



Analisi Ram del Sistema Radio Block Center per linee ERTMS in Italia

Ram analysis of the Radio Block Center System for Italian ERTMS lines

Dott. Ingg. Raffaele MALANGONE(), Fabio SENESI(*)*

SOMMARIO – Il sistema di distanziamento treni con tecnologia ETCS sulle linee AV/AC italiana è un elemento cardine per quanto riguarda sia la sicurezza che la regolarità della circolazione. Un suo blocco per qualsivoglia motivo causerebbe il fermo di tutti i treni nell'area di competenza.

Si vuole in questa memoria fornire una valutazione analitica del miglioramento dei parametri RAM del sottosistema di terra ETCS "concentrato" (Radio Block Center) con l'aggiunta di un impianto di back-up accompagnata da una personale considerazione del "guasto minore" secondo quanto riportato nelle specifiche ai riferimenti [1] e [3].

Tale impianto RBC di Back-up ha rappresentato anche una soluzione temporanea per le verifiche delle nuove estensioni Novara-Milano e Gricignano-Napoli, pertanto RFI si avvale del sistema "Specchio" così configurato per le sue prove prima della attivazione finale.

SUMMARY – The ETCS technology-based train spacing system adopted in the Italian HS/HC railway lines is a key element both for safety and regularity of train running. Its failure as a consequence of any kind of reason would cause the stopping of all the trains running in its jurisdiction area. This memoir intends to propose an analytical evaluation of the improvement in the RAM parameters of the concentrated ETCS trackside subsystem (Radio Block Center) achieved with the introduction of a backup apparatus. It is even hereby presented a personal interpretation of the "minor failure" according to the specifications in references [1] and [3]. This back-up RBC has even represented a temporary solution for the verification of the line sections Novara-Milano and Gricignano-Napoli leading RFI to use the "Mirror" system configuration for the tests preceding the final activation.

1. Problem definition

As regards the maintenance cycle of a system or component, it is required that its failure is less frequent as possible (reliability) and its repairing time (maintainability) and unavailability are as short as possible.

The aim of each project and associated verification by RAM analysis is then achieving systems that could be as failure-immune as possible and could guarantee a low unavailability.

As far as the ETCS system is concerned the ERTMS USER GROUP [3] has set some failure mode definitions basing on their impact on train running (table 1). These definitions have been following acknowledged by RFI.

2. Problem analysis and solution

The ERTMS specification concerning RAM parameters in table 1, issued quite before the implementation of the considered system and never subsequently reviewed, denotes problems of interpretation and failure classification; it moreover specifies MTBF requirements that can be considered quite high unless the system is endowed with a further redundancy.

Acronimi - Acronyms

ERTMS	European Railway Transport Management System
ETCS	European Train Control System
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTF	Mean Time To Failure
MTTR	Mean Time To Repair
RAM	Reliability Availability Manutenability
RBC	Radio Block Center
SIL	Safety Integrity Level

(*) Rete Ferroviaria Italiana.

1. Definizione del problema

Per un componente o sistema, per quanto concerne il suo ciclo di manutenzione, si vuole che un guasto si verifichi quanto meno frequentemente possibile (affidabilità), che il suo tempo di riparazione (manutenibilità) e quindi di indisponibilità sia eventualmente il più breve possibile.

Pertanto avere sistemi che siano quanto più possibile immuni ai guasti e garantiscano una minima indisponibilità è l'obiettivo di ogni progetto e di verifica successiva con una analisi RAM.

Specificatamente al sistema ETCS sono state fornite dal ERTMS USER GROUP [3] e riprese da RFI [1] delle definizioni di guasto in base al loro impatto sulla circolazione dei treni (tabella 1).

2. Analisi e soluzione dei problemi

La specifica ERTMS riguardo i parametri RAM in tabella 1, formulata ben prima della realizzazione del sistema in questione e mai aggiornata, presenta problemi di chiarezza nella sua interpretazione e classificazione dei guasti oltre ad essere elevata la sua richiesta per i relativi

In order to make clear the definitions in table it is possible to note that the first two definitions (service failures and immobilizing failures) focus on the mission feasibility (ETCS protection). It is consequently admissible that even the minor failures are estimated with reference to the mission. The estimation of the "minor failure" value would otherwise include a series of elements and events that is too numerous and not related to the ETCS functionality, being even impossible to guarantee the respect of the reliability parameter itself. The definition of minor failure should be then better specified and meant as an event that though having an effect on the ETCS protection system doesn't cause a significant running degrade.

