubblicata il 10 maggio 2014 su simap.ch; da quel momento entra in vigore un termine di ricorso di 20 giorni. Il contratto sarà sottoscritto probabilmente ad inizio giugno.

- *I nuovi treni offriranno più posti a sedere e comfort*

I nuovi elettrotreni potranno viaggiare fino a 249 km/h e offriranno 800 posti a sedere su una lunghezza di 400 m a doppia trazione; il 40% di posti in più rispetto a quanto offerto oggi dalle composizioni ETR 470, lunghe 230 m. Secondo quanto previsto dalla Legge federale sull'eliminazione di svantaggi nei confronti dei disabili, le FFS hanno deciso di proporre piani ribassati, un bisogno della clientela, utile anche per le persone anziane, per quelle con bagagli o

con carrozzine per bambini. Ogni composizione disporrà di due toilette accessibile alle persone in sedia a rotelle, così come passaggi adattati tra la prima, la seconda classe e il vagone ristorante. Questi treni saranno inoltre equipaggiati di toilette separate per uomini e donne, di ampie zone per i bagagli e di un sistema di informazioni per i passeggeri con annunci elettronici. Ci saranno anche zone del silenzio, per le famiglie e business, prese elettriche in tutti i posti a sedere e nuovi amplificatori di segnale per una buona ricezione mobile durante il viaggio.

- *Un sensibile miglioramento dell'offerta sul Gottardo*

Grazie ai nuovi treni le FFS potranno mettere a disposizione della propria clientela un numero sufficiente di posti a sedere, più comfort e un'offerta affidabile in vista della prevista crescita della domanda, dopo l'entrata in esercizio delle Gallerie di base del San Gottardo e del Monte Ceneri. Oggi le FFS trasportano mediamente 9000 persone al giorno lungo la linea del Gottardo. Entro il 2025 questo numero dovrebbe più che raddoppiare grazie alla concentrazione e all'accelerazione dell'offerta e già per il 2020 le FFS prevedono che vi saranno almeno 15 000 passeggeri al giorno.

Stando agli accordi contrattuali con Stadler Rail, i nuovi treni dovrebbero poter entrare in servizio gradualmente dal 2019. Dovranno ricevere l'omologazione per la Svizzera, la Germania e l'Italia e circoleranno dapprima tra Basilea/Zurigo e Milano e, più avanti, potranno anche essere impiegati su altre tratte, in particolare su quelle internazionali. Nel Gottardo questi treni sostituiranno sul lungo termine i treni ad assetto variabile ICN ed ETR 610. Durante la fase transitoria, fino a fine 2019, le FFS hanno ordinato otto ulteriori treni ad assetto variabile del tipo ETR 610. Questi ETR 610 aggiuntivi entreranno in servizio ancora nel corso del 2014 e sostituiranno i treni del tipo ETR 470, che saranno dismessi.

Quando i nuovi elettrotreni nord-sud di Stadler Rail entreranno in servizio, gli ETR 610 saranno utilizzati sulla linea del Sempione, mentre gli ICN su quella ai piedi meridionali del Giura. Grazie a questi nuovi treni, le FFS disporranno non solo a breve termine, ma anche a lungo termine di sufficiente materiale rotabile moderno e orientato alla clientela per il traffico nord-sud. In totale le FFS investiranno nei prossimi anni all'incirca un miliardo di franchi l'anno per il nuovo materiale rotabile (*Comunicato stampa FFS*, 9 maggio 2014).

SBB orders 29 new trains from Stadler Rail

SBB is buying 29 new internationally operable multiple-unit trains for its North-South services from Stadler Rail. The deciding factors were Stadler Rail's top ratings in terms of overall value for money and customer requirements. The total order volume comes to just under CHF 1 billion. The new trains will enable SBB to offer its customers sufficient seating capacity, more comfort and reliable services following the opening of the Gotthard and Ceneri base tunnels and the expected resulting growth in demand. As contractually agreed with Stadler Rail, the trains are to be successively taken into service from end-2019 onward.

SBB is commissioning Stadler Rail to build 29 new international multiple-unit trains for north-south services. The volume of the order comes to just under CHF 1 billion. SBB launched the tender procedure for 29 new trains in April 2012, and awarded the contract today. "The decision was clear: Stadler Rail best met the tender criteria by far and is offering us a very customer-friendly train", says SBB CEO A. MEYER. Stadler Rail obtained top ratings for the two most heavily weighted main criteria: its bid excelled in terms of overall value for money (40%) and innovation (25%), especially in respect of customer requirements such as design and passenger safety. With regard to the two other criteria -

technology (20%) and fulfillment of contractual requirements (15%) - Stadler Rail's offer was comparable to those of the other bidders. "We want the best train for our customers. When it came to the train's design, customer focus was the top priority and the technology being used is tried-and-tested", says J. PILLOUD, head of SBB's Passenger Division.

Three rolling stock manufacturers - Alstom, Stadler Rail and Talgo - submitted bids for this major order. The decision was preceded by a lengthy procedure in accordance with the Swiss federal law and ordinance on public procurement. The evaluation criteria were listed in the public invitation to tender at simap.ch. According to the legal stipulations, the proportion of added value in Switzerland was not a criterion. Stadler Rail says it will have the trains built in Bussnang (Switzerland). As well as the additional 29 trains now ordered, SBB is securing contractual options on up to 92 more. The award decision will be published on simap.ch on 10 May 2014, with a 20-day appeal period beginning on the same day. The contract is expected to be signed at the beginning of June.

- New trains to offer more seats and comfort

The new multiple-units, each of which will have two power cars and be up to 400 m long, will operate at speeds of up to 249 km/h and provide over 800 seats. That is about 40% more than the current 230 m long ETR 470 trains. In accordance with the law on equality for disabled persons and to meet customer requirements, SBB has opted for low-floor boarding, thus facilitating access for elderly persons or people with luggage and prams, for example. Each train will have two wheelchair-accessible toilets and gangways providing connections between 1st and 2nd class accommodation and to the restaurant car. Other features include separate men's and women's toilets, spacious luggage storage areas and a passenger information system with electronic

displays. Quiet, family and business zones will also be provided, along with power sockets at all seats and new signal boosters for improved mobile phone reception.

- Noticeable improvement to services through the Gotthard.

The new trains will enable SBB to offer its customers sufficient seating capacity, more comfort and reliable services following the opening of the Gotthard and Ceneri base tunnels and the concomitant growth in demand. About 9,000 people a day currently travel through the Gotthard on SBB trains. By 2025 the number of travellers is set to more than double thanks to faster and more frequent services, and SBB is already expecting the number to rise to at least 15,000 daily by 2020.

According to the contractual agreement with Stadler Rail, the new trains will successively come into service as of the end of 2019. They should be authorized for use in Switzerland, Germany and Italy, and will initially run between Basel/Zurich and Milan before eventually being deployed on other - especially international - routes. On the Gotthard route, the trains will eventually replace the ICN and ETR 610 tilting trains. For the transitional period up to end-2019, SBB has ordered eight additional ETR 610 tilting trains. These ETR 610s will already start operating as of 2014, replacing the ETR 470 trains, which will be taken out of service.

Once the Stadler Rail multiple-units are commissioned, the ETR 610s will be redeployed on the Simplon line and the ICNs on sinuous routes such as that along the southern foot of the Jura. Thanks to the new trains, SBB will have sufficient modern and customer-friendly rolling stock for north-south services not only in the near term but for the long-term future as well. In total, SBB is investing about one billion francs a year in new rolling stock over the next few years (FFS Press, May 9, 2014).

TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION

Hupac rafforza la propria leadership di mercato

Hupac ha concluso un anno 2013 soddisfacente. A fronte di un leggero aumento del volume di traffico, è stato possibile conseguire un aumento dell'utile annuo. Nuove opportunità si profilano con l'entrata in funzione della galleria di base del Gottardo. Grazie all'accordo bilaterale sui trasporti, le tratte di accesso verso l'Italia potrebbero essere adeguate a lunghezze di treno di 750 m già nel 2017, rendendo possibile un significativo incremento di produttività. Hupac intende consolidare la propria leadership di mercato con investimenti nella nuova business unit "Company Shuttle" e in materiale rotabile di proprietà per la Russia. Grande priorità viene assegnata al tema del rumore. In qualità di pioniere nella riduzione dell'inquinamento acustico ferroviario, Hupac investe nello sviluppo di carri merci ancor più silenziosi dotati di freni a disco. A decorrere dal 2016, il Gruppo utilizzerà solo carri a bassa emissione fonica.

Un risultato economico soddisfacente. Nell'anno d'esercizio 2013, Hupac ha aumentato il proprio fatturato del 5,7%, elevandolo a CHF 480,2 mio. e chiudendo l'anno con un utile d'esercizio pari a CHF 6,6 mio. Un risultato soddisfacente che corrisponde ad una crescita del 49,5%, a cui hanno contribuito anche le società partecipate con un sensibile incremento dei profitti rispetto all'anno precedente. Il cash flow ha avuto un'evoluzione positiva e a fine anno ammontava a CHF 50,8 mio. (+5,6%), mentre gli investimenti materiali sono ammontati a CHF 9,7 mio. collocandosi quindi a un livello inferiore del 70,9% rispetto all'esercizio precedente. La scarsa attività d'investimento del Gruppo Hupac è riconducibile soprattutto alla minore necessità di investire in materiale rotabile, dovuta alla tuttora modesta domanda di trasporti e alla maggiore disponibilità di carri conseguente al-

l'ottimizzazione dell'attività di manutenzione.

- *Galleria di base del Gottardo: opportunità da sfruttare*

L'entrata in funzione della galleria di base del Gottardo, prevista per dicembre 2016, comporterà un netto miglioramento delle condizioni quadro per il trasporto combinato nel transito alpino attraverso la Svizzera. La nuova ferrovia di pianura farà risparmiare sui costi, ad esempio con l'accorciamento della tratta e la soppressione della trazione multipla. Tuttavia, l'intero asse di traffico nord-sud raggiungerà la sua piena efficienza solo dopo il 2020, quando l'apertura della galleria di base di Monte Ceneri e l'adeguamento del corridoio al profilo di 4 m saranno una realtà. E' perciò fondamentale che entro il 2017 venga approntato almeno un primo asse per lunghezze di treno di 750 m fino ai terminal dell'Italia settentrionale. Ciò sarebbe possibile grazie all'accordo sul traffico merci recentemente sottoscritto dalla Svizzera con l'Italia, che disciplina anche il finanziamento delle opere. "L'aumento della lunghezza dei treni dagli attuali 550 m a 750 m permetterà, dopo l'apertura della galleria di base del Gottardo, di incrementare fortemente la produttività del trasporto intermodale e di trasferire su rotaia un numero molto maggiore di trasporti", ha commentato H.-J. BERTSCHI, presidente del Consiglio di Amministrazione di Hupac SA, in occasione della conferenza stampa sul bilancio a Zurigo. Il terminal Hupac di Busto Arsizio-Gallarate è già predisposto per accogliere treni lunghi 750 m in conformità allo standard europeo.

- *Nuova business unit "Company Shuttle"*

Anche sul piano commerciale Hupac si posiziona in funzione di un'ulteriore sviluppo. Il traffico combinato è un mercato in espansione in cui un numero crescente di trasportatori dispone di volumi per treni completi. Per i clienti disposti ad assumersi il rischio di sfruttamento del treno, dall'autunno 2014 Hupac offrirà il servizio "Company Shuttle".