After all, even the definition of immobilizing failure, obliging trains to run without the ETCS protection, doesn't include any time or space limitation.

According to its implementation the ERTMS system has however a period of not complete automatic train running protection, being the train protection in that period guaranteed by railway operation regulations and norms; indeed when the onboard system awakens the ETCS modality will be "Staff Responsible" with a limit speed of 30 km/h and not "Full Supervision" till the train reaches the end of the block section that it is running.

As far as the immobilizing parameter is concerned the required MTBF is doubtless very high, especially when compared with similar plants such as interlocking systems for line management where the reliability value is on the order of hundreds of thousands of hours; this requirement can then be met only in case the RBC system is equipped with a further redundancy, according to the hypotheses of the ERTMS USER GROUP [3].

As regards the ETCS system failures a possible differentiation is here proposed concerning the concentrated SST (RBC) according to the following events:

- *Immobilizing failure*: in case the signalling functions (RBC) fail or are absent and all the involved trains (potentially up to 30) are obliged to conclude their mission without the system protection;
- *Service failure*: it is not applicable as the failure of a signalling function (RBC) has impact on all the trains (potentially up to 30 trains and anyway usually more than 2)

TABELLA 1 – TABLE 1

TIPOLOGIE DI GUASTO PER IL SISTEMA ETCS - FAILURE MODES FOR THE TIPOLOGIE DI GUASTO PER IL SISTEMA ETCS SYSTEM

Guasto <i>Failure</i>	Malfunzionamento <i>Malfunction</i>	MTBF
Immobilizzante <i>Immobilizing</i>	Due o più treni sono costretti a procedere senza la protezione completa ETCS (On Sight o Staff Responsible) <i>Two or more trains are obliged to run without full ETCS protection (On Sight or Staff Responsible)</i>	$3,5 \times 10^7$ h
Servizio <i>Service</i>	Sono ridotte le prestazioni di uno o più treni o al più un treno è costretto a procedere senza la protezione completa ETCS <i>Two or more trains show degraded performances or one train is obliged to run without full ETCS protection</i>	4×10^6 h
Minori <i>Minor</i>	Sono i guasti che non ricadono nelle due categorie precedenti e che non comportano una significativa perturbazione della circolazione <i>These failures are not included in the two previous categories and don't imply a significant running degrade.</i>	10^5 h

MTBF a meno che il sistema ETCS sia ulteriormente ridondato.

Volendo chiarire meglio le definizioni in tabella 1 si può notare come siano le prime due (guasti di servizio e immobilizzante) focalizzate sulla realizzabilità della missione (protezione ETCS).

Di conseguenza è ammissibile che anche il guasto minore debba essere valutato in riferimento alla missione.

Si rischierebbe altrimenti di considerare nella stima del valore del "guasto minore" una serie di elementi ed eventualità troppo numerosa e non collegata alla funzionalità ETCS, con l'impossibilità anche di garantire il rispetto del parametro stesso di affidabilità.

Tale definizione di guasto minore andrebbe quindi meglio specificata e intesa come una eventualità che pur comportando un effetto sulla protezione ETCS non causi una significativa perturbazione della circolazione.

Del resto anche la stessa definizione di guasto immobilizzante per cui i treni sono costretti a procedere senza la protezione ETCS non specifica se vi siano limitazione temporali e spaziali.

Per come è realizzato il sistema ERTMS di fatto ha comunque un periodo di non completa protezione automatica della marcia del treno garantita pertanto dai regolamenti e dalle norme di esercizio ferroviario; infatti all'atto della partenza dopo un risveglio del sottosistema di bordo, fin tanto che il treno non abbia raggiunto la fine della sezione di blocco sulla quale sta marciando, la modalità ETCS sarà "Staff Responsible" con velocità limite a 30km/h e non la "Full Supervision".

Relativamente al guasto immobilizzante il parametro di MTBF richiesto è senza dubbio elevatissimo, soprattutto se confrontato con sistemi simili quali gli apparati centrali di gestione della via dove l'affidabilità è dell'ordine delle centinaia di migliaia di ore; il raggiungimento di tale valore è quindi fattibile secondo quanto ipotizzato al riferimento [3] dalle indicazioni dell'ERTMS USER GROUP solo se il sistema di RBC venga ulteriormente ridondato.

In merito al problema dei guasti del sistema ETCS, si vuole fornire una possibile differenziazione riguardo al SST concentrato (RBC) secondo la seguente casistica:

- *Guasto immobilizzante*: se falliscono/mancano le funzioni di segnalamento (RBC) e tutti i treni interessati (potenzialmente fino a 30) sono costretti a terminare la missione senza la protezione del sistema.
- *Guasto di servizio*: non è applicabile in quanto il fallimento di una funzione di segnalamento (RBC) ha impatto su tutti i treni (potenzialmente fino a 30 e comunque di logica più di 2) presenti nell'area di giurisdizione del RBC pertanto, a seconda del periodo in cui tale funzione rimanga indisponibile, si ricade nel caso di guasto immobilizzante o minore.
- *Guasto minore*: se falliscono/mancano le funzioni di distanziamento treni (RBC) e tutti i treni interessati

within the RBC jurisdiction area thus falling in the immobilizing failure or minor failure case depending on the period when the unavailability of a signaling function verifies.

- *Minor failure*: in case the train spacing functions (RBC) fail or are absent and all the involved trains (potentially up to 30) remain without the system protection for a limited period of time (for instance the time required for running a block section in Staff Responsible modality till the return to the Full Supervision modality).

According to the previous hypotheses the loss of the ETCS functionalities of a RBC would be considered as a minor failure if the backup RBC is able to replace the operation of the failed one in a reasonably short time.

At the present RFI has equipped the RBC system with a back-up apparatus; a failure in the nominal RBC would be then compensated by its switching to the mirror apparatus that works as a cold backup. The switching time, during which the train loose the connection with the ground subsystem, summed up to the time the train takes to restart in Full Supervision modality at the following reconnection with the back-up RBC, should range from 4 to 10 minutes (comparable with the braking times at the speed of 300 km/h and with the restarting time in Full Supervision).

In case of malfunction of the active RBC, assuming that it is possible to switch to the back-up RBC in few minutes, the effect on the train running would be a simple braking and a subsequent restarting that is a simple anomaly of the running regularity and the involved trains could restart their Full Supervision running without reaching the following station in degraded modality. Under this condition the involved trains would run without the ETCS protection along the sole block section on which they have to restart in Staff Responsible modality and the running anomaly would be comparable to a situation of normal starting of the trains.

That scenario can be considered as interpretation of a minor failure on condition that the train lost time is limited to acceptable values such as those above mentioned.

The fact that the single RBC is considered as an element whose malfunctioning causes a minor failure (being endowed with a redundancy) on a generic line section, allows to matching the 100.000 h MTBF required by ERTMS specifications for the concentrated ground subsystem; at the present the estimation of the MTBF of each single RBC is widely higher than 100.000 h and for instance the concentrated SST, composed of two or three single RBC, shows lower reliability values (reduced by 1/2 or 1/3) but the MTBF has always to remain above 100.000 h.

(potenzialmente fino a 30) rimangono senza la protezione del sistema per un periodo di tempo limitato (per esempio il tempo di percorrenza della sezione di blocco in modalità Staff Responsible sino al nuovo passaggio in Full Supervision).

Con le ipotesi di cui sopra, la perdita per anomalia delle funzionalità ETCS di un RBC ricadrebbe nel caso di guasto minore se è dimostrato che l'RBC di riserva è in grado di subentrare operativamente a quello guasto in un tempo ragionevolmente breve.

Attualmente RFI ha predisposto per il sistema di RBC un apparato ridondato di Back-up (fig. 1), pertanto il malfunzionamento di un RBC sarebbe aggirato dalla commutazione sul suo apparato "specchio" in riserva fredda. Tale tempo di commutazione, durante il quale il treno ovviamente perde la connessione con la terra, sommato al tempo che il treno impiega ad effettuare la ripartenza in FS alla successiva instaurazione della comunicazione con RBC ridondato appena entrato in funzione, dovrebbe essere variabile tra 4 e 10 minuti (paragonabile ai tempi di frenatura dalla velocità di 300km/h e ripartenza col passaggio in FS).