Mentre Hupac si concentrerà sull'organizzazione dei treni blocco, gli altri componenti del servizio quali materiale rotabile, operazioni di trasbordo, gestione eventi ecc., potranno essere inseriti in modo opzionale in base alle specifiche esigenze del cliente. Sin dal 2003 Hupac offre concetti slot che consentono ai clienti di riservarsi un determinato numero di posti sul treno. "La nuova Business Unit tiene conto dell'evoluzione del mercato", ha spiegato BERTSCHI. "Mentre i clienti con un piccolo volume di trasporti beneficiano dei vantaggi offerti dalla vasta rete di Hupac, le imprese di trasporti con adeguato impegno in termini di volume, potranno pianificare e prenotare con noi i loro specifici treni completi".

All'avanguardia in tema di inquinamento acustico: dal 2016 tutti i treni Hupac saranno a bassa rumorosità. Hupac intende rafforzare il proprio ruolo di pioniere in materia di trasporto merci ecologico ed a bassa emissione fonica. Già negli anni Novanta l'operatore aveva assunto un ruolo di guida nello sviluppo del cosiddetto "freno silenzioso", in grado di dimezzare il livello del rumore percepito rispetto agli odierni carri merci di tipo tradizionale. Ed è dal 2001 che Hupac sta convertendo sistematicamente il proprio parco carri alla nuova tecnologia. A fine 2013, il 93% dei carri risultava equipaggiato con freni realizzati con materiale composito resinoso a bassa emissione fonica. Diversamente dai vecchi freni con ceppi in ghisa grigia, questa cosiddetta "suola K" non irruvidisce la superficie di rotolamento delle ruote, mantenendola liscia e riducendo pertanto la rumorosità dei treni di circa 10 decibel. La conversione del parco carri verrà completata entro fine 2015 e dal 2016 Hupac opererà con tutti i convogli a bassa rumorosità.

In futuro, un'ulteriore riduzione dell'emissione acustica di 5 decibel potrà essere ottenuta solo attraverso l'adozione di freni a disco. Nel corso del 2014 Hupac sperimenterà questo tipo di freno conducendo delle misurazioni di rumorosità e delle prove operative; è già in programma l'ordi-

nazione di una prima serie di carri tasca dotati di freni a disco.

- *Carri propri anche per l'emergente mercato russo*

Nell'esercizio 2013, la strategia di Hupac di gestire i trasporti intermodali con risorse proprie ha trovato attuazione anche sul mercato russo. Nell'autunno 2013 è stato sviluppato il prototipo di un carro portacontainer da 60 piedi concepito per lo scaricamento largo delle ferrovie russe; entro la metà del 2014 è prevista la fornitura di 100 carri che verranno acquistati e gestiti dalla neocostituita società affiliata Hupac LLC di Mosca. "Disporre di proprio materiale rotabile significa assicurare vicinanza al mercato, flessibilità ed elevata produttività", ha dichiarato BERTSCHI. "Si tratta di vantaggi dei quali la clientela Hupac potrà beneficiare anche sull'asse est-ovest".

- *Esercizio 2014*

Nell'anno d'esercizio 2014, Hupac si sta preparando alle nuove condizioni quadro conseguenti all'apertura della galleria di base del Gottardo. Verranno portati avanti i progetti inerenti ai terminal di Milano Smistamento, Piacenza e Brescia, facenti l'oggetto del Memorandum of Understanding sottoscritto nel 2012 tra FS Italiane, FS Logistica, CEMAT e Hupac. Per il terminal di Milano Smistamento, Hupac e i suoi partner hanno presentato una richiesta di finanziamento presso l'Ufficio federale dei trasporti.

La galleria di base del Gottardo pone il settore davanti all'impegnativo compito di elaborare e attuare nuovi concetti per la gestione efficiente del traffico intermodale. "Insieme ai nostri partner ferroviari, ricerchiamo modalità che ci consentano di impiegare le risorse come locomotive, macchinisti e carri con la massima razionalità ed economicità", ha affermato B. KUNZ, CEO del Gruppo Hupac. Il traffico merci su strada sta esercitando una concorrenza sempre più pressante, spingendo il settore a cercare soluzioni sostenibili. "Con una struttura dei costi in linea con il mercato, il settore del

trasporto intermodale continuerà ad espandersi anche in futuro", è convinto KUNZ.

Un altro fattore decisivo è la qualità del servizio. Treni puntuali consentono un'elevata rotazione delle risorse impiegate, mentre treni poco puntuali provocano un'enorme perdita di produttività e incrinano la fiducia dei clienti. Nell'esercizio in esame Hupac ha effettuato investimenti finalizzati a misure di sostegno della qualità. Il servizio di monitoraggio della produzione, condotto in sintonia con ferrovie, terminal e clienti, provvede a coordinare la circolazione dei treni 24 ore su 24 e sette giorni alla settimana. All'occorrenza, l'impiego di composizioni sostitutive dislocate in vari punti nodali della rete ferroviaria va a compensare le carenze qualitative più gravi. KUNZ: "Di molte irregolarità del traffico i nostri clienti nemmeno si accorgono, ed è questo un esempio del nostro contributo per garantire la qualità".

Per l'anno in corso Hupac prevede una situazione di stabilità, con un leggero aumento del trasporto merci. Le attuali relazioni di traffico verranno rinforzate e all'occorrenza razionalizzate in base alla domanda. Inoltre, Hupac proseguirà nella sua strategia di sviluppo sui mercati emergenti di Europa orientale, Russia ed Estremo Oriente (*Comunicato stampa Hupac*, 12 maggio 2014).

Hupac continues to expand its market leadership

Hupac can look back on a satisfactory 2013 financial year. With a slight increase in the volume of transports the company generated a higher profit for the year. The opening of the Gotthard base tunnel will provide new opportunities. Due to the bilateral transport agreement the feeder lines to Italy could be ready to accommodate 750-meter trains as early as 2017, which would boost productivity considerably. Hupac intends to further expand its market leadership by invest-

ing in the new "Company Shuttle" business unit and in rolling stock for Russia. Another top priority is the issue of noise abatement. Hupac, as a pioneer in the reduction of railway noise, is investing in the development of even lower noise freight wagons with disk brakes. Starting in 2016 the company will only use low-noise freight wagons.

Satisfactory annual result In financial year 2013, Hupac's turnover rose by 5.7% to CHF 480.2 million. The company generated a profit of CHF 6.6 million for the year, corresponding to an increase of 49.5%. The performance of the holdings improved significantly compared to the prior year which also contributed to the favorable result. Cash flow was strong and amounted to CHF 50.8 million (+5.6%) at year-end. Investments in fixed assets totaled CHF 9.7 million and thus were 70.9% below the prior year level. The reduced investment activities of the Hupac Group are primarily attributable to lower investment needs in the rolling stock caused by the continued low demand in transports and a higher availability of wagons as a result of the optimised maintenance services.

- Gotthard base tunnel: offering future opportunities

With the opening of the Gotthard base tunnel in December 2016 the general conditions for intermodal transports on the Swiss Alpine transit route will improve sharply. The new flat rail link will save costs, for example due to a shorter route and the elimination of multiple traction. However, the complete north-south axis is not expected to be fully operational until after 2020 when the Ceneri base tunnel opens up and the corridor has been adapted to the 4 m profile. Therefore, it is even more important to complete at least a first line for 750 m trains to the terminals in northern Italy by 2017. This is to be made possible through the recently signed transport agreement between Switzerland and Italy, which also covers the financing of the construction works. "An increase in train

length from the current 550 m to 750 m will allow us to substantially boost the productivity of intermodal transport after the opening of the Gotthard base tunnel and to shift significantly more freight to the railways" explained H.-J. BERTSCHI, Chairman of the Board of Directors of Hupac AG during the financial media conference in Zurich. The Hupac terminal Busto Arsizio-Gallarate is already designed for 750 m trains in accordance with the European standard.

- New "Company Shuttle" business unit

Hupac is also preparing for further growth at the commercial level. Intermodal transport is a growth market where more and more forwarders have the volumes for block trains. Starting in autumn 2014, Hupac will offer its new "Company Shuttle" services to customers willing to bear the capacity utilization risk. Hupac will focus on the organization of the block train concepts while other service components, such as rolling stock, terminal handling, event management, etc. may be optionally included based on customer needs. Hupac has been offering slot concepts as far back as 2003 where customers take over a certain number of slots on a train. "The new business unit accommodates the developments in the market", said BERTSCHI. "While customers with small volumes benefit from the advantages of Hupac's extensive network, transportation companies with adequate volume commitment will be able to schedule and book their own customer-specific trains with us in the future".

Pioneer in railway noise abatement: all low-noise Hupac trains as of 2016 Hupac intends to further expand its pioneering role in eco-friendly, low-noise rail freight transportation. As far back as the 1990s the company was at the forefront in the development of the so-called "whisper brake" which cuts the perceived noise approximately in half compared to today's conventional freight trains. Hupac started to systematically adapt its wagon fleet to the new technology in 2001. By the end of 2013, 93% of the company's own wag-

ons were equipped with brakes made of a low-noise synthetic resin composite. Unlike the old metal brakes of grey cast iron, this so-called K-pad does not deform the running surface of the wheels. It remains smooth causing the trains to run more quietly by approximately 10 decibels. The refitting of the wagon fleet is expected to be completed by the end of 2015. Starting in 2016 Hupac will operate only low-noise trains.

In the future, a further reduction of the noise level by 5 decibel can only be achieved with disk brakes. During the current year Hupac will test wagons equipped with disk brakes, take noise measurements and perform operational tests. An order for a first series of pocket wagons with disk brakes will be placed shortly.

- Own wagons for the emerging Russian market

Hupac's strategy to use its own resources for intermodal transport was also implemented in the Russian market in financial year 2013. In the fall of 2013 a prototype for a 60-ft. container flat wagon was designed for the Russian broad gauge track. One hundred wagons are expected to be delivered by mid-2014. The wagons are procured and managed by the new subsidiary Hupac LLC in Moscow. "Having our own rolling stock ensures market presence, flexibility and maximum productivity" said BERTSCHI. "Hupac's customers are able to benefit from these advantages on the east-west connection as well".

- Financial year 2014

During the 2014 financial year Hupac will prepare for the new situation following the opening of the Gotthard base tunnel. The Milano Smistamento, Piacenza and Brescia terminal projects, which were the subject of a memorandum of understanding signed between FS Italiane, FS Logistica, CEMAT and Hupac in 2012, will continue. Hupac and its partners have submitted a joint request for financial support for the Milano Smistamento terminal to the Swiss Federal Office of Transport.

The Gotthard base tunnel is a

challenge for the industry to develop and implement new concepts for efficient train operations. "Together with our railway partners we are looking for ways to utilize the necessary resources, such as engines, drivers and wagons, as efficiently and cost-effectively as possible", said Bernhard Kunz, CEO of the Hupac Group. The competitive pressure from road freight transports is growing steadily and forces the industry to develop effective strategies. "We firmly believe that with a market oriented cost structure, inter-modal transports will continue to be a growth market".