Ipotizzando un problema del RBC attivo, supponendo sia possibile in pochi minuti la commutazione verso l'altro RBC, si avrebbe come effetto sul treno solo una frenatura con successiva ripartenza del treno, quindi una semplice anomalia dal punto di vista della regolarità della circolazione con il treno che potrebbe riprendere la sua marcia in FS senza dover raggiungere la successiva stazione in modalità degradata.

In questa situazione il treno non avrebbe la protezione ETCS per un tratto limitato alla sezione di blocco su cui deve effettuare la ripartenza in SR e sarebbe paragonabile ad una situazione di normale partenza del treno.

Tale scenario, volendo, può rientrare come interpretazione di un guasto minore a patto che il tempo perso dal treno sia ridotto a valori accettabili quali quelli appena citati.

Il fatto poi che il singolo RBC venga visto come l'elemento il cui guasto generi un guasto minore (poiché ridondato) su una ipotetica tratta, permette il rispetto delle 100.000h di MTBF per il sottosistema di terra concentrato richieste da specifica; attualmente si stima un MTBF largamente superiore per ogni RBC e comunque considerando come esempio il SST concentrato fatto di due o tre singoli RBC l'affidabilità per guasto minore scende della metà o di un terzo dovendo comunque mantenersi sopra le 100.000h.

3. RAM parameter calculation

An analysis has been here carried out of the logical model of the system configuration with a nominal active RBC and a "mirror" RBC used as cold redundancy in the Italian HS/HC ERTMS lines; the system MTBF and availability have been calculated by means of Markov theory and by considering the MTTF and the MTTR of the single RBC. The reciprocal of such times are a frequency named λ (failure rate) and a frequency named μ (repairing time) taking into consideration the system repairing (fig.1).



Fig. 1 - RBC Ansaldo relativo alla tratta AV/AC Milano Bologna e suo apparato di commutazione verso l'impianto ridondato denominato "RBC Specchio". *Ansaldo RBC controlling the HS/HC Milan-Bologna line and its equipment for switching towards the back up plant named "Mirror RBC".*

Some other factors are moreover included in such model, comprising the time necessary for the "mirror" RBC start-up and the probability that the start-up is correct.

The logical model parameters are here defined.

The system logical model is illustrated in fig. 2.

The states in fig. 2 represent the following logical conditions:

- (0), Starting state with an active RBC and a functioning redundant RBC;
- (1), State with a failed RBC and the corresponding functioning RBC not active;
- (2), State with the mirror RBC active and the nominal RBC failed;
- (3), State with both the line section RBC failed.

Finally the states (0) and (2) correspond to the availability values. In these states there is indeed at least one functioning RBC active.

3. Calcolo dei parametri RAM

È stato preso in analisi il modello logico del sistema con un RBC nominale attivo e un RBC “specchio” utilizzato come ridondanza fredda sulle tratte AV/AC ERTMS in Italia e si sono calcolati il MTBF e la disponibilità del sistema tramite teoria markoviana considerando il MTTF e il MTTR del singolo RBC. L'inverso di tali tempi è una frequenza individuata col simbolo λ (tasso di guasto) e con μ (tasso di ripristino) per considerare riparazione (fig. 1).

Inoltre in tale modello entrano in gioco altri fattori quali il lasso di tempo che il RBC “specchio” impiega per lo start-up e la probabilità stessa che ciò avvenga correttamente.

A fianco vengono definiti i parametri del modello logico.

Il modello logico del sistema è rappresentato nella fig. 2.

TABELLA 2- TABLE 2

DEFINIZIONI DELLO STATO DEGLI RBC
(relativi alla fig. 2) - DEFINITION OF THE RBC STATES (relevant to fig. 2)

ID	Stato RBC RBC state
N_A	Nominale attivo Nominal active
N_G	Nominale guasto Nominal Failed
N_F	Nominale funzionante non attivo Nominal functioning not active
R_A	Ridondato attivo Redundant Active
R_G	Ridondato guasto Redundant failed
R_F	Ridondato funzionante non attivo Redundant functioning not active

Gli stati di fig. 2 rappresentano le seguenti condizioni logiche:

- (0), stato di partenza con un RBC attivo ed uno ridondato funzionante;
- (1), stato con un RBC guasto e il RBC funzionante corrispondente non attivo;
- (2), stato con il RBC specchio attivo e il RBC nominale guasto;
- (3), stato con entrambi gli RBC di tratta guasti.

In definitiva gli stati che restituiscono i valori di disponibilità sono (0) e (2).

$\lambda_a = \frac{1}{MTTF_{RBC}}$	frequenza o tasso di guasto del RBC nominale repairing rate or frequency of the RBC
$\lambda_a = \frac{1}{MTTF_{RBC}}$	frequenza o tasso di guasto del RBC specchio (ridondato e in stand-by) failure rate or frequency of the mirror RBC (redundant and standing-by)
$\mu = \frac{1}{MTTR_{RBC}}$	frequenza o tasso di riparazione del RBC repairing rate or frequency of the RBC
ρ	probabilità di avvio del RBC Specchio start-up probability of the stand-by RBC
τ	tempo medio di avvio del RBC Specchio average start-up time of the mirror RBC

Being the two systems practically identical each of them can be considered as nominal when active. The automatic switching to the backup system, following to a failure of the nominal system, makes the backup system to become the nominal one and the repaired system to become the cold backup. The starting reconfiguration can be obviously carried out at the end of the day during the period of train running interruption.

As far as the MTBF is concerned, being the RBC system equipped with a redundancy (mirror RBC), a reasonable hypothesis is that the overall RBC system is considered failed when both the RBC are failed that is when the system is in the state (3) of Fig.2, not considering the state (1) that represents a condition in which the system is waiting for the mirror RBC to start-up following to a failure of the nominal RBC.

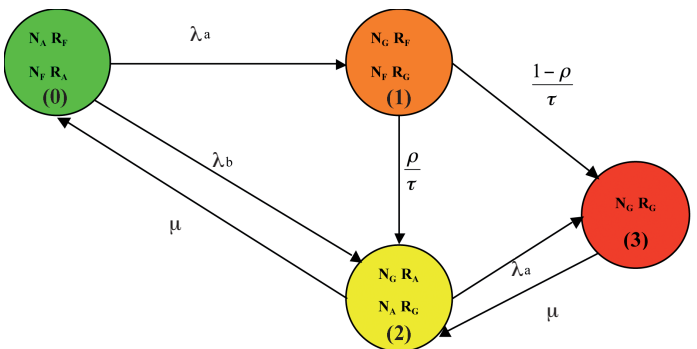


Fig. 2 - Modello logico a stati finiti di un gestione con due sistemi di RBC. Finite state logical model of a two RBC system operation.

In questi casi infatti vi è almeno un RBC funzionante attivo.

L'ulteriore considerazione da farsi è che essendo in pratica equivalenti i due sistemi ognuno quando attivo può considerarsi come nominale. Pertanto a seguito di un guasto la commutazione sul sistema di riserva fa sì che questo diventi nominale e il sistema riparato divenga la riserva fredda. Ovviamente la riconfigurazione di partenza può eseguirsi a fine giornata nel periodo in cui la tratta non è operativa.

Per quanto riguarda il MTBF l'ipotesi plausibile, in accordo alla ridondanza del RBC sfruttando il RBC Specchio, è che il sistema dei due impianti RBC sia considerato guasto quando entrambi sono guasti cioè nello stato (3) fig. 2, tralasciando quindi di considerare lo stato (1) in cui si è in attesa che il RBC Specchio entri in funzione a seguito del guasto sul sistema nominale.

Questo si può affermare in quanto se pur non disponibile la funzione nello stato (1) il sistema dei due RBC non può ancora considerarsi definitivamente guasto.

Lo stato (1) si può pertanto considerare come influente solo sulla disponibilità totale del sistema ma non incidente sul calcolo del MTBF di blocco totale e permanente della funzionalità ETCS che avverrebbe solo a causa della mancata commutazione sul RBC ridondato ("Specchio") facendo ricadere nello stato (3) del modello.