Another key factor is quality. On-time trains enable a maximum circulation of the resources in service, while delays cause an enormous loss in productivity and customer confidence. During the reporting year, Hupac invested specifically in quality support activities. The production monitoring unit coordinates the circulation of trains around the clock, seven days a week, by interaction with the railways, the terminals and the customers. When necessary, substitute trains stationed at different hubs within the network are able to absorb the most serious quality defects. KUNZ: "Our customers will often not even notice a disruption in operations – an example of our contribution to quality assurance".

Hupac anticipates business to be stable or increase slightly during the current year. The existing routes will be expanded in line with demand and streamlined, as needed. Hupac will continue to adhere to its development strategy in the growth markets of Eastern Europe, Russia and the Far East (Hupac press, May 12, 2014).

**INDUSTRIA
MANUFACTOR**

Risultati Alstom 2013/14

Nell'esercizio 2013/2014, Alstom ha registrato ordini per 21,5 miliardi di euro, in calo del 10% rispetto allo scorso esercizio. Il fatturato, a quota 20,3 miliardi di euro, ha registrato una crescita organica del 4%

rispetto all'esercizio precedente. L'utile operativo è stato pari a 1.424 milioni di euro, in calo del 3%, con un margine operativo del 7%. L'utile netto è diminuito, passando da 768* milioni di euro nel 2012/13 a 556 milioni di euro, a causa, essenzialmente, dell'impatto di spese finanziarie e di ristrutturazione più elevate, della cancellazione di alcuni specifici crediti inesigibili e dello stanziamento di accantonamenti. Il free cash flow è tornato a essere positivo nel secondo semestre dell'esercizio 2013/14, pari a 340 milioni di euro, dopo un cash flow negativo di 511 milioni di euro del primo semestre.

Durante la prossima Assemblea Generale, non verrà proposta alcuna distribuzione di dividendi (fig. 1).

"Alstom ha realizzato una performance commerciale migliore nel secondo semestre che ha consentito al Gruppo di chiudere l'esercizio con un rapporto ordini ricevuti su fatturato superiore a 1. Il fatturato ha registrato un aumento del 4%, grazie essenzialmente alla solida performance dei settori Transport e Renewable Power. Il margine operativo, pari al 7%, ha beneficiato in particolare di un mix di ordini favorevole all'interno di Thermal Power, della costante progressione dei risultati del settore Transport e dell'impatto del nostro Piano di Performance deno-

minato d2e. Il free cash flow è stato positivo nel secondo semestre, compensando parzialmente il significativo outflow del primo semestre. Alstom ha ricevuto un'offerta vincolante da General Electric (GE) per acquisire le nostre attività del settore Energia (Power e Grid). Il Gruppo ha valutato la possibilità di considerare offerte alternative informali che possano essere ritenute superiori. Qualora tale progetto fosse approvato e portato a termine, Alstom si rifocalizzerebbe sulle sue attività Transport", ha affermato P. KRON, presidente e amministratore delegato di Alstom.

- Una migliore performance commerciale nel secondo semestre

Le difficili condizioni macroeconomiche hanno continuato a gravare sulla performance commerciale di Alstom in un ambiente economico ancora poco dinamico nei paesi sviluppati. In tale contesto, sono stati rinviati numerosi progetti di infrastrutture importanti, in particolare nel settore Thermal Power.

Nel corso dell'esercizio 2013/14, Alstom ha registrato ordini per 21,5 miliardi di euro, in calo del 10% rispetto all'esercizio precedente, con un aumento degli ordini del 4% nel secondo semestre, grazie ad alcuni importanti contratti acquisiti nei settori Thermal Power e Transport. Il 31 marzo 2014 il portafoglio ordini am-

(in milioni di euro)	2012/13*	2013/14	% variazione su base pubblicata	% variazione su base organica
Dati su base reale				
Ordini ricevuti	23.770	21.498		(6)%
Portafoglio ordini	52.875	51.458	(10)%	2%
Fatturato	20.269	20.269	(3)%	0%
Utile operativo	1.463	1.424	(3)%	
Margine operativo	7,2%	7,0%	-	
Utile netto	768	556	(28)%	
Free cash flow	408	(171)	-	

* Adeguato alla nuova versione IAS 19R

(Fonte - Source: Siemens)

Fig. 1 – Le cifre "chiave" di Alstom.
Fig. 1 – Alstom Strategic Keys.

montava a 51,5 miliardi di euro, corrispondente a 30 mesi di fatturato.

Thermal Power ha registrato ordini per 9 miliardi di euro nell'esercizio 2013/14. L'esigua acquisizione di nuovi ordini durante i primi nove mesi dell'esercizio è stata in parte compensata da un quarto trimestre più dinamico con un importante contratto per una centrale a vapore in Polonia e turbine a gas in Iraq e Cile. Il numero delle turbine vendute nel corso dell'anno è pari a 11. Gli ordini di Thermal Power Services hanno raggiunto i 4,9 miliardi di euro.

Il settore Renewable Power ha realizzato, durante l'esercizio 2013/14, una solida performance commerciale, con ordini acquisiti pari a 2,6 miliardi di euro, grazie a numerosi contratti nell'idroelettrico in Albania, Turchia, Canada, India e Israele. Nell'eolico, il settore ha registrato successi commerciali significativi, in particolare in Brasile.

Nel corso dell'esercizio, il settore Grid ha registrato un livello di ordini pari a 3,5 miliardi di euro, in calo rispetto all'esercizio precedente poiché, nel periodo considerato, non è stato avviato alcun progetto nel campo della trasmissione in corrente continua ad alta tensione (HVDC). Escludendo Dolwin 3 e Champa (due progetti di trasmissione in corrente continua ad alta tensione registrati nell'esercizio 2012/13), gli ordini sono rimasti stabili da un esercizio all'altro.

Il settore Transport ha nuovamente registrato un elevato livello di ordini, pari a 6,4 miliardi di euro, con un secondo semestre particolarmente dinamico (3,5 miliardi di euro). Sono stati registrati, in particolare, successi in Arabia Saudita (progetto di metropolitana chiavi in mano), Francia (treni regionali) e Cile (modernizzazione della rete metropolitana). Il settore Transport ha un portafoglio ordini di 23,2 miliardi di euro, corrispondente a 4 anni di attività. Il più importante contratto della storia di Alstom, per treni suburbani in Sudafrica, verrà registrato nel primo trimestre 2014/15 e ammonta a 4 miliardi di euro.

- *Una crescita organica del fatturato e una stabilità dell'utile operativo*

Il Gruppo ha realizzato nel 2013/14 un fatturato pari a 20,3 miliardi di euro, in aumento del 4% su base organica rispetto allo scorso esercizio. Tale aumento è attribuibile essenzialmente ai settori Transport e Renewable Power (entrambi in aumento del 9% su base organica). Il fatturato di Grid è aumentato su base organica del 6%, mentre il fatturato di Thermal Power è rimasto stabile.

Nel corso dell'esercizio 2013/14, l'utile operativo del Gruppo è stato pari a 1.424 milioni di euro, rispetto ai 1.463 milioni di euro dell'esercizio precedente, corrispondente a un margine operativo del 7%. Il margine operativo del settore Thermal Power è leggermente aumentato, passando a quota 10,6%, grazie al contributo di Thermal Services e al rigoroso controllo dei costi. Il margine operativo del settore Renewable Power, pari al 4,5%, ha subito l'impatto di un mix di ordini sfavorevole e della costante pressione sui prezzi del settore eolico. Il margine operativo del settore Grid ha subito un lieve calo, passando al 5,6%, penalizzato dalla commercializzazione di alcuni ordini di prodotti standard aventi margini esigui. Il margine operativo del settore Transport ha confermato la sua ripresa raggiungendo quota 5,6% grazie all'aumento dei volumi e agli sforzi compiuti sui costi.

Il piano "Dedicated to Excellence" (d2e), presentato lo scorso novembre, ha registrato notevoli progressi. Una rigorosa disciplina sui costi a livello di settori e Corporate ha consentito ad Alstom di ottenere risparmi per oltre 500 milioni di euro alla fine del 2013/14, rispetto alla base costi del 2012/13.

L'utile netto ha raggiunto i 556 milioni di euro, in calo del 28% rispetto al risultato dello scorso anno. Tale dato ha subito l'impatto delle spese di ristrutturazione (220 milioni di euro nel 2013/14 rispetto ai 137 milioni dello scorso esercizio), di spese finanziarie e di aliquote fiscali più elevate nonché di spese legali e di specifici crediti svalutati.

- *Free Cash Flow positivo nel secondo semestre*

Dopo un elevato outflow nel primo semestre del 2013/14, il free cash flow è tornato a essere positivo, a quota 340 milioni di euro nel secondo semestre, sostenuto dalla gestione efficiente del fabbisogno di capitale circolante e da anticipi clienti più elevati. Per l'intero esercizio, il free cash flow è pari a (171) milioni di euro, particolarmente penalizzato nel primo semestre dall'impatto finanziario negativo di alcuni contratti eseguiti durante il periodo.

Il Gruppo ha una liquidità pari a 2,3 miliardi di euro a fine marzo 2014 e una linea di credito concessa e non utilizzata di 1,35 miliardi di euro.

Al 31 marzo 2014, l'indebitamento netto è pari a 3.019 milioni di euro rispetto ai 2.342 milioni di euro del 31 marzo 2013. Tale aumento è dovuto principalmente al free cash flow negativo e al pagamento del dividendo per l'esercizio 2012/13.

Il patrimonio netto è rimasto stabile nel periodo considerato, a quota 5.109 milioni di euro al 31 marzo 2014, rispetto ai 5.087 milioni di euro al 31 marzo 2013 (adeguato alla nuova versione IAS 19R).

Durante la prossima Assemblea Generale, che si terrà il 1° luglio 2014, non verrà proposta alcuna distribuzione di dividendi.

- *Riorientamento strategico*

Come annunciato precedentemente, Alstom ha ricevuto un'offerta vincolante da General Electric (GE) per acquisire le sue attività nel settore energia. La transazione proposta comprende i settori Thermal Power, Renewable Power e Grid, così come i servizi Corporate e gli Shared Services. Il prezzo proposto rappresenta un Equity Value di 12,35 miliardi di euro e un Enterprise Value di 11,4 miliardi di euro, o di 12,2x FY2012/13 EBIT.

Nel quadro di tale offerta vincolante, Alstom non può richiedere offerte a terze parti per l'acquisizione del suo settore energia. Il

Gruppo si è tuttavia riservato il diritto di considerare offerte informali per il suo settore energia e avviare trattative con gli offerenti che dimostrino un serio interesse che potrebbe portare a un'offerta superiore per Alstom.

Qualora il progetto fosse approvato e portato a termine, Alstom si rifocalizzerebbe sulle sue attività Transport, nel quale è uno dei leader mondiali. Alstom utilizzerebbe i proventi della vendita per rafforzare la sua attività Transport, diminuire il suo indebitamento e far pervenire liquidità ai suoi azionisti. La prevista cessione di una partecipazione minoritaria nel settore Trasport è conseguentemente sospesa (*Comunicato stampa Alstom*, 7 maggio 2014).

Alstom 2013/14 results

Between 1 April 2013 and 31 March 2014, Alstom booked €21.5 billion of orders, down 10% compared to last year. Sales, at €20.3 billion, showed a 4% organic growth compared to last year. Income from operations amounted to €1,424 million, down 3%, with a 7% operating margin. The net result decreased from €768* million in 2012/13 to €556 million, affected mainly by higher restructuring and financial charges as well as some specific writeoffs and provisions. The free cash flow has been positive in the second half of 2013/14 with €340 million generated, after the €511 million outflow in the first half.