Con questo modello, le formule finali del sistema costituito da due apparati RBC, calcolate con teoria Markoviana sono:

$$MTBF = \frac{\lambda_a + \mu + \lambda_a \tau (\lambda_a + \mu) + \lambda_a \rho + \lambda_b}{\lambda_a^2 + \mu(1 - \rho)\lambda_a + \lambda_a \lambda_b}$$

$$Availability = \frac{\mu + \lambda_a + \lambda_b}{\frac{\lambda_a + \lambda_b}{\mu} (\lambda_a + \mu) + \lambda_a (1 - \rho) + \mu + \mu \tau \lambda_a}$$

Pertanto considerando che sulla intera tratta vi sono N RBC la probabilità che se ne guasti almeno uno è N volte quella del singolo. La probabilità condizionata che risulti guasto poi il corrispondente RBC è pari proprio all'inverso del suo MTBF. Pertanto come si evince dal grafico (fig. 3), è possibile con un sistema ridondato raggiungere i valori di affidabilità richiesti previsti per guasto immobilizzante.

Andamento del MTBF del Sistema n°3 RBC con n°3 RBC "Specchio"

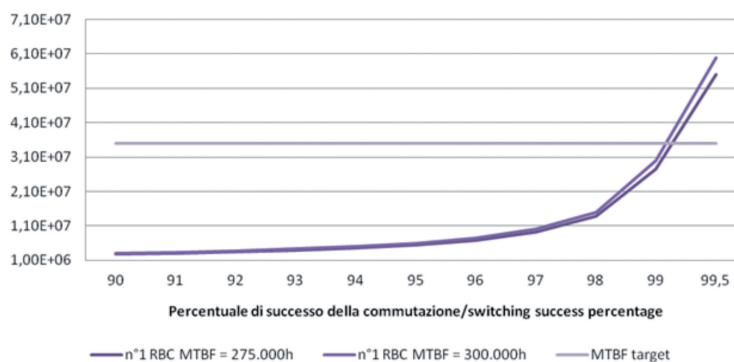


Fig. 3 - Andamento del MTBF del SST concentrato in base alla affidabilità dei singoli sistemi RBC e della stima della percentuale di successo della commutazione (MTTR=1h, tempo di commutazione= 6 minuti). *MTBF of the concentrated SST as function of the single RBC system reliability and the switching success percentage (MTTR=1h, switching time = 6 minutes)* - (Andamento del MTBF del sistema RBC con "Specchio": *MTBF of the RBC system with "Mirror" apparatus*; Percentuale di successo della commutazione: *Switching success percentage*; MTBF singolo sistema: *MTBF of the Single RBC System*; MTBF richiesto: *Required MTBF*).

This can be stated as, even though the state (1) represents a not available function, the overall RBC system cannot be yet considered definitively failed

The state (1) can be then considered as influent on the sole system overall availability but not conditioning the calculation of the MTBF attaining to the event of full and permanent loss of the ETCS functionality. This loss of functionality would occur only in case of incorrect switching from the nominal RBC to the mirror RBC bringing the system in the state (3) of the illustrated model.

According to the proposed model, the final formulae of the system composed of two RBC apparatus have been here calculated with the Markov theory:

$$MTBF = \frac{\lambda_a + \mu + \lambda_a \tau (\lambda_a + \mu) + \lambda_a \rho + \lambda_b}{\lambda_a^2 + \mu(1 - \rho)\lambda_a + \lambda_a \lambda_b}$$

$$Availability = \frac{\mu + \lambda_a + \lambda_b}{\frac{\lambda_a + \lambda_b}{\mu} (\lambda_a + \mu) + \lambda_a (1 - \rho) + \mu + \mu \tau \lambda_a}$$

The failure probability of one RBC out of the N RBC installed in the whole Italian HS/HC network is then N times the failure probability of the single RBC. The failure probability of the RBC is equal to the reciprocal of its MTBF. As in the figure below illustrated, the implementation of a redundant system allows to satisfying the reliability requirements for immobilizing failure.

The average yearly unavailability times are moreover

I tempi di indisponibilità annua media risultano inoltre irrisori soprattutto se si considera che anche senza l'impianto specchio sarebbero rispettati i valori richiesti da specifica.

4. Conclusioni

In questa breve memoria si è voluta dare una personale interpretazione sul significato delle tipologie di guasto "minore" del SST concentrato ERTMS secondo quanto definito a livello di specifica di riferimento italiana [1] ed europea [3].