No dividend distribution will be proposed at the next Annual General Meeting (fig. 1).

"Alstom delivered a better commercial performance in the second half allowing the Group to end the year with a book-to-bill ratio above 1. Sales were up 4% organically driven mainly by the strong performance of Transport and Renewable Power. The operating margin, at 7%, benefited notably from a favorable mix in Thermal Power, continuing progress of Transport results and the impact of our Performance Plan,

d2e. Free cash flow has been positive in the second half, partly offsetting the significant outflow of the first half. Alstom received last week a binding offer from General Electric to acquire our Energy (Power and Grid) activities. The Group has retained the possibility to consider unsolicited alternative offers that may be deemed superior. Should this project be approved and completed, Alstom would refocus on its Transport activities", said P. KRON, Alstom's Chairman and Chief Executive Officer.

- A better commercial performance in the 2nd half

Challenging macro-economic conditions continued to weigh on Alstom's commercial performance with still a sluggish economic environment in mature countries. In this environment, a large number of major infrastructure projects have been postponed, notably in Thermal Power.

During fiscal year 2013/14, Alstom registered €21.5 billion of orders, down 10% compared to last year, with orders up 4% in the second half thanks to some large contracts booked in Thermal Power as well as in Transport. On 31 March 2014, the backlog amounted to €51.5 billion, representing 30 months of sales.

Thermal Power registered €9.0 billion of orders in 2013/14. The weakness in new build orders during the first nine months has been partly offset by a better Q4 with a large steam order in Poland and gas turbines booked in Iraq and Chile. The number of turbines sold over the year amounts to 11. Thermal Power Services orders reached €4.9 billion.

Renewable Power achieved in 2013/14 a strong commercial performance, with order intake at €2.6 billion, thanks to several hydro contracts booked in Albania, Turkey, Canada, India and Israel. In wind, the Sector registered significant commercial successes, notably in Brazil.

Over the period, Grid booked €3.5 billion of orders, decreasing compared to last year, as no large High Voltage Direct Current (HVDC) project was awarded during the period. Excluding

Dolwin 3 and Champa (two HVDC projects booked over the year 2012/13), orders were stable year-over-year.

Transport registered again a solid level of orders, at €6.4 billion with a particularly dynamic second half (€3.5 billion). Successes were notably booked in Saudi Arabia (turnkey metro project), France (regional trains) and Chile (modernisation of the metro network). Transport has a backlog of €23.2 billion, representing 4 years of activity. The largest contract in Alstom's history, for suburban trains in South Africa, will be booked in the first quarter 2014/15 for €4 billion.

- Sales organic growth and stability in operating profit

In 2013/14, the Group's sales stood at €20.3 billion, up 4% organically compared to last year. This increase was mostly driven by Transport and Renewable Power (both up 9% organically). Sales in Grid were also up organically by 6%, while Thermal Power sales remained stable.

In fiscal year 2013/14, income from operations amounted to €1,424 million versus €1,463 million in the previous year, corresponding to an operating margin of 7%. The operating margin in Thermal Power slightly increased at 10.6%, thanks to Thermal Services contribution and tight cost control. Renewable Power's operating margin, at 4.5% was affected by unfavourable mix and continuing price pressure in wind. The operating margin in Grid slightly decreased to 5.6%, penalised by the trading of some orders of standard products with low margins. Transport's operating margin continued to recover at 5.6% thanks to volume increase and efforts on costs.

The "Dedicated to Excellence" (d2e) plan, presented last November, has shown sound progress. Tight spend discipline at Sectors and Corporate levels allowed Alstom to achieve over €500 million of savings at the end of 2013/14 vs 2012/13 cost base.

Net profit amounted to €556 million, down 28% compared to last year.

It was impacted by restructuring costs (€220 million in 2013/14 compared to €137 million last year), higher financial expenses and tax rate, as well as some specific legal charges and write-offs.

- Positive Free Cash Flow in the 2nd half

After a large cash outflow in the first half of 2013/14, the free cash flow was positive at €340 million in the second half, supported by efficient working capital management and higher down payments. For the full year, the free cash flow amounted to €(171) million, particularly affected in the first half by un favorable cash profile of some contracts executed during the period.

The Group had a gross cash in hands of €2.3 billion at the end of March 2014 and a confirmed undrawn credit line of €1.35 billion.

At 31 March 2014, net debt stood at €3,019 million compared to €2,342 million at 31 March 2013. This increase over the year mainly resulted from the negative free cash flow and the payment of the dividend for 2012/13.

Equity remained stable over the period, standing at €5,109 million at 31 March 2014 from €5,087 million at 31 March 2013 (adjusted for revised IAS 19).

No dividend will be proposed to the next Annual General Meeting to be held on 1 July 2014.

- Strategic reorientation

As disclosed last week, Alstom received a binding offer from GE to acquire its Energy business. The scope of the proposed transaction includes Thermal Power, Renewable Power and Grid Sectors, as well as corporate and shared services. The proposed price represents an Equity Value of €12.35 billion and an Enterprise Value of €11.4 billion, or 12.2x FY13 EBIT.

In the context of this binding offer, Alstom may not solicit offers from third parties for the acquisition of its Energy business. The Group has however reserved the right to consider unsolicited offers for its Energy business and engage in discussions with bid-

ders demonstrating a serious interest that could lead to a superior offer for Alstom.

Should the project be approved and completed, Alstom would refocus on its Transport activities, for which it is a global leader. Alstom would use the sale proceeds to strengthen its Transport business, pay down debt and return cash to its shareholders. The planned disposal of a minority stake in Alstom Transport is consequently put on hold (Alstom Press, 7 May 2014).

Ansaldo: cariche sociali e Comitati del Consiglio di Amministrazione

In aprile si è tenuta la prima riunione del Consiglio di Amministrazione della Società, nominato dall'Assemblea degli Azionisti per gli esercizi 2014-2016. Il Consiglio, presieduto da S. DE LUCA, ha confermato S. SIRAGUSA quale Amministratore Delegato e L. CALABRIA quale Vice Presidente del Consiglio.

G. GUAZZI, Responsabile Affari Societari e Assicurativi della Società, è stata confermata quale Segretario del Consiglio.

All'Ing. SIRAGUSA sono state inoltre confermate tutte le deleghe operative necessarie per la gestione della Società e del Gruppo.

Si rammenta che, dal 1° gennaio 2014, l'Ing. SIRAGUSA è anche Direttore Generale della Società.

Il Consiglio ha altresì provveduto alla nomina del Comitato Controllo e Rischi e del Comitato per le Nomine e la Remunerazione.

Fanno parte del Comitato Controllo e Rischi gli Amministratori indipendenti G. CAVALLINI (Presidente), P. PIERRI e B. POGGIALI.

Fanno parte del Comitato per le Nomine e la Remunerazione gli Amministratori indipendenti B. PAVESI (Presidente), G. CAVALLINI e G. GALLAZZI.

Il Consiglio ha inoltre:

- (i) nominato quale Amministratore incaricato del sistema di con-

trollo interno e gestione dei rischi l'Amministratore Delegato Ing. SIRAGUSA;

- (ii) confermato quale Responsabile della funzione di Internal Audit il dott. M. GIGANTI;

- (iii) confermato il dott. R. CARASSAI, Chief Financial Officer della Società, quale Dirigente Preposto alla redazione dei documenti contabili societari ex art. 154-bis del TUF.

Il Consiglio, infine, ha valutato l'indipendenza – ai sensi dell'art. 148, comma 3, del TUF (applicabile agli amministratori ex art. 147-ter, comma 4, del TUF), del Codice di Autodisciplina promosso da Borsa Italiana e dell'art. 37 del Regolamento Consob n. 16191 del 29 ottobre 2007 – degli Amministratori B. POGGIALI, B. PAVESI, G. CAVALLINI, P. PIERRI e G. GALLAZZI. Nell'effettuare la propria valutazione sulla sussistenza dei requisiti di indipendenza ai sensi del Codice di Autodisciplina, il Consiglio di Amministrazione ha adottato i criteri di valutazione indicati in tale Codice. Il Collegio Sindacale ha, a sua volta, verificato la corretta applicazione dei criteri adottati dal Consiglio di Amministrazione.

È stato altresì valutato il possesso in capo ai sindaci dei requisiti di indipendenza previsti dall'art. 148, comma 3, del TUF e dal Codice di Autodisciplina.

Il Curriculum Vitae degli Amministratori è disponibile sul sito internet della società www.ansaldo-sts.com.

L'Ing. S. DE LUCA detiene numero 92.737 azioni di Ansaldo STS S.p.A. (Comunicato stampa Ansaldo STS, 15 aprile 2014).

Ansaldo: corporate offices and Board of Directors' Committees

The Board of Directors, appointed today by the Shareholders' Meeting for the financial years 2014 – 2016, held its first meeting today. The Board, chaired by S. DE LUCA, confirmed S. SIRAGUSA

as CEO and L. CALABRIA as Vice-Chairman of the Board.

G. GUAZZI, Head of Corporate Affairs and Group Insurances, was confirmed as Secretary of the Board.

The Board also confirmed to Mr. SIRAGUSA all the powers to manage the Company and the Group.

We also remind that, starting from 1st January 2014, Mr. SIRAGUSA is the General Manager of the Company.

The Board also appointed the Control and Risk Committee and the Nomination and Remuneration Committee.

The members of the Control and Risk Committee are the following independent directors: G. CAVALLINI (Chairman), P. PIERRI and B. POGGIALI.

The members of the Nomination and Remuneration Committee are the following independent directors: B. PAVESI (Chairman), G. CAVALLINI and G. GALLAZZI.

Furthermore, the Board:

- (i) appointed the CEO Mr. SIRAGUSA as director in charge of the internal control and risk management system;
- (ii) confirmed Mr. M. GIGANTI as the Head of Internal Audit;
- (iii) confirmed Mr. R. CARASSAI, Chief Financial Officer of the Company, as director in charge of drafting the company's financial statements, pursuant to Article 154-bis of the TUF (Consolidated Law on Finance).

Finally, the Board assessed - pursuant to Article 148, paragraph 3, of the TUF (applicable to directors pursuant to Article 147-ter, paragraph 4, of the TUF), to the Corporate Governance Code adopted by Borsa Italiana S.p.A. and to Article 37 of Consob Regulation no. 16191 of 29th October 2007 - the independence of the directors B. POGGIALI, B. PAVESI, G. CAVALLINI, P. PIERRI and G. GALLAZZI. In assessing the independence requirements pursuant to the Corporate Governance Code, the Board of Directors adopted the assessment criteria set out

by the Code itself. The Board of Statutory Auditors verified the correct application of the criteria adopted by the Board of Directors.

The independence requirements relating to Statutory Auditors, pursuant to Article 148, paragraph 3, of the TUF and to the Corporate Governance Code were also assessed.

The Curriculum Vitae of the Directors is available on the company's website at www.ansaldo-sts.com.

Mr. S. DE LUCA holds n. 92,737 of Ansaldo STS shares (Ansaldo STS press, 15 April, 2014).