Si sono quindi identificate le tipologie di guasti minore ed immobilizzante che possono verificarsi per un sistema costituito da un RBC Nominale e uno specchio.

La valutazione numerica ha evidenziato come la ridondanza a freddo con RBC Specchio abbia permesso di migliorare ulteriormente la disponibilità della funzione RBC, per altro già conforme a quanto specificato nei rif. [1] e [3] mentre ha elevato i valori di MTBF per un prolungato dell'intero sistema, ai livelli previsti da questi stessi documenti pur generando una breve indisponibilità a causa dei tempi di commutazione tra l'apparato nominale e quello ridondato ("specchio"). Un parametro ulteriore considerato per il rispetto del modello è stato il tasso di successo della commutazione verso il RBC specchio realmente considerata come non infallibile.

not significant and the specification requirements would be anyway met even without the mirror system.

4. Conclusions

This memoir intended to illustrate a personal interpretation on the meaning of the "minor" failure typologies regarding the concentrated ERTMS SST according to the definitions of the Italian [1] and the European [3] reference specifications.

The different typologies of minor failure and immobilizing failure that can occur for a system composed of a Nominal RBC and a Mirror RBC have been then identified.

The numerical evaluation has revealed that the presence of a cold redundancy with Mirror RBC has allowed to further improving the availability of the RBC function that matches anyway the requirements of ref. [1] and [3] even without the said redundancy. That redundancy has even allowed to increasing the MTBF value of the overall system up to the ratings required by ref. [1] and [3] though introducing a short unavailability due to the switching times between the nominal apparatus and the redundant one ("mirror"). Another parameter taken into consideration for the model matching is the rate of success of the switching operation to the mirror RBC that is then considered not infallible.

CS RAMS Requirements Specification" (Reference EEIG: 96S126 Chapter 2 Ref: 02S1266-).

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Specifica dei Requisiti di Sistema ERTMS/ETCS Vol.1, Rete Ferroviaria Italiana.
- [2] EN-50129, "Railway Applications: Safety related electronic systems for signalling".
- [3] "ERTMS/ETCS RAMS Requirements Specification" (Reference EEIG: 96S126 Chapter 2 Ref: 02S1266-).

Sommaire	Zusammenfassung
ANALYSE RAM DU SYSTEME RADIO BLOCK CENTER POUR LES LIGNES ERTMS EN ITALIE	RAM ANALYSE DES RADIO BLOCK CENTER SYSTEMS FÜR ITALIENISCHEN ERTMS LINIEN
Le système de distanciation des trains utilisant la technologie ETCS sur les lignes AV/AC italiennes est un élément essentiel en ce qui concerne la sécurité et la régularité de la circulation. Une panne du système pour une raison quelconque causerait l'arrêt de tous les trains dans la zone de compétence. Cet écrit fournit une évaluation analytique de l'amélioration des paramètres RAM du sous-système terrestre ETCS "concentré" (Radio Block Center) avec l'ajout d'un dispositif de back up, évaluation accompagnée d'une réflexion personnelle sur la "panne mineure", comme documenté dans les spécifications des références [1] et [3]. Un tel dispositif RBC de back up a offert aussi une solution temporaire pour les vérifications des nouvelles extensions Novara-Milan et Gricignano-Naples. En conséquence, RFI utilise le système "Specchio" (c.-à-d. "Miroir") ainsi configuré pour effectuer ses essais avant l'activation finale.	Für italienischen NBS Linien ist das Linienzugbeeinflussungssystem ETCS ein Grundbestandteil der Verkehrs-Sichereits und -Regelmässigkeits-. Ein Stopp dieses Systems würde zum Halt alle Zügen bringen, die in seinem Beeinflussungsfeld sich befinden. Hier wird es analytisch vorgestellt wie mittels eines zusätzlichen "Back Up" Anlagest die RAM Parameters günstiger werden. Diese Vorstellung wird von einer Stellungnahme des Autors überm kleineren Schaden begleitet. Dazu wird es auch berichtet wie dieser Zusatzanlage schon als zeitweilige Lösung für die Prüfung der Linien Novara-Mailand und Gricignano-Neapel galt und wie heute für die Indienststellung neuer Linien regelmäßig benutzt wird.