VARIE OTHERS

Turchia, Tunnel Eurasia di Istanbul: a Italferr la supervisione lavori

Italferr si è aggiudicata il contratto (5,3 milioni di dollari) per la supervisione dei lavori e la revisione del progetto dell'Eurasia Tunnel, la galleria stradale sottomarina che collegherà la sponda europea di Istanbul con quella asiatica.

È l'ennesimo successo internazionale della società di ingegneria del Gruppo FS Italiane, che consolida in questo modo la sua presenza in Turchia, dove sta anche progettando la linea metropolitana tra il centro di Ankara e l'aeroporto di Esenboga.

Lungo circa 15 chilometri, di cui 3,4 sotto il livello del mare, ad una profondità di circa 25 m, l'Eurasia Tunnel attraverserà lo stretto del Bosforo in parallelo al tunnel ferroviario del Marmaray. Una volta completato, consentirà il collegamento tra i due continenti in 15 minuti, a fronte degli attuali 100 minuti.

Italferr, in raggruppamento con la Società turca Altinok, si è aggiudicata il contratto battendo Yuksel Proje, la principale società di progettazione turca, la tedesca Bernard Ingenieuria GmbH e l'austriaca Geconsult GmbH.

Il Tunnel Eurasia sarà realizzato

dal consorzio ATAS (Avrasya Tuneli Insaat ve Yatirim), costituito tra la società di costruzioni turca Yapi Merkezi e le coreane SK E&C, Samwhan Corporation and Hanshin.

L'intero progetto è stato finanziato dalla European Bank for Reconstruction and Development (BERS) con un prestito di 150 milioni di dollari (Comunicato stampa Italferr, 19 maggio 2014).

Turkey: Istanbul Eurasia Tunnel, Italferr supervision work

Italferr was awarded the contract (5.3 million dollars) for the supervision of the works and the redesign of Eurasia Tunnel, the underwater road tunnel that connect the European Bank of Istanbul with Asian.

Is yet another international success of Italian engineering group FS, which consolidates this way its presence in Turkey, where he is also planning the subway between downtown Ankara Esenboga airport.

Along about 15 km, of which 3.4 below sea level, at a depth of approximately 25 meters, the Tunnel crosses the Eurasia Bosphorus Strait in parallel to the tunnel Marmaray railway. Once completed, it will allow the connection between the two continents in 15 minutes, in the face of the current 100 minutes.

Italferr, grouping with the Turkish company Altinok, was awarded the contract beating Yuksel Proje, leading Turkish Designer, Germany's Bernard Ingenieuria GmbH and the Austrian Asso GmbH.

The Tunnel will be built by the Consortium Eurasia ATAS (Avrasya Tunel Insaat ve Yatirim) formed between the Turkish construction company Yapi Merkezi and Korea SK E&C, Samwhan Corporation and Hanshin.

The entire project was funded by the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) with a loan of 150 million dollars (Italferr Press, May 19, 2014).

Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

1 - TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

1.1 - Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

1.1.2	E. PRINCIPE - "Impianti di climatizzazione delle carrozze FS"	€ 10,00
1.1.4	E. PRINCIPE - "Convertitori statici sulle carrozze FS" (ristampa)	€ 15,00
1.1.6	E. PRINCIPE - "Impianti di riscaldamento ad aria soffiata" (Vol. 1° e 2°)	€ 20,00
1.1.8	G. PIRO-G. VICUNA - "Il materiale rotabile motore"	€ 20,00
1.1.10	A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI - "Nozioni sul freno ferroviario"	€ 15,00
1.1.11	V. MALARA - "Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta"	€ 30,00
1.1.12	G. PIRO - "Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica"	€ 15,00

1.2 - Cultura Professionale - Armamento ferroviario

1.2.3	L. CORVINO - "Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco" (Vol. 6°)	€ 15,00
-------	---	---------

1.3 - Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

1.3.1	V. FINZI-L. GERINI - "Blocco automatico a correnti codificate T. Westinghouse" (Quaderno 2)	€ 8,00
1.3.2	V. FINZI-F. BRANCACCIO-E. ANTONELLI - "Apparati centrali a pulsanti di itinerario" (Quaderno 3)	€ 8,00
1.3.4	P.E. DEBARBERI - F. VALDAMBRINI - E. ANTONELLI - "A.C.E.I. telecomandati per linee a semplice binario" (Quaderno 12)	€ 15,00
1.3.5	V. FINZI - G. CERULLO - B. COSTA - E. ANTONELLI - N. FORMICOLA - "A.C.E.I. nuova serie" (Quaderno 13)	€ 20,00
1.3.6	V. FINZI - "I segnali luminosi"	esaurito
1.3.10	V. FINZI - "Impianti di sicurezza: Apparecchiature" (Vol. 4° - parte I)	€ 30,00
1.3.11	V. FINZI (ed. COEDIT) - "Impianti di sicurezza" (parte II)	€ 25,00
1.3.12	V. FINZI (ed. COEDIT) - "Trazione elettrica. Le linee primarie e sottostazioni"	esaurito
1.3.13	V. FINZI (ed. COEDIT) - "Trazione elettrica. Linee di contatto"	esaurito
1.3.14	P. DE PALATIS-P. MARIL - RICCIARDI - "Commento alla nuova istruzione del blocco elettrico automatico"	esaurito
1.3.15	E. DE BONI-E. TARTAGLIA - "Il Coordinamento dell'isolamento protezione contro sovratensioni"	€ 25,00
1.3.16	A. FUMI - "La gestione degli Impianti Elettrici Ferroviari"	€ 35,00
1.3.17	U. ZEPPA - "Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione"	€ 30,00
1.3.18	V. VALFRÉ - "Il segnalamento di manovra nella impiantistica FS"	€ 30,00
1.3.19	C. ZENATO (ed. Etr) - "Segnali alti FS permanentemente luminosi"	€ 29,90

2 - TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

2.1	G. VICUNA - "Organizzazione e tecnica ferroviaria"	€ 40,00
2.2	L. MAYER - "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. GUIDA-E. MILIZIA)	€ 50,00
2.3	P. DE PALATIS - "Regolamenti e sicurezza della circolazione ferroviaria"	€ 25,00
2.5	G. BONO-C. FOCACCI-S. LANNI - "La Sovrastruttura Ferroviaria"	€ 50,00
2.6	G. BONORA-L. FOCACCI - "Funzionalità e Progettazione degli Impianti Ferroviari"	€ 50,00
2.7.	F. CESARI - V. RIZZO - L. LUCHETTI - "Elementi generali dell'esercizio ferroviario"	esaurito

2.8	P.L. GUIDA-E. MILIZIA - "Dizionario Ferroviario - Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza"	€ 35,00
2.9	P. DE PALATIS - "L'avvenire della sicurezza - Esperienze e prospettive"	€ 20,00
2.10	AUTORI VARI - "Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management"	€ 25,00
2.12	R. PANAGIN - "Costruzione del veicolo ferroviario"	€ 40,00
2.13	F. SENESI-E. MARZILLI - "Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia"	€ 40,00
2.14	AUTORI VARI - "Storia e Tecnica Ferroviaria - 100 anni di Ferrovie dello Stato"	€ 50,00
2.15	F. SENESI - E. MARZILLI - "ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)"	€ 60,00
2.16	E. PRINCIPE - "Il veicolo ferroviario - carrozze e carri"	€ 20,00
2.18	B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. VENTIMIGLIA - "L'Alta Velocità Ferroviaria"	€ 40,00
2.19	E. PRINCIPE - "Il veicolo ferroviario - carri"	€ 30,00
2.20	L. LUCCINI - "Infortuni: Un'esperienza per capire e prevenire"	€ 7,00
2.21	AUTORI VARI - "Quali velocità quale città. AV e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia"	€ 150,00

3 - TESTI DI CARATTERE STORICO

3.1.	G. PAVONE - "Riccardo Bianchi: una vita per le Ferrovie Italiane"	€ 15,00
3.2.	E. PRINCIPE - "Le carrozze italiane"	€ 50,00
3.3.	G. PALAZZOLO (in Cd-Rom) - "Cento Anni per la Sicilia"	€ 6,00
3.5.	AUTORI VARI - La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa	€ 11,00
3.6.	E. PRINCIPE (ed. VENETA) - "Treni italiani con carrozze a media distanza"	€ 28,00
3.7.	E. PRINCIPE (ed. VENETA) - "Treni italiani con carrozze a due piani"	€ 28,00
3.8.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) - "Treni italiani Eurostar City Italia"	€ 35,00
3.9.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) - "Treni italiani ETR 500 Frecciarossa"	€ 30,00
3.10.	V. FINZI (ed. Coedit) - "I miei 50 anni in ferrovia"	€ 20,00

4 - ATTI CONVEGNI

4.2.	BELGIRATE - "Ristorazione e servizi di bordo treno" (19-20 giugno 2003)	€ 20,00
4.3.	TORINO - "Innovazione nei trasporti (3 giugno 2003)"	esaurito
4.4.	ROMA - "Next Station", bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005)	€ 40,00
4.5.	LECCE - "Ferrovie e Territorio in Puglia" (4 dicembre 2006)	esaurito
4.8.	ROMA - "Stazioni ferroviarie italiane - qualità, funzionalità, architettura" (4 luglio 2007)	€ 40,00
4.9.	BARI - DVD "Stato dell'arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese" (6 giugno 2008)	€ 15,00
4.10.	BARI - 2 DVD Convegno "Il sistema integrato dei trasporti nell'area del mediterraneo" (18 giugno 2010)	€ 25,00

5 - ALTRO

5.1.	Agenda 2014	€ 15,00
5.2.	(DVD) 1991: La linea più veloce e la linea più lenta (La direttissima Roma-Firenze e la linea Poggibonsi-Colle Val D'Elsa)	€ 13,50
5.3.	(DVD) Lo sviluppo del sistema AV/AC e dell'ERTMS in Italia	€ 13,50
5.4.	(DVD) S.S.C. - Il Sistema di Supporto alla Condotta	€ 13,50
5.5.	(DVD) Cecina-Volterra, 1989 (I 150 anni della linea)	€ 13,50
5.6.	(DVD) Il sistema Alta Velocità in Italia	€ 13,50
5.7.	(DVD) I 120 anni della Faentina	€ 13,50

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell'I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 48 - 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT - AGENZIA ROMA ORLANDO - VIA V. EMANUELE, 70 - 00185 ROMA - IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: "Acquisto pubblicazioni". La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottostante. Per spedizioni l'importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

Sconto del 20% per i soci CIFI (individuali, collettivi e loro dipendenti)
Sconto del 15% per gli studenti universitari - Sconto alle librerie, richiedere il catalogo dedicato
Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste La Tecnica Professionale e Ingegneria Ferroviaria

Modulo per la richiesta dei volumi

(da compilare e inviare per posta ordinaria o via e-mail o via fax unitamente alla ricevuta di versamento)

I volumi possono essere acquistati anche on line tramite il sito www.cifi.it

Richiedente: (Cognome e Nome)

Indirizzo: Telefono:

P.I.V.A./C.F.: (l'inserimento di Partita IVA o C. Fiscale è obbligatorio)

Conferma con il presente l'ordine d'acquisto per:

n. (in lettere) copie del volume:

n. (in lettere) copie del volume:

n. (in lettere) copie del volume:

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....

Data

Si allega la ricevuta del versamento

Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)

Via Giolitti, 48 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: cifi@mclink.it - biblioteca@cifi.it

IF Biblio

(Dott. Arch. Maria Vittoria CORAZZA)

INDICE PER ARGOMENTO

- 1 - CORPO STRADALE, GALLERIE, PONTI, OPERE CIVILI
2 - ARMAMENTO E SUOI COMPONENTI
3 - MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA VIA
- 4 - VETTURE
5 - CARRI
6 - VEICOLI SPECIALI
7 - COMPONENTI DEI ROTABILI
- 8 - LOCOMOTIVE ELETTRICHE
9 - ELETTROTRENI DI LINEA
10 - ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
11 - AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
12 - CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
13 - TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
14 - TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
15 - DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE
- 16 - MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
17 - OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE
- 18 - IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
19 - SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
20 - CIRCOLAZIONE DEI TRENI
- 21 - IMPIANTI DI STAZIONE E NODALE E LORO ESERCIZIO
22 - FABBRICATI VIAGGIATORI
23 - IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO
- 24 - IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
- 25 - METROPOLITANE, SUBURBANE
26 - TRAM E TRAMVIE
- 27 - POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
28 - FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
29 - TRASPORTI NON CONVENZIONALI
30 - TRASPORTI MERCI
31 - TRASPORTO VIAGGIATORI
32 - TRASPORTO LOCALE
33 - PERSONALE
- 34 - FRENI E FRENATURA
35 - TELECOMUNICAZIONI
36 - PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
37 - CONVEGNI E CONGRESSI
38 - CIFI
39 - INCIDENTI FERROVIARI
40 - STORIA DELLE FERROVIE
41 - VARIE

I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.

Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 - Segreteria: Tel. 064882129.

Anche il primo quinquennio degli anni 2000 è stato per INGEGNERIA FERROVIARIA particolarmente ricco di memorie e numeri speciali caratterizzati da elevato contenuto tecnico e scientifico. È quindi con piacere che la Rivista presenta ai suoi lettori la ormai tradizionale selezione di monografie sui principali argomenti di tecnica ferroviaria trattati in questo periodo.

La Rivista si augura in tal modo di venire incontro, come per il passato, alle esigenze di un'utenza attenta e qualificata, composta da studiosi e professionisti, da uffici e centri studi dell'industria, delle imprese costruttrici, delle amministrazioni ferroviarie e dei trasporti di massa.

Per ogni argomento sono riportati i nomi degli Autori che vi hanno contribuito, elencati in ordine alfabetico.

Condizioni di pagamento: Versamento in c.c.p. N. 31569007 intestato a "Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani" – Via Giolitti, 48 – 00185 ROMA, indicando il titolo delle monografie. Ai Soci CIFI ed ai dipendenti dei Soci Collettivi viene praticato lo sconto del 20% sui prezzi appresso indicati, che sono comprensivi dell'IVA. Le stesse condizioni sono riservate agli studenti universitari, di facoltà tecniche ed economiche, previa presentazione di un certificato di iscrizione all'anno accademico in corso.

Le monografie vengono fornite in estratto originale e, ad esaurimento di questi, in fotocopia.

00.1.1) ARMAMENTO

n. 14 memorie – Autori: Acquati, Bocciolone, Bugarin, Catalini, Cavagna, Cioffi, Collina, Corazza, Crispino, Di Ilario, Diana, Garzia Diaz-de-Villegas, Hifumi, Jovanovic, Kajon, Katsutoshi, Korpanec, Lanni, Monaco, Natori, Pacciani, Pagliari, Pezzoli, Pisu, Vigano € 35

00.1.2) CORPO STRADALE

n.11 Memorie – Autori: Burchi, Cheli, Chiorboli, Cognigni, Daghini, De Gregorio, Della Vedova, Di Nuzzo, Evangelista, Garassino, Giuliani, Gizzi, Impellizzieri, Isi, Maraschin, Miazon, Migliacci, Montepara, Morano, Petrangeli, Pezzati, Polastri, Tomaselli € 30

00.1.3) DINAMICA DELLA LOCOMOZIONE

n. 18 Memorie - Autori: Belfiore, Benigni, Bianchi, Bonadero, Borrelli, Bracciali, Braghin, Bruni, Cantini, Cascini, Castellazzi, Cervello, Cigada, D'Aprile, Diana, Falessi, Ghidini, Lezzerini, Licciardello, Malvezzi, Panella, Pau, Pieralli, Precisiani, Pugi, Resta, Rinchi, Salvini, Scepi, Toni, Vivio, Vullo € 40

00.1.4) FABBRICATI VIAGGIATORI

n. 6 Memorie - Autori: Albero, Antonilli, Chillemi, D'Amico, D'Angelo, Lensi, Martini, Marzilli, Rota, Scarselli, Zalocco € 15

00.1.5) METROPOLITANE E SUBURBANE

n. 9 Memorie - Autori: Arcangeli, Averardi, Bocchetti, Bugarin, Calamini, Cantamessa, Cesetti, Coero Borga, Corsi, D'Armini, Esposito, Fagiolini, Fusco, Gareto, Giovanetti, Martinetto, Martinez, Morassutti, Musso, Novales, Orso, Palin, Panaro, Piccioni, Sasso, Torassa, Villa, Vinci € 30

00.1.6) PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI

n. 5 Memorie - Autori: Cesetti, Lupi, Mantecchini, Panagin F., Panagin R., Rupi, Salerno, De Luca € 15

00.1.8) PROBLEMI DELLE GRANDI STAZIONI

n. 11 Memorie - Autori: Antognoli, Antonilli, Bardelli, Buonanno, Chioldi, Corazza, Cosulich, De Benedictis, Delfino, De Vita, Di Marco, Franceschini, Galaverna, Giovine, Guida, Losa, Malavasi, Murrini, Pezzati, Ricci, Tramonti € 35

00.1.9) PROGETTAZIONE DEI ROTABILI

n. 14 Memorie – Autori: Bandelloni, Cantini, Cau, De Carlo, De Curtis, Dilani, Falco, Ghidini, Gori, Maluta, Michelagnoli, Milani, Moro, Oddo, Panagin F. Panagin R., Piro, Poggese, Raspini, Silva € 40

00.1.10) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE IN ITALIA

n. 7 Memorie - Autori: Abruzzo, Alei, Benigni, Berardi, Cassino, Cingano, Ciochetta, De Falco, Fabbri, Facchin, Iacono, Kure, Mantegazza, Orlandi D., Orlandi P., Rocchia, Segrini, Skiller, Ventre € 20

00.1.11) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE ALL'ESTERO

n. 5 Memorie – Autori: Barron de Angotti, Buri, Diana, Estradè Panadès, Guglielmetti, Lopez Pita, Marini € 15

00.1.12) SEGNALAMENTO E SICUREZZA

n. 18 Memorie – Autori: Amendola, Angeloni, Antonelli, Bianchi, Brignolo, Brugo, Cannavacciuolo, Capocchi, Cardanico, Caroli, Costa, Dall'Orto, De Vita, Di Marco, Di Martire, Farneschi, Fauda, Ferrando, Finocchiaro, Fois, Giovine, Girelli, Leone, Maisto, Malesi, Mantovani, Marengo, Martinelli, Martorella, Milani, Montaldo, Paccapelo, Pasqualis, Pezzati, Pinasco, Pizzella, Ricci, Roselli, Saulino, Scarpuzzi, Sestini, Talerico, Tartaglia, Torielli, Valfrè, Vezzani, Vivaldi € 50

00.1.13) TELECOMUNICAZIONI

n. 6 Memorie - Autori: Coraiola, Di Maio, Di Mario, Iacomino, Lucca, Senatore, Simeoni, Zucchelli € 15

00.1.14) TRAM E FILOBUS

n. 8 Memorie – Autori: Bonuglia, Caccia, Campisano, Cerquetani, Cheli, Corradi, Diana, Emili, Lionetti, Lopes, Manigrasso, Molinari, Pendenza, Pyrgidis, Riccini, Rossetti, Spadaccino € 18

00.1.16) TRAZIONE ELETTRICA

a) Impianti

n. 12 Memorie – Autori: Accattatis, Benato, Castagna, Cattani, Cazzani, Contini, Corazza, Fazio, Fellin, Fumi, Guidi Buffarini Giuseppe, Guidi Buffarini Guido, Luzi, Martinetto, Mauro, Morassutti, Palazzini, Paolucci, Piro, Pisano, Raspini, Ricciardella, Spagnoletti, Torassa, Villa € 35

b) Materiale rotabile

n. 3 Memorie – Autori: Bruno, Carillo, Landi, Mantero, Mingozzi, Papi, Sani, Stabile, Violi € 10

00.1.17) ESERCIZIO FERROVIARIO – CIRCOLAZIONE – NORMATIVE

n. 13 Memorie – Autori: Campisano, Caruso, Colombi, D'Elia, Delfino, Ferretti, Focacci, Follasa, Galatola, Galaverna, Martini, Migliorini, Pellandini, Petriccione, Ragazzoni, Sacchi, Troiano, Vernazza € 40

00.1.18) IMPATTO AMBIENTALE

n. 2 Memorie – Autori: Centazzo, Gentile, Rendina, Ricci, Volpe € 10

00.1.19) STORIA DELLE FERROVIE

n. 4 Memorie – Autori: Chillemi, Crisafulli, Galli, Guidi Buffarini Giuseppe, Pavone € 10

00.1.25) TRASPORTI NON CONVENZIONALI

n. 4 Memorie – Autori: Chiricozzi, Crisi, Delle Site, Di Majo, D'Ovidio, Lanzara, Navarra, Pelino, Saini, Taglieri, Villani € 10

	IF Biblio	Corpo stradale, gallerie, ponti, opere civili	1
	<p>272 La galleria di base del Brennero (ZURLO – ROCCIA) <i>La Tecnica Professionale</i>, luglio-agosto 2013, pagg. 6-12, figg. 10, tab. 1. Biblio 8 titoli. In questo articolo si illustrano i lavori del secondo lotto costruttivo "Cunicolo esplorativo Periadriatica ed Opere Propedeutiche ambito Mules" per la galleria di base del Brennero che riguarda complessivamente la costruzione di 4,5 km di gallerie.</p>	<p><i>El, der Eisenbahningenieur</i>, settembre 2013, pagg. 42-47, figg. 4. Biblio 11 titoli.</p>	
	<p>273 Nuovo sistema combinato di drenaggio del binario (KORN – SEVIS) <i>Kombinierte Entwässerungsanlage ohne Kontrollschächte</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, maggio 2013, pagg. 57-63, figg. 13. Biblio 8 titoli.</p>	<p>278 Provati fino a distruzione <i>Tested to destruction</i> <i>Railway Gazette International</i>, novembre 2013, pag. 47, figg. 3. Un progetto di ricerca finanziato dalla Commissione Europea ha consentito di effettuare prove di carico "al limite della distruzione" su alcuni ponti ferroviari con travature reticolari. Ne è risultato che le strutture sono di fatto sovradimensionate rispetto ai calcoli di progetto, cosa che permette di ipotizzare l'esercizio con carichi assiali maggiori o una estensione del ciclo di vita utile.</p>	
	<p>274 Le barriere basse: esigenze operative e di sicurezza (LICHTBERGER) <i>nSSW: eisenbahntechnische und sicherheitsrelevante Anforderungen</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, maggio 2013, pagg. 76-83, figg. 11. Biblio 11 titoli. Rapporto di sintesi su ampie esperienze svolte presso la OBB. Vantaggi di queste barriere stabili, compatibili con le macchine della manutenzione e con la circolazione del personale.</p>	<p>279 La resistenza a compressione del calcestruzzo (ESTRAFALLACES) <i>La Tecnica Professionale</i>, novembre 2013, pagg. 12-15, figg. 5, tabb. 7. Biblio 9 titoli.</p>	
	<p>275 Geotessili di calcestruzzo per il rivestimento anti vegetazione delle scarpate (BOSTELMANN) <i>Beton auf der Rolle. Böschungsschutz mit Concrete Canvas</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, luglio 2013, pagg. 11-14, figg. 3.</p>	<p>280 Impiego di geosintetici nella fondazione della via (TOST – KRIST – RETZLAFF) <i>Der Einsatz von Geokunststoffen bei Fahrweggründungen</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, dicembre 2013, pagg. 16-20, figg. 7. Biblio 15 titoli. Analisi delle prescrizioni dell'EBA sugli impieghi ferroviari dei materiali sintetici di rinforzo nella sottostruttura del binario. Esempi applicativi.</p>	
	<p>276 Messa in sicurezza delle pareti rocciose e protezione dalla caduta di massi sui binari (KRIST – REITHEL – WEINGART) <i>Felssicherung und Steinschlagschutz an Eisenbahnstrecken</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, luglio 2013, pagg. 15-19, figg. 9. Biblio 3 titoli.</p>	<p>281 Verifica del pericolo di risonanza di travi da ponte in profilati laminati (BIGELOW – HOFFMEISTER – FELDMANN) <i>Überprüfung der Resonanzgefahr von Walzträgern in Beton Brücken</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, dicembre 2013, pagg. 22-25, figg. 3. Biblio 7 titoli. Il problema riguarda l'applicazione della normativa per la velocità max di 200 km/h di ponti costituiti da grandi travi a doppia T, totalmente o parzialmente annegate nel calcestruzzo.</p>	
	<p>277 Fondazione profonda della via su piastre in calcestruzzo poggianti su pali (KEMPLERT – KIRCHNER – RÜBSAM – KRIST) <i>Tiefgründungen von Eisenbahnfahrwegen mit Stahlbetonplatten auf Pfählen</i></p>	<p>282 Sostituzione di una travatura da ponte ferroviario in un fine settimana (HELLMICH – KELLNER – RETZEPIS) <i>Erneuerung einer Eisenbahnüberführung an einem Wochenende</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, dicembre 2013, pagg. 26-30, figg. 7.</p>	

IF Biblio	Corpo stradale, gallerie, ponti, opere civili	1	
<p>283 Il rilievo del profilo reale degli ostacoli con un sistema mobile di scansione (HERZBRUCH – SINNING) <i>Lichtraumvermessung mit mobile Scan System</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, ottobre 2013, pagg. 24-27, figg. 7. Biblio 4 titoli.</p>	<p>(DEEG - HIEKE - GERBIG - ZIEGER - RAHIMI) <i>Die Portalbauwerke zur Beherrschung der Mikrodruckwellen. Thematik am Katzenbergtunnel</i> <i>ETR</i>, maggio 2013, pagg. 12-16, figg. 8. Descrittivo.</p>		
<p>284 Rilievi aerofotogrammetrici mediante Droni? (DIMITROV) <i>Drohnen als Vermessungersatz?</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, ottobre 2013, pagg. 28-30, figg. 9.</p>	<p>286 La rigenerazione delle strutture metalliche antiche. Modalità di realizzazione sempre da reinventare (GENOYER – PLU) <i>Les régénérations des ouvrages métalliques anciennes. Des Modes de réalisation toujours à réinventer</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, febbraio 2014, pagg. 6-28, figg. 44. Ampia e dettagliata presentazione delle complesse operazioni per il ripristino funzionale del viadotto di Auxonnes.</p>		
<p>285 La conformazione dei portali delle gallerie per combattere la genesi delle onde di micropressione. Il caso del tunnel di Katzenberg</p>			

150 ANNI DI FERROVIA A VOLTERRA

Presso il CIFI è disponibile, **su prenotazione**, il DVD contenente un documentario storico della linea FS Cecina-Volterra Saline Pomarance, che si appresta a compiere 150 anni (ved. articolo su “La Tecnica Professionale” n. 9/settembre 2010).

Il filmato, della durata di circa 30 minuti, è stato realizzato nel 1989 da Claudio Migliorini e contiene scene già consegnate alla storia, come le ultime corse delle automotrici diesel ALn 990 e i servizi merci con locomotiva 245, cessati ormai da molti anni. Non manca un breve capitolo sul prolungamento della linea fino a Volterra, realizzato con dentiera sistema *Strub* a causa della forte pendenza (100 per mille, record per le FS), prolungamento che è stato in esercizio dal 1912 fino al 1958.

Nonostante siano passati più di vent’anni dalle riprese, il documentario si rivela ancor oggi di attualità, poiché lo schema orario ivi descritto (4 coppie di treni) è rimasto in essere fino ai giorni nostri, anche se le ALn 990 hanno lasciato il posto alle più moderne automotrici diesel ALn 668 (alcune serie sono già presenti nel filmato) e ALn 663.



Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire i DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente nella Rivista.

	IF Biblio	Manutenzione e controllo della linea	3	
	<p>179 Nuova macchina per il risanamento in situ della massiciata 95-800W (BRÜHN) <i>Geigenbau der Schotterrecycling der RM 95-800W</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, maggio 2013, pagg. 50-56, figg. 6. L'elemento innovativo risiede nel lavaggio ad alta pressione per eliminare le polveri dagli elementi lapidei che vengono riciclati.</p>	<p>a lungo termine i fenomeni di degrado della via e di ottimizzarne la gestione. Il procedimento è stato validato sulla base dei dati forniti da SNCF per una linea TGV.</p>		
	<p>180 Verifica economica della manutenzione della via (RASTI) <i>Wirtschaftliche Bewertung der Fahrweginstandhaltung</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, agosto 2013, pagg. 52-56, figg. 8.</p>	<p>184 Sviluppo dell'usura di un cuore monoblocco in acciaio al manganese per un deviatore avente un raggio di 500 m (RAINER) <i>Verschleißentwicklung an einfachen starren Mangangussherzstücken von Eisenbahnweichen mit einem Radius von 500 m</i> <i>ZEVrail</i>, ottobre 2013, pagg. 378-385, figg. 6. Biblio 7 titoli.</p>		
	<p>181 Lavorazione meccanica della superficie delle rotaie e dei deviatori in linea per mezzo della piallatura ad utensili rotanti (HARTLEBEN) <i>Mobile Schienenbearbeitung in Gleisen und Weichen mittels Drehhobel</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, settembre 2013, pagg. 12-17, figg. 5. Biblio 4 titoli. Nuovo tipo di lavorazione: principi base, parametri prestazionali, risultati ottenuti.</p>	<p>185 Molatura ad alta velocità: effetti acustici della molatura preventiva delle rotaie (CZOLBE – DIEST) <i>High speed grindig: Akustische Effekte durch das präventive Schieneschleifen</i> <i>ZEVrail</i>, novembre-dicembre 2013, pagg. 420-425, figg. 9. Biblio 6 titoli.</p>		
	<p>182 Valutazione dello stato di usura delle punte del cuore di un deviatore mediante sistemi di misura ubicati a bordo di un veicolo (GERBER – ZOLL – FENGLER) <i>Fahrzeuggestützte Beurteilung des Herzstückverschleißes</i> <i>El, der Eisenbahningenieur</i>, settembre 2013, pagg. 26-30, figg. 9. Sistema di misura basato sull'accelerazione misurata sulla boccia con accelerometri e sul carico dinamico trasmesso alla rotaia.</p>	<p>186 Prognosi e prevenzione: un approccio integrato per il mantenimento dell'infrastruttura e per assicurarne la qualità sostanziale. Parte 1 (MARX) <i>Prognose und Prävention: ein ganzheitlicher Ansatz in der Infrastruktur-Instandhaltung zur Sicherung der Substanzqualität. Teil 1</i> <i>ZEVrail</i>, novembre-dicembre 2013, pagg. 434-439, figg. 9. I programmi di manutenzione infrastrutturale sono per lo più condizionati dalle risorse finanziarie disponibili. Ciò può determinare un accorciamento della vita residua dell'opera e un degrado di quella che l'A. definisce la sostanza infrastrutturale, alla quale contribuiscono anche l'intensità di traffico e la manutenzione. La parte metodologica costituirà oggetto della seconda parte.</p>		
	<p>183 Ottimizzazione integrata e a lungo termine delle strategie di manutenzione di un binario posato su massiciata (QUIROGA) <i>Ganzheitliche langfristige Optimierung von Instandhaltungsstrategien für den Schotteroberbau</i> <i>ZEVrail</i>, agosto 2013, pagg. 290-299, figg. 8. Biblio 10 titoli. Una serie di algoritmi, che interpretano l'evoluzione delle caratteristiche del binario in funzione del traffico e degli interventi manutentivi, permettono di simulare</p>	<p>187 L'analisi frattale ed il suo impiego in ferrovia (HANSMANN - LANDGRAF) <i>Wie fraktal ist die Eisenbahn?</i> <i>ZEVrail</i>, novembre-dicembre 2013, pagg. 462-470, figg. 10. Biblio 12 titoli. Nonostante l'alto potenziale interpretativo del metodo degli spettri di densità di potenza dei difetti della via, questo non è stato utilizzato fra gli standard metodologici per i suoi costi e la laboriosità di produzione. Il metodo dei frattali offre nuove possibilità. Metodologia ed esempi.</p>		

IF Biblio	Manutenzione e controllo della linea	3
<p>188 Rifacimento della piattaforma del binario nella galleria del Livernan (CALON – DUBOST – ROBINET – GUIBERT) <i>Réfection de la plate-forme ferroviaire du tunnel du Livernan</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, gennaio 2014, pagg. 16-26, figg. 14. Biblio 3 titoli. Operazione complessa in un contesto geologico particolarmente sfavorevole.</p>	<p><i>ETR</i>, maggio 2013, pagg. 80-83, figg. 4. Biblio 5 titoli. Con l'obiettivo dell'alto livello di qualità e disponibilità di questa importante infrastruttura furono a suo tempo definite particolari procedure di manutenzione della via. L'articolo riferisce sulle esperienze maturate nei primi anni di esercizio sugli ottimi risultati conseguiti. Interessanti diagrammi riguardano lo spettro dei carichi per asse rilevati in due diversi periodi e l'andamento dei cedimenti verticali della via nella transizione fra binario su massicciata e binario su piastroni.</p>	
<p>189 Accrescimento dell'efficienza mediante l'innovazione nel campo della tecnica delle misure. Elaborazione ed uso dei dati prodotti dalle misure (VEKERMANS - AGACHE - VERNAILEN.) <i>Effizienzsteigerung durch Innovation bei der Messtechnik. Messdaten, Auswertung und Anwendung</i> <i>ETR</i>, gennaio-febbraio 2014, pagg. 38-41, figg. 9. Biblio 3 titoli. Miglioramenti delle strategie di rinnovo e manutenzione dei componenti del binario per mezzo della misura del profilo delle rotaie e della geometria del binario. Metodologia elaborata dalla INFRABEL.</p>	<p>192 Efficace ed efficiente sorveglianza dello stato della via per mezzo di sale montate di misura (ROHRBECK) <i>Effektive und effiziente Überwachung der Gleislagequalität mit Messratszen</i> <i>ZEVrail</i>, marzo 2014, pagg. 83-89, figg. 6. Biblio 4 titoli. Sale montate di misura, sistema PROSE.</p>	
<p>190 Prognosi e prevenzione: un approccio integrato per la manutenzione dell'infrastruttura al fine di assicurarne il sostanziale mantenimento della qualità (Parte 2^a) (MARX) <i>Prognose und Prävention- ein ganzheitliche Ansatz in der Infrastrukturinstandhaltung zur Sicherung der Substanzqualität (Teil 2)</i> <i>ZEVrail</i>, gennaio-febbraio 2014, pagg. 52-59, figg. 17. Parte seconda sul tema, secondo una metodologia elaborata dalla Balfour & Beatty. Interessanti dati su andamento usure e vita attesa per vari componenti.</p>	<p>193 Valutazione degli scostamenti geometrici del binario mediante le funzioni di riferimento del difetto (WOLTER - ERHARD) <i>Beurteilung von Gleislageabweichungen mit Hilfe von Fehlerreferenzfunktionen</i> <i>ETR</i>, settembre 2013, pagg. 48-51, figg. 7. Biblio 8 titoli. In vista delle conseguenze che possono avere sul comportamento dei rotabili i difetti geometrici della via vanno valutati non solo in base alla loro ampiezza ma anche in base alla loro forma e lunghezza d'onda. Proposta di un complesso procedimento matematico che consente di identificare e misurare le grandezze anzidette.</p>	
<p>191 Esperienze nella manutenzione dei binari del tunnel di base del Lötschberg (GEISER) <i>Erfahrungen im Bereich Fahrbahnunterhaltung am Lötschberg-Baasestunnel</i></p>	<p>194 Quando il clima deraglia! (KADOURI) <i>Quand le climat deraille!</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, marzo 2014, pagg. 36-42, figg. 3. Biblio 8 titoli. Riflessione della SNCF sulla vulnerabilità del sistema ferroviario in conseguenza di modificazioni climatiche prevedibili. Tipologia di causa, effetti e rimedi.</p>	

PUBBLICAZIONI CIFI

L'ALTA VELOCITA' FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

Il nuovo volume rappresenta un riferimento unico ed originale della storia e della evoluzione dell'Alta Velocità in Italia, dalle prime direttissime, alla Firenze-Roma, alle nuove linee AV-AC di recente entrate in servizio. Un immancabile "compagno" della *Storia e Tecnica Ferroviaria* già edita dal CIFI e un testo indispensabile per tutti i cultori, studiosi e appassionati del modo delle ferrovie. Una strenna ideale per ... se stessi, oltre che per amici personali, clienti e dipendenti delle aziende.

Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

INDICE

- Ricerca e sviluppo della Velocità ferroviaria
- Le caratteristiche tecniche dell'AV
- Linee AV nel mondo
- Le Direttissime in Italia
- Nasce l'Alta Velocità-Alta Capacità
- Le Nuove Linee
- Milano-Bologna e Bologna-Firenze
- Nuove linee sui valichi alpini

Prezzo di copertina € 40,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



Publicata dal CIFI un'edizione speciale della Rivista "La Tecnica Professionale"
(Riedizione dei contenuti del numero di settembre 2009 della Rivista)

LA MUSEOGRAFIA FERROVIARIA IL MUSEO DI PIETRARSA E L'INAUGURAZIONE DELLA PRIMA FERROVIA ITALIANA (1839)

INDICE

- Introduzione
- 3 ottobre 1839 - Il Centenario della prima ferrovia Italiana
- La museografia ferroviaria prima di Pietrarsa
- Le officine di Pietrarsa
- Il museo di Pietrarsa e i musei viventi
- Le locomotive esposte al museo di Pietrarsa

Una pubblicazione di 56 pagine a colori formato 21x27.
Prezzo di copertina € 11,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



AVVISO PER GLI ABBONATI "IF"

Caro Lettore,
al fine di agevolare i contatti tra la Redazione e gli Abbonati, dal 1° gennaio 2013 sono cambiate le modalità per abbonarsi alla rivista "Ingegneria Ferroviaria".

Si precisa che il cambiamento riguarda gli Abbonamenti e **non le Associazioni al CIFI**.

Pertanto, per coloro che vogliono ricevere la rivista in abbonamento è necessario, oltre al versamento, compilare la scheda anagrafica di seguito allegata e farla pervenire alla redazione IF tramite e-mail o fax.

La suddetta scheda potrà essere scaricata dal sito del CIFI www.cifi.it alla voce "Condizioni di abbonamento alla rivista".



SCHEDA DI ABBONAMENTO ALLA RIVISTA "INGEGNERIA FERROVIARIA"

Alla REDAZIONE IF
Via G. Giolitti, 48 – Tel. 06.4827116 – Fax 06.4742987
00185 Roma – E-mail: redazioneif@cifi.it

Il/La sottoscritto/a

presa visione che l'abbonamento decorre con l'anno solare (gennaio-dicembre), che le disdette dovranno pervenire entro il 31 dicembre di ciascun anno ed il rinnovo dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'anno richiesto, chiede di poter sottoscrivere l'abbonamento alla rivista "Ingegneria Ferroviaria per l'anno _____.

Il costo dell'abbonamento annuo è:

- Abbonamento ordinario: € 80,00
- Dipendenti FS/Ministero dei Trasporti € 45,00
- Studenti € 25,00
- Estero € 150,00

(Per le librerie verrà applicato lo sconto del 20%).

Si fa presente che la Rivista "IF" e qualsiasi comunicazione dovranno essere inviate al seguente indirizzo:

Via _____ cap. _____ Città _____ (prov.) _____

Tel.: abitazione _____ ufficio _____ cellulare _____

E-mail: _____

Il/La sottoscritto/a, con riferimento alle disposizioni del d.lgs 196/2003 esprime il proprio consenso al trattamento dei dati personali rilasciati in data odierna per gli usi esclusivi delle attività interne del Collegio.

DATA _____ FIRMA _____

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO E QUOTE DI ASSOCIAZIONE AL CIFI

ABBONAMENTI ANNO 2014

– Ordinari	€/anno	80,00
– Per il personale <i>non ingegnere</i> del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	€/anno	45,00
– <i>Studenti</i> (allegare certificato di frequenza Università) ^(*)	€/anno	25,00
– <i>Eestero</i>	€/anno	150,00

(*) *Gli Studenti, fino al compimento del 28° anno di età, possono iscriversi al CIFI quali Soci Juniores con una quota annua di € 17,00 che include l'invio gratuito della Rivista.*

I pagamenti possono essere effettuati tramite c.c.p. n. **31569007** intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via Giolitti, 48 – 00185 ROMA, indicando chiaramente la causale del versamento.

Il rinnovo degli abbonamenti dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'annata richiesta. Se entro suddetta data non sarà pervenuto l'ordine di rinnovo, l'abbonamento verrà sospeso. Le disdette dovranno essere inviate alla redazione entro il 31 dicembre di ciascun anno.

Per gli abbonamenti sottoscritti dopo tale data, le spese postali per la spedizione di numeri arretrati saranno a carico del richiedente.

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria – tel. 06/4827116 – E mail: redazioneif@cifi.it.

QUOTE DI ASSOCIAZIONE AL CIFI PER L'ANNO 2014

– Soci Ordinari e Aggregati	€/anno	65,00
– Soci Ordinari e Aggregati abbonati a “La Tecnica Professionale”	€/anno	85,00
– Soci Ordinari e Aggregati fino a 35 anni	€/anno	35,00
– Soci Ordinari e Aggregati fino a 35 anni abbonati a “La Tecnica Professionale”	€/anno	55,00
– Soci Juniores (studenti fino a 28 anni)	€/anno	17,00
– Soci Juniores (studenti fino a 28 anni) abbonati a “La Tecnica Professionale”	€/anno	27,00
– Soci Collettivi	€/anno	550,00

La quota di Associazione 2014, include l'invio della Rivista Ingegneria Ferroviaria.

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni edite dal CIFI, ad usufruire di eventuali convenzioni con Enti esterni ed a partecipare alle varie manifestazioni, convegni e conferenze organizzati dal Collegio.

Il modulo di associazione è disponibile sul sito internet www.cifi.it alla voce “Associarsi” e l'iscrizione decorre dopo il versamento della quota associativa sul c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 48 – 00185 Roma o mediante bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma - Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 - 00185 Roma - IBAN: IT29 U 02008 05203 000101180047 - BIC: UNCRITM1704, mediante pagamento online collegandosi al sito www.cifi.it oppure presso la sede CIFI di Roma in contanti o tramite Carta Bancomat.

Per il personale FS Spa, RFI, TRENITALIA, FERSERVIZI o ITALFERR Spa è possibile versare la quota annuale valida solo per l'importo di € **65,00** con trattenuta a ruolo compilando il modulo per la delega disponibile sul sito. Il versamento per l'abbonamento annuale alla rivista *La Tecnica Professionale* di € **20,00** deve essere effettuato sul c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti 48 – 00185 Roma.

Le associazioni, se non disdette, vengono rinnovate d'ufficio; le disdette debbono pervenire entro il 30 settembre di ciascun anno.

Per ulteriori informazioni: Segreteria Generale – tel. 06/4882129 – FS 66825 – E mail: areasoci@cifi.it

RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI

Un fascicolo € **8,00**; doppio o speciale € **16,00**; un fascicolo arretrato: *Italia* € **16,00**; *CE* € **19,50**; *USA* \$ **25,00**. Supplemento aereo Europa e Bacino mediterraneo € **54,00** – Supplemento aereo Continenti extraeuropei *USA* \$ **100**.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € 5,20, IVA assolta dall'Editore ai sensi dell'art. 74, 1° comma, lett. c), D.P.R. 633/1972 e successive modificazioni; ad esaurimento degli originali, gli estratti vengono riprodotti in fotocopia al prezzo di € **6,20** + IVA (21%) cadauno.

I pagamenti potranno essere eseguiti sul c.c.p. sopra menzionato.



negrini•varetto•barcella

Smile every mile.




ESSEN ITALIA
Sistemi integrati per il sostegno provvisorio del binario

Ponti ESSEN

Modularità' e Flessibilità'



Qualità' e Sicurezza



Soluzioni chiavi in mano



ESSEN ITALIA promuove, sviluppa e impiega la tecnologia **"Ponti ESSEN"** per il sostegno provvisorio del binario in esercizio.
Utilizzare la tecnologia EsSEN significa orientarsi verso un prodotto che riduce i margini di incertezza operativa, migliora la sicurezza e la regolarità dell'esercizio ferroviario.

Maggiore velocità' in sicurezza

© Cardon Lorenzo

ESSEN ITALIA S.p.A.

Via Indonesia, 170 - 00144 Roma

Tel. 06 95222350 - Fax 06 95222351

www.essenitalia.it - Email: info@essenitalia.it

Concessionaria esclusiva per l'Italia:

Ponti ESSEN®

www.pontiesсен.it

Gruppo:

