

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

SPECIFICA DEI REQUISITI DI SISTEMA SCMT

VOLUME 4

Air Gap SCMT

A termini di legge RFI S.p.A. si riserva la proprietà di questo documento che non potrà essere copiato, riprodotto o comunicato a terzi senza specifica autorizzazione

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Verifica Tecnica	Autorizzazione
G	30 settembre 2016	Emissione per la Baseline F	<p>Buonincontri</p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>Esposito</p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>Franzini</p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>Ricciardi</p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>Ridolfi</p> <p><i>[Signature]</i></p>	<p>Rosini</p> <p><i>[Signature]</i></p>	<p>Senesi</p> <p><i>[Signature]</i></p>

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

2 di 72

Elenco delle revisioni

Rev.	Data	Motivo della revisione
00	30 Settembre 2004	Prima emissione
01	23 Dicembre 2004	<p>Scheda di revisione ALS_SSB_101_01: modificate tabelle 4-1, 4-2 e 4-3 ed aggiunti requisiti V4.23, V4.24, V4.25.</p> <p>Alcuni nuovi requisiti derivano dai seguenti documenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Captatore attivo ridondato per R.S. continua. Specifica n. 305692 del 18/02/1994 - Captatore per R.S. continua tipo attivo ridondato ridotto. Specifica n. 304915 esp.03 - FFFIS for Eurobalise SUBSET-036 Rev. 2.2.1 12/09/03 - Rapporto segnale/disturbo Apparecchiature RSC. Specifica n. 371425 esp. 00 - Specifica tecnica n. 304350 Ripetizione Segnali a 9 codici di tipo ridondato. Edizione Aprile 1992 - “SPECIFICA DEI REQUISITI DI SISTEMA CMT” VOLUME 1 - SISTEMA - RFI TC SR IS 13 D21 A01 Rev. A01 14/12/01 - “SPECIFICA DEI REQUISITI DI SISTEMA CMT” VOLUME 2 - SOTTOSISTEMA DI TERRA - DI TC.PATC SR CM 02 G00 C.2 Rev. C.2 12/12/2002
A	03 Marzo 2005	<p>Aggiunto requisito V4.000 a corredo della tabella dei riferimenti. Rinumerato il precedente requisito V4.000 in V4.A. Modifica della formattazione del documento. Introdotta il capitolo Air-Gap GSM-R. Inseriti nella tabella dei riferimenti i documenti del consorzio EIRENE relativi al GSM-R. Modificata la figura 1-1 con l'introduzione dell'Air-Gap GSM-R. Modificati i requisiti V4.007 e V4.008.</p>

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

3 di 72

Rev.	Data	Motivo della revisione
B	06 Ottobre 2005	<p>Modificate le figure 4-1, 4-2 e 4-3.</p> <p>Modificati i requisiti V4.014 e V4.029.</p> <p>Inserito nella tabella dei riferimenti il documento Trenitalia relativo alla Maschera FS 96.</p> <p>Eliminati i requisiti da V4.134 a V4.141 contenenti le regole di codifica dei telegrammi delle boe FSK, già presenti in [R7].</p> <p>Inseriti i paragrafi "Specifica dei Segnali nei cdb" e "Specifica della captazione RSC" nel paragrafo "Canale fisico di trasmissione".</p> <p>Trasformato il paragrafo "Caratteristiche logiche" dell'Air-Gap RSC in "Canale logico di comunicazione".</p> <p>Inserito il paragrafo TBD "Verifica di conformità ai requisiti", nell'Air Gap RSDD per boe ASK.</p> <p>Inserito il paragrafo TBD "Verifica di conformità ai requisiti", nell'Air Gap RSDD per boe FSK.</p> <p>Inseriti i requisiti V4.146, V4.147 e V4.148, con l'introduzione dell'Allegato 1 al presente documento e relativa tabella [A1]. La Appendice C del Volume 2 è stata trasformata in Allegato 1 al Volume 4.</p> <p>Riportati tutti i paragrafi dell'Air-Gap GSM-R nel paragrafo "Canale fisico di trasmissione".</p>
C	13 Dicembre 2005	<p>Inserito Air-Gap RSDD/EUROBALISE in luogo di Air-Gap RSDD.</p> <p>Modificati valori correnti nel cdb (paragrafo 4.3.1.1).</p> <p>Modificati valori frequenza portante (paragrafo 4.3.2.3).</p> <p>Modificati paragrafi riferiti.</p>
C01	27/01/2006	<p>Inserito riferimento alla specifica RFI relativa ai cdb a 83,3 Hz</p> <p>Inserito riferimento alla norma CEI relativa alle caratteristiche della tensione di rete (utilizzata nell'alimentazione di alcuni codificatori a 50 Hz).</p> <p>Inserito paragrafo 4.3.1 che evidenzia le grandezze caratteristiche del codice di binario e il concetto di intervalli di accettazione a terra e a bordo e i valori di sicuro rifiuto a bordo.</p> <p>Frequenza portante a 50 Hz: tolleranza a terra di ± 1 Hz tenendo conto delle caratteristiche della tensione di rete</p> <p>Corrente minima nei cdb a 83,3 Hz: presa a riferimento la specifica RFI esistente</p> <p>Tolleranza nella frequenza portante dei codificatori a 83,3 Hz e 178 Hz pari a ± 1 Hz essendo generata tramite oscillatori quarzati.</p> <p>Valore max di corrente nei cdb: si parla di valore massimo della somma dei moduli delle correnti presenti per tenere in conto la saturazione dei captatori RSC (dotati sempre di uno stadio attivo).</p> <p>Profondità di modulazione sul SST: inserito requisito che indica come valore nominale 100% (nei periodi di OFF assenza di segnale).</p> <p>Aggiornamento dell'intervallo di accettazione a bordo e dei valori di sicuro rifiuto tenendo conto dei dati forniti da ALS e ASF.</p> <p>Sezione tempi di risposta: deve essere COMPLETATA definendo i concetti di "rilevamento di un nuovo codice", "validazione di un nuovo codice", inserendo le caratteristiche dei segnali con i quali si intende misurare le performance e l'istante in cui un nuovo codice deve essere considerato disponibile</p>

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

4 di 72

Rev.	Data	Motivo della revisione
C02	28/06/2006	Aggiornamento corrente di rigetto (valore minimo di rifiuto) per 50 Hz e 178 Hz in accordo alle indicazioni di ASF già fornite a gennaio 2006 e non recepite in revisione C01 (a 50 Hz il valore passa da 1,4 A a 1,3 A - a 178 il valore passa da 0,78 A a 0,7 A)
C03	09/03/2007	Inserito richiamo allegato 2 (verificare consistenza requisiti nei richiami allegati 1 e 2) Aggiunto req. V4.149 e V4.150
D	31/10/2008	Inseriti nuovi riferimenti in "Tabella riferimenti" Nel paragrafo 4.3.3.7 Tempi di risposta, è stata inserita la definizione di "tempo di reazione al codice" Aggiunti i req V4.151 e V4.152 (errata - corregge SSB-SCMT-EC-01-V4.5) Modificati i req V4.023 , Modificati i req V4.024 , Modificati i req V4.025 (errata - corregge SSB-SCMT-EC-01-V4.5) Modificati i req V4.014 (errata - corregge SSB-SCMT-EC-01-V4.5) Aggiunto paragrafo 4.5.2.9 Misura del tempo di reazione al codice (errata - corregge SSB-SCMT-EC-01-V4.5) Modificato req V4.017 e V4.005(errata - corregge SSB-SCMT-EC-01-V4.5)
D01	08 Maggio 2009	Vd Correzioni verso le SRS SSB SCMT BL C - punto 2.2: - Corretto la numerazione da paragrafo (4.4 "Grandezze caratteristiche dei cdb") a sottoparagrafo (4.3.1 "Grandezze caratteristiche dei cdb") - Associata didascalia alla figura presente nel paragrafo "Grandezze caratteristiche dei codici di binario" e corretta nella dimensione. - Completato il § 4.3.3.7 "Per la valutazione delle performances...." - req. V4.033 - Nella tabella dei codici aggiungere la riga: Codice: 120 + Infill; Composizione: 120 f1 + 420 f2 - Aggiunti i requisiti V4.153 e V4.154 (I requisiti sono stati ricavati da parti descrittive del paragrafo 4.5.2.9 "Misura del tempo di reazione al codice" - Eliminati req. V4.007 e V4.008 perchè già coperti dal requisito V4.151 - Richiamato il req. UC7.41 da SRF07 - Logica RSC. Il requisito V4.029 alla voce "buchi di codice" e "buchi di seconda portante" viene riportata la voce "Tempo_riconoscimento_codice"

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM OB M 93 G**

FOGLIO

5 di 72

Rev.	Data	Motivo della revisione
E	15 Maggio 2012	<p>Associata didascalia alle tabelle del capitolo 4</p> <p>Implementazione ASF_SSB_184_01 Modificati i valori delle soglie di reiezione per la sensibilità di captazione. (Identificata come Tabella 4-5)</p> <p>Implementata scheda INT_SSB_320_00 Eliminato il requisito V4.150 Eliminato il riferimento “[A2] Allegato 2 al Volume 4: Formato Dati per la comunicazione fra SST e SSB- Linguaggio versione 2.” dalla tabella Allegati e Appendici.</p> <p>Modifiche formali ai paragrafi 1.4, 5.3.3, 4.5.1 (modificato requisito V4.010 per tener conto dell’esito dell’inchiesta sulla taratura della sensibilità di captazione RSC rif. RFI TC.PATC RR AV 03 N45 A) e 6 (sostituiti i riferimenti alle SRS e SRF EIRENE con le specifiche dei requisiti del Cab Radio e GSM-R di RFI e ANSF che a loro volta richiamano i documenti SRF e SRS EIRENE).</p> <p>Introdotta precisazione sull’inversione di fase nel paragrafo 4.3.2.</p> <p>Introdotta la tolleranza su corrente nel cdb, con portante 83,3 Hz (requisito V4.020).</p> <p>Precisata entità del disturbo di tipo uniforme (requisito V4.024).</p> <p>Aggiunto requisito V4.155 relativo alle verifiche della captazione dei codici RSC attraverso le registrazioni dal campo.</p>

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM OB M 93 G**

FOGLIO

6 di 72

Rev.	Data	Motivo della revisione
F	28 febbraio 2015	<p>Nel § 1.6 aggiornata versione/data dei riferimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SRS SCMT vol.3 Appendice B • Allegato 7 (LogicaRSC) <p>Nel § 1.7 corretto nome del riferimento (data base DOORS) e cancellata data poiché il data base per sua natura evolve con lo sviluppo delle specifiche.</p> <p>Inserita fra le convenzioni adottate una indicazione relativa all'implementazione dei requisiti di tipo [O] ed [F].</p> <p>Implementazione RFI_SSB_144_02 Modificato paragrafo "Convenzioni adottate" con l'aggiunta del paragrafo "Convenzioni terminologiche".</p> <p>Modificato req. V4.003 eliminando i riferimenti obsoleti ai captatori RSC non ridondati ridotti.</p> <p>Sanata incoerenza formale per i requisiti [R] che non avevano il corrispettivo requisito di origine: modificata la classificazione da [R] ad [E] dei seguenti requisiti che, rispetto ai requisiti di origine (talvolta contenuti nelle SRS Volume 1 e 2), già nelle precedenti Baseline erano stati rinominati ed il testo adattato per tener conto del nuovo contesto nel quale erano stati richiamati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • V4.040 • V4.041 • V4.046 • V4.056 • V4.057 • V4.063 • V4.064 • V4.088 • V4.089 • V4.090 • V4.091 • V4.092 • V4.118 • V4.127 • V4.128 • V4.129 • V4.130 • V4.131 • V4.132 • V4.133

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

7 di 72

Rev.	Data	Motivo della revisione
G	30 settembre 2016	<p>Eliminato il contenuto del paragrafo ‘convenzioni adottate’ e dei relativi sottoparagrafi e sostituito con un richiamo al documento di definizione della baseline, nel quale tale contenuto è stato trasferito.</p> <p>Eliminati i riferimenti alla parola ‘contratto’ (e derivati) e resa p.m. la nota in cui si specificava il comportamento da ritenere valido in caso di conflitto documentale, come da accordi del tavolo di lavoro NRD tra RFI ed ANSF di cui alla nota 009435/2015.</p> <p>Cancellato l’elenco parziale degli acronimi e riferita la tabella completa nel documento di definizione della baseline.</p> <p>In conformità al decreto 4/2012 di ANSF, tutte le eventuali occorrenze dei termini ‘conducente/i’, ‘macchinista/i’, ‘personale di macchina’, ‘personale di condotta’ (e relativi acronimi) sono state sostituite da ‘agente/i di condotta’ (e relativo acronimo AdC).</p> <p>Come da accordi del tavolo di lavoro NRD tra RFI ed ANSF di cui alla nota 009435/2015, modificato attributo del seguente requisito da [R] (richiamato) ad [E]: UC7.41.</p> <p>Sostituite nel § 4.3.3.8 ‘Rapporto segnale/disturbo apparecchiature RSC’ all’espressione ‘mezzi di trazione’ la parola ‘veicoli’, come da accordi del tavolo di lavoro NRD tra RFI ed ANSF di cui alla nota 009435/2015.</p> <p>Aggiornate ove necessario date e versioni dei riferimenti documentali.</p> <p>Modificato il contenuto del § 6 ‘Air-Gap GSM-R’ sostituendo i precedenti riferimenti documentali con la STI CCS e con l’NRD, come da accordi del tavolo di lavoro NRD tra RFI ed ANSF di cui alla nota 009435/2015.</p>

INDICE

1	Generalità.....	12
1.1	Scopo del documento	12
1.2	Struttura del documento.....	12
1.3	Convenzioni adottate	13
1.3.1	Convenzioni terminologiche	13
1.4	Campo di applicazione	13
1.5	Allegati e Appendici.....	14
1.6	Riferimenti	15
1.7	Data Base di riferimento.....	16
1.8	Acronimi e definizioni.....	16
2	Descrizione del sistema SCMT.....	17
3	Doors.....	19
4	Air-Gap RSC	20
4.1	Introduzione	20
4.2	Generalità	20
4.3	Canale fisico di trasmissione	22
4.3.1	Grandezze caratteristiche dei codici di binario.....	22
4.3.2	Specifica dei segnali nei cdb	23
4.3.2.1	Correnti nel cdb	36
4.3.2.2	Frequenze portanti	36
4.3.2.3	Frequenze modulanti.....	37
4.3.2.4	Duty cycle	37
4.3.2.5	Profondità di modulazione.....	37
4.3.3	Specifica della captazione RSC.....	37
4.3.3.1	Dispositivi di captazione.....	37
4.3.3.2	Sensibilità di captazione	37
4.3.3.3	Controllo della frequenza portante.....	38
4.3.3.4	Controllo della profondità di modulazione	38
4.3.3.5	Controllo delle frequenze modulanti.....	39
4.3.3.6	Controllo del duty cycle.....	40
4.3.3.7	Tempi di risposta	41
4.3.3.8	Rapporto segnale/disturbo apparecchiature RSC.....	42
4.4	Canale logico di comunicazione	43
4.5	Verifiche di conformità ai requisiti per la captazione RSC.....	46
4.5.1	Generalità	46
4.5.2	Lista delle prove	46
4.5.2.1	Prova della sensibilità di captazione	46
4.5.2.2	Verifica rapporto S/N a bordo.....	47
4.5.2.3	Prova variazione della frequenza portante	47

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

9 di 72

4.5.2.4	Prova variazione della profondità di modulazione.....	48
4.5.2.5	Prova variazione frequenza modulante	48
4.5.2.6	Prova variazione duty cycle	49
4.5.2.7	Prova tempo di decodifica	49
4.5.2.8	Prova tempo di tamponamento	50
4.5.2.9	Misura del tempo di reazione al codice.....	51
4.5.3	Dimostrazione di interoperabilità terra bordo.....	51

5 Air-Gap RSDD/EUROBALISE 53

5.1	Introduzione.....	53
5.2	Generalità.....	53
5.2.1	Interoperabilità	54
5.3	Air Gap RSDD (Boe ASK)	55
5.3.1	Canale fisico di trasmissione	55
5.3.1.1	Dispositivi.....	55
5.3.1.1.1	Antenna	55
5.3.1.1.2	Boa	55
5.3.1.2	Funzionalità	56
5.3.1.2.1	Tele-powering	56
5.3.1.2.2	Up-link	56
5.3.1.2.3	Volume di contatto.....	57
5.3.1.2.4	Lunghezza di contatto	57
5.3.1.2.5	Protezione cross-talk	59
5.3.1.3	Caratteristiche del segnale	61
5.3.1.3.1	Tele-powering	61
5.3.1.3.2	Up-link	62
5.3.2	Canale logico di comunicazione.....	66
5.3.2.1	Funzionalità	66
5.3.2.1.1	Capacità.....	67
5.3.2.1.2	Bit Error Rate	67
5.3.2.1.3	Requisito di sicurezza	67
5.3.2.2	Regole di codifica	67
5.3.2.2.1	Polinomi binari.....	67
5.3.2.2.2	Codifica del telegramma	68
5.3.2.3	Telegramma SCMT	70
5.3.3	Verifica di conformità ai requisiti	70
5.4	Air Gap EUROBALISE (Boe FSK)	70
5.4.1	Canale fisico di trasmissione	70
5.4.2	Canale logico di comunicazione.....	71
5.4.3	Verifica di conformità ai requisiti	71

6 Air-Gap GSM-R 72

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1 Schema della documentazione con particolare riferimento al Volume 4	12
Figura 1-2 - Contenuti del presente documento	13
Figura 2-1 Principio di funzionamento di SCMT	18
Figura 4-1 Esempio di funzionamento del Blocco Automatico.....	22
Figura 4-1-1 Grandezze caratteristiche dei codici di binario.....	23
Figura 4-2-1 Forma d'onda della modulante senza inversione di fase	24
Figura 4-2-2 Forma d'onda della modulante con inversione di fase	24
Figura 4-2-3 Forme d'onda del segnale modulato con codice 75 senza inversione di fase ...	25
Figura 4-2-4 Forme d'onda del segnale modulato con codice 120 senza inversione di fase..	26
Figura 4-2-5 Forme d'onda del segnale modulato con codice 180 senza inversione di fase..	27
Figura 4-2-6 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 senza inversione di fase..	28
Figura 4-2-7 Forme d'onda del segnale modulato con codice 75 con inversione di fase	29
Figura 4-2-8 Forme d'onda del segnale modulato con codice 120 con inversione di fase	30
Figura 4-2-9 Forme d'onda del segnale modulato con codice 180 con inversione di fase	31
Figura 4-2-10 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 con inversione di fase ...	32
Figura 4-2-11 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 con inversione di fase e profondità di modulazione del 80%	33
Figura 4-2-12 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 con inversione di fase e duty cycle del 40%	34
Figura 4-2-13 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 con inversione di fase, duty cycle del 40% e profondità di modulazione del 80%.....	35
Figura 4-7 Definizione di profondità di modulazione.....	39
Figura 5-1 Modello funzionale del sottosistema di Trasmissione Terra-Bordo (caso di una boa commutata)	54
Figura 5-2 Interazione funzionale Antenna-Boa	56
Figura 5-3 Rappresentazione del Volume di Contatto	57
Figura 5-4 Disassamento Boa Antenna.....	58
Figura 5-5 Lunghezza di contatto per Boe ASK in funzione del disassamento	59
Figura 5-6 Esempio di possibile interazione Antenna/Boa non Accoppiata.....	60
Figura 5-7 Caratteristiche dell'impulso AM	62
Figura 5-8 Tempo di discesa del segnale di up-link	63
Figura 5-9 Tempo di ritardo tra il segnale di sincronizzazione ed il segnale di up-link	63

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

11 di 72

Figura 5-10 Boa ASK: Caratteristiche di ingresso/uscita per un bit '0' logico	64
Figura 5-11 Formato dei telegrammi a 180 bit.....	68

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4-1 Correnti minime nei cdb.....	36
Tabella 4-2 Frequenze portanti	36
Tabella 4-3 Frequenze modulanti.....	37
Tabella 4-4 Duty cycle ammesso	37
Tabella 4-5 Soglie di reiezione - Sensibilità di captazione.....	38
Tabella 4-6 Soglie di reiezione - Frequenza portante.....	38
Tabella 4-7 Soglie di reiezione - Profondità di modulazione.....	39
Tabella 4-8 Soglie di reiezione - Frequenze Modulanti	40
Tabella 4-9 Soglie di reiezione - Duty cycle.....	41
Tabella 4-10 Tempo di reazione.....	42
Tabella 4-11 Possibili codici di binario.....	44
Tabella 4-12 Prove : Sensibilità di captazione.....	47
Tabella 4-13 Prove : variazione della frequenza portante	48
Tabella 4-14 Prove : Variazione della profondità di modulazione.....	48
Tabella 4-15 Prove : Variazione frequenza modulante.....	49
Tabella 4-16 Prove : Variazione duty cycle	49
Tabella 4-17 Prove : Tempo di decodifica	50
Tabella 4-18 Prove : Tempo di tamponamento	50
Tabella 5-1 Lunghezza di contatto, disassamento e velocità per Boe ASK.....	58
Tabella 5-2 Definizione di cross-talk protected zone, boe ASK.....	60
Tabella 5-3 Caratteristiche per Boa ASK Standard	65
Tabella 5-4 Caratteristiche per Boa ASK Ridotta	65
Tabella 5-5 Simulazione del passaggio di un treno	66

1 Generalità

1.1 Scopo del documento

Il presente documento definisce i requisiti di interfaccia fra il SSB ed il SST relativamente ai seguenti argomenti:

- Air-Gap RSC
- Air-Gap RSDD/EUROBALISE

In particolare, le specifiche per l'Air-Gap RSC contengono:

- i requisiti per il segnale nel circuito di binario, con portante a 50Hz, 83,3Hz, 178 Hz;
- i requisiti per la captazione RSC a bordo;
- i requisiti di prova per la captazione RSC a bordo.

Ciascun argomento, evidenziato nella Figura 1-1, è affrontato in un'apposita sezione di questo documento.

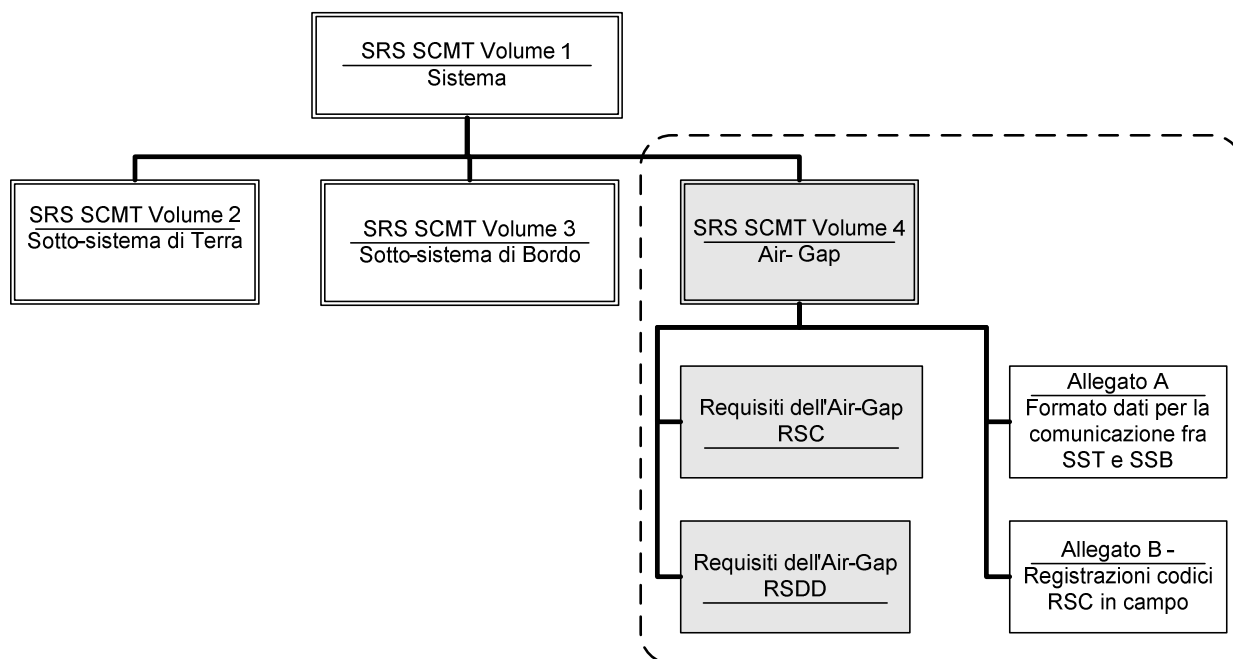


Figura 1-1 Schema della documentazione con particolare riferimento al Volume 4

1.2 Struttura del documento

La Figura 1-2 mostra il Sotto-sistema di Bordo contenente elementi *interni* ed *ibridi* e le sue interfacce verso elementi *esterni* presenti a bordo del treno, verso il Sotto-sistema di Terra e verso l'agente di condotta.

La definizione degli elementi è fornita in [R5].

La figura inoltre evidenzia quali degli aspetti sopra indicati sono trattati nel presente documento.

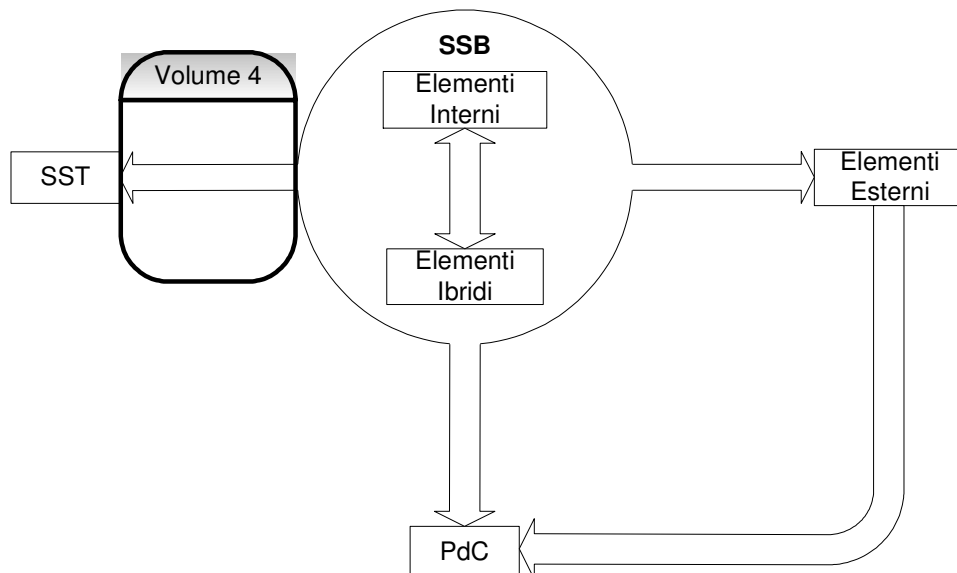


Figura 1-2 - Contenuti del presente documento

Il documento è così strutturato:

- Capitolo 1 contenente le informazioni relative alle convenzioni adottate, allo scopo del documento, al campo di applicazione, agli acronimi, ai documenti applicabili e di riferimento.
- Capitolo 2 contenente una descrizione del sistema SCMT.
- Capitolo 3 contenente una breve descrizione del database DOORS.
- Capitolo 4 contenente i requisiti per l’Air-gap RSC.
- Capitolo 5 contenente i requisiti per l’Air-gap RSDD/EUROBALISE.
- Capitolo 6 contenente i requisiti per l’Air-gap GSM-R.

1.3 Convenzioni adottate

Si veda il documento rif. [R18].

1.3.1 Convenzioni terminologiche

p.m.

1.4 Campo di applicazione

V4.A

[E] Questo documento, insieme al volume 3, le relative appendici ed i relativi allegati, deve essere utilizzato nell’ambito del progetto SCMT come SRS del SSB e del SST.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
14 di 72

1.5 Allegati e Appendici

Titolo	Codice	Rev.	Data	Ente emittente
[A1] Volume 4 - Airgap SCMT - Allegato A - Formato dati per la comunicazione fra SST e SSB	RFI TC.PATC SR CM 03 M04	A	15/5/2012	RFI
[A2] Volume 4 - Airgap SCMT - Allegato B - Registrazioni codici RSC in campo	RFI TC.PATC SR CM 03 M11	A	15/5/2012	RFI

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

15 di 72

1.6 Riferimenti

V4.000 [E] A meno di esplicita indicazione contraria, sono da ritenersi applicabili le ultime versioni dei riferimenti.

Titolo	Codice	Rev.	Data	Ente emittente
[R1] "SPECIFICA DEI REQUISITI DI SISTEMA CMT" VOLUME 2 - SOTTOSISTEMA DI TERRA	DI TC.PATC SR CM 02 G00	E	30/09/2016	RFI
[R2] Captatore per R.S. continua tipo attivo ridondato ridotto	Specifica N. 304915	esp.05	8/3/2007	Trenitalia
[R3] Ripetizione Segnali a 9 codici di tipo ridondato	Specifica Tecnica n° 304350		Aprile 1992	Ferrovie dello Stato
[R4] Ripetizione Segnali a 9 codici di tipo ridondato. Aggiornamento n° 1	Specifica Tecnica n° 304350		Dicembre 1996	Ferrovie dello Stato
[R5] SCMT SSB VOLUME 3 APPENDICE B Requisiti di architettura, ambiente e RAMS	RFI TC.PATC SR CM 03 M 69	H	30/09/2016	RFI
[R6] p.m.				
[R7] ERTMS - FFFIS for Eurobalise	SUBSET-036	3.1.0	15/06/2016	ALCATEL, ALSTOM, ANSALDO SIGNAL, BOMBARDIER, INVENSYS RAIL, SIEMENS
[R8] ERTMS - Test Specification for Eurobalise FFFIS	SUBSET-085	3.0.0	15/06/2016	ALCATEL, ALSTOM, ANSALDO SIGNAL, BOMBARDIER, INVENSYS RAIL, SIEMENS
[R9] BLOCCO AUTOMATICO A CORRENTI CODIFICATE - Procedura per l'esecuzione della regolazione delle apparecchiature di terra e di bordo per la captazione dei codici	Istruzione Tecnica 3166 - Posizione Archivio T/MR.MC/T.07/2253	-	Novembre 1994	FS Div. Manutenzione Rotabili
[R10] Norme tecniche nazionali in materia di sottosistemi costituenti i veicoli ferroviari relative alla autorizzazione di messa in servizio dei veicoli (National Technical Rules)	-	-	-	ANSF
[R11] P.M.				
[R12] Maschera FS 96 - Specifica tecnica di prova per la verifica delle componenti della corrente di trazione	Specifica N. 370582	esp.01	18/12/97	FS
[R13] p.m.				

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

16 di 72

Titolo	Codice	Rev.	Data	Ente emittente
[R14] Prescrizioni tecniche per la realizzazione degli impianti di BAcc con portante a 83,3 Hz	RFI TCSS PT IS 09 004	A	24/06/02	RFI
[R15] Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica	CEI EN 50160	2	03/2002	CEI
[R16] SottoSistema di Bordo Appendice A - Allegato 7 - Blocco funzionale Logica RSC	RFI TC.PATC SR CM 03 M 77	H	30/09/2016	RFI
[R17] Rapporto segnale/Disturbo Apparecchiature RSC	Specifica N. 371425	esp. 00	15/02/99	FS
[R18] Specifica dei requisiti di sistema SCMT – Volume 3 – Baseline documentale delle specifiche dei requisiti del SSB SCMT	RFI TC.PATC SR CM 03 M 96	F	30/09/2016	RFI

1.7 Data Base di riferimento

Titolo	Codice	Rev.	Data	Ente emittente
[D1] SRS SCMT – configurazione DOORS repository	-	-	-	RFI
[D2] SRS_SCMT_dpa – Database DOORS	-	-		RFI

1.8 Acronimi e definizioni

Per gli acronimi si faccia riferimento al doc. [R18].

Definizioni:

Sistema di Trasmissione spot: Sistema di trasmissione in cui la connessione non è continua ma realizzabile solo in tempi o luoghi prefissati

Air Gap: Spazio d'aria, in senso lato, tra le apparecchiature di bordo e di terra dell'ERTMS/ETCS-ATC

Rilevatore di squilibrio: Dispositivo che verifica che le correnti a 50 Hz circolanti nei semiavvolgimenti della connessione induttiva di ricezione non assumano mai una differenza (squilibrio) superiore a un limite prefissato molto piccolo. Al raggiungimento del limite prefissato fra le due differenti correnti a 50 Hz il dispositivo interviene sul relè del cdb del blocco automatico che a sua volta agisce disponendo a via impedita il segnale relativo.

Invertitore di fase: Apparecchiatura che realizza l'inversione di fase della corrente alternata di alimentazione.

2 Descrizione del sistema SCMT

Il sistema SCMT ha come obiettivo la protezione della marcia del treno da errori di guida dell'Agente di Condotta (AdC); questo è possibile attraverso il confronto continuo tra la velocità del rotabile misurata e la massima velocità ammessa, frutto dell'elaborazione dei dati relativi alle caratteristiche dell'infrastruttura fisica, del treno, alle condizioni di distanziamento (segnalamento) e a particolari prescrizioni alle quali l'AdC deve attenersi (per es. rallentamenti per lavori in linea).

La trasmissione delle informazioni inerenti le caratteristiche fisiche della linea, delle prescrizioni di rallentamento e dell'aspetto dei segnali, è garantita dalla posa di boe (transponder) lungo i binari. Le boe possono trasmettere un'informazione fissa (un unico telegramma) oppure un'informazione variabile (è il caso dell'aspetto dei segnali) quando sono collegate ad encoder che si interfacciano con i relè degli IS (Impianti di Sicurezza e Segnalamento di stazione o di linea).

Le boe non sono alimentate, e trasmettono il proprio telegramma al passaggio del treno quando sono eccitate dal campo elettromagnetico prodotto dall'antenna posta a bordo del rotabile.

L'insieme di boe ed encoder costituisce il nucleo del *SST (Sottosistema di Terra)*.

Le informazioni trasmesse dal SST sono integrate con le eventuali informazioni di distanziamento derivate dai codici del BAcc e con le caratteristiche frenanti proprie del treno, calcolabili grazie ad un insieme di parametri introdotti dall'AdC ad inizio missione, ed elaborate da un calcolatore posto a bordo. L'esito dell'elaborazione è il calcolo del profilo dinamico, che corrisponde alla velocità massima ammessa puntualmente, al fine di evitare svii o deragliamenti o di superare un punto protetto.

Il calcolatore confronta, ad ogni ciclo macchina, la velocità del treno, misurata attraverso gli odometri, con il profilo dinamico, comandando l'intervento della frenatura d'emergenza qualora quest'ultimo non fosse rispettato.

L'elaboratore di bordo, gli organi di misura della velocità, gli elementi di captazione delle informazioni trasmesse dal SST (codici del BAcc e boe) e di interfaccia con il sistema frenante del treno e con l'AdC, costituiscono il nucleo del *SSB (Sottosistema di Bordo)*.

Il sistema SCMT si limita a proteggere la marcia senza indicare all'AdC quale sia la velocità da tenere: l'AdC continua quindi a regolare la velocità secondo le attuali normative e disposizioni.

La Figura 2-1 di seguito sintetizza il principio di funzionamento del sistema SCMT.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
18 di 72

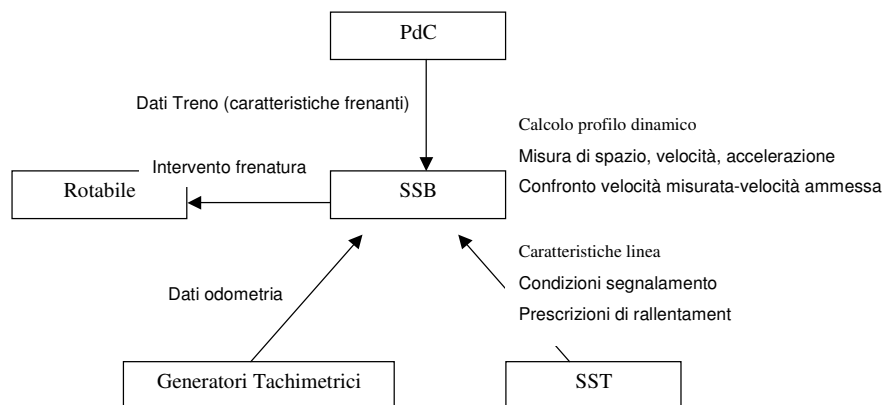


Figura 2-1 Principio di funzionamento di SCMT

3 Doors

La documentazione che costituisce i volumi 3 e 4 è stata creata mediante un database gestito dal tool DOORS di Telelogic e custodito da RFI.

DOORS è un tool concepito espressamente per la gestione dei requisiti ed offre funzionalità per l'importazione di documenti, la loro organizzazione e la suddivisione in requisiti.

Ogni documento facente parte evidenziata del set documentale proposto nella Figura 1-1 è mantenuto consistente nel database di DOORS sottoforma di *modulo formale DOORS*. L'insieme dei moduli formali corrispondenti ai documenti che compongono il **Volume X**, sono raccolti nel folder **SRS Volume X**.

All'interno del modulo formale è riportato fedelmente il contenuto del documento ma strutturato ad oggetti; ciascun oggetto corrisponde ad un paragrafo del documento originale.

Tra tutti gli oggetti DOORS sono evidenziati gli oggetti identificati come requisiti rispetto al resto degli oggetti che invece costituiscono le parti commento del documento originale.

I requisiti sono inoltre classificati, attraverso la valorizzazione di un attributo del requisito stesso, in base alle loro caratteristiche (installazione, architettura, ambiente, etc.).

Attraverso le particolari funzionalità filtro di DOORS sono rese disponibili differenti viste dello stesso modulo formale, permettendo così di visualizzare i differenti aspetti relativi alle singole caratteristiche.

Attraverso le funzionalità di navigazione è possibile seguire i link, utilizzati per rimarcare la tracciabilità tra gli oggetti di uno stesso modulo formale oppure tra oggetti che appartengono a moduli formali differenti anche esterni allo stesso folder **SRS Volume X**.

La versione della documentazione corrisponde alla versione del database salvato su supporto CDROM, la cui label è riferita in [D2].

L'allegato "*SRS SCMT - configurazione DOORS repository*" [D1] contiene in dettaglio tutte le informazioni riguardanti:

- l'organizzazione della documentazione in ambiente DOORS;
- le metodologie applicate nella classificazione degli oggetti;
- la descrizione degli attributi utilizzati per la caratterizzazione degli oggetti;
- la descrizione dei legami esistenti tra i moduli formali e quindi tra i documenti;
- la elencazione delle viste disponibili con la descrizione delle peculiarità evidenziate.

4 Air-Gap RSC

4.1 Introduzione

Questa sezione del Volume 4 definisce le caratteristiche del sistema di comunicazione RSC, specifica i segnali scambiati tra il SST ed il SSB per mezzo dell'Air-Gap RSC e introduce le prestazioni richieste agli apparati coinvolti.

4.2 Generalità

La ripetizione dei segnali di tipo continuo è caratterizzata dal fatto che il treno riceve con continuità dal binario l'informazione relativa alle condizioni di via.

I circuiti di binario (cdb) iniettano il segnale sui binari in modo che il passaggio degli assi di un treno provochi la chiusura del circuito elettrico costituito dal cdb, dai due binari e dal primo asse del treno rispetto al senso di marcia. Si genera così una corrente la cui modulazione contiene l'informazione che si vuole trasmettere al treno.

Tale informazione viene ricevuta a bordo per mezzo dell'accoppiamento induttivo che si realizza tra binario ed appositi organi di captazione (captatori) montati sul rotabile anteriormente al primo asse rispetto al senso di marcia. Il campo magnetico che si viene a generare su un piano ortogonale alle rotaie per effetto delle correnti codificate del blocco automatico, è di intensità sufficiente alla rilevazione.

In tal modo l'informazione viene trasmessa, senza interruzione, all'apparecchiatura di bordo che comanda i dispositivi periferici ed è continuamente adeguata alle condizioni della via i cui eventuali mutamenti vengono quindi ricevuti con tempestività.

Il blocco automatico che interessa le apparecchiature di ripetizione è del tipo a correnti codificate; queste ultime sono ottenute interrompendo ad intervalli regolari la/le correnti alternate di alimentazione (portanti) per un dato numero di volte al minuto primo (modulanti) creando così il codice di binario. Per la descrizione dei segnali RSC e dei codici vedi sezione 4.3.1.

La disposizione a via libera di un segnale di blocco è subordinata alle condizioni di libertà del o dei cdb appartenenti alla sezione di blocco protetti dal segnale.

Ogni cdb, vedi Figura 4-1 è collegato a quelli adiacenti per mezzo di casse induttive (CI) che realizzano

- *l'isolamento elettrico di ogni cdb di blocco per quanto riguarda la corrente alternata del segnalamento ivi circolante;*
- *la continuità elettrica delle rotaie per la corrente continua di ritorno della trazione;*
- *un punto di trasmissione identificato come estremità finale del cdb di blocco rispetto al senso di marcia del convoglio;*
- *un punto di trasmissione identificato come inizio del cdb di blocco sempre rispetto al senso di marcia del convoglio.*

Pertanto un particolare segnale elettrico immesso nel punto di trasmissione (invio corrente del segnalamento) è rilevabile nel punto di ricezione (eccitazione del relè di binario) solo se il circuito di binario risulta non occupato.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

21 di 72

Infatti la presenza anche di un solo asse di un rotabile in qualsiasi punto del circuito di binario rappresenta un cortocircuito (resistenza elettrica minore di 0,1 ohm) fra le due rotaie con conseguente annullamento del segnale in ricezione e caduta del relè di binario che in tal modo denuncia l'avvenuta occupazione del circuito interessato.

Il segnale luminoso posto a monte di tale circuito di binario verrà pertanto disposto a via impedita ogni qualvolta si rilevi la caduta del relativo relè di binario.

Un'unica tipologia di segnale elettrico che venisse immesso in trasmissione sarebbe in grado di discriminare in ricezione solo due situazioni del segnalamento (mancanza segnale = occupazione binario = segnale rosso; presenza segnale = binario libero = segnale verde).

Allo scopo di aumentare il numero di informazioni gestibili dagli impianti di terra, i segnali elettrici immessi nei circuiti di binario sono più complessi e costituiti da correnti sinusoidali opportunamente codificate.

Ogni codice identifica una particolare situazione del segnalamento; a solo titolo di esempio si può citare la seguente situazione in presenza di 4 codici schematizzata in parte anche nella Figura 4-1 (blocco a tre aspetti con 4 codici e distanze normali fra i segnali).

- *se un punto di ricezione non riceve alcuna informazione (relè di binario diseccitato) considera il proprio circuito di binario occupato e dispone a via impedita il segnale luminoso che protegge il circuito stesso. Inoltre verrà immesso il codice 75 nel punto di trasmissione del circuito di binario immediatamente a monte;*
- *il punto di ricezione di quest'ultimo, rilevando un codice 75, provvede a disporre al giallo il segnale che protegge tale circuito. Contemporaneamente verrà immesso il codice 180 nel punto di trasmissione del circuito di binario immediatamente a monte;*
- *quest'ultimo punto di ricezione, rilevando il codice 180 provvede a disporre a verde il segnale luminoso che protegge tale circuito. Verrà inoltre immesso il codice 270 nella sezione immediatamente a monte;*
- *le sezioni che ricevono il codice 270 ripetono a monte lo stesso codice 270 disponendo i relativi segnali al verde.*

Il cortocircuito elettrico effettuato già dal primo asse che impegna un circuito di binario è utilizzato per trasferire queste informazioni anche a bordo dei rotabili attrezzati con apparecchiature di ripetizione segnali (RS).

Infatti tale corrente di cortocircuito (alternata e codificata) circola sotto i captatori inducendovi il segnale elettrico che contiene le informazioni relative al segnalamento. L'utilizzo di due captatori opportunamente collegati fra loro, relativamente all'orientamento magnetico, ha permesso di ottenere nel complesso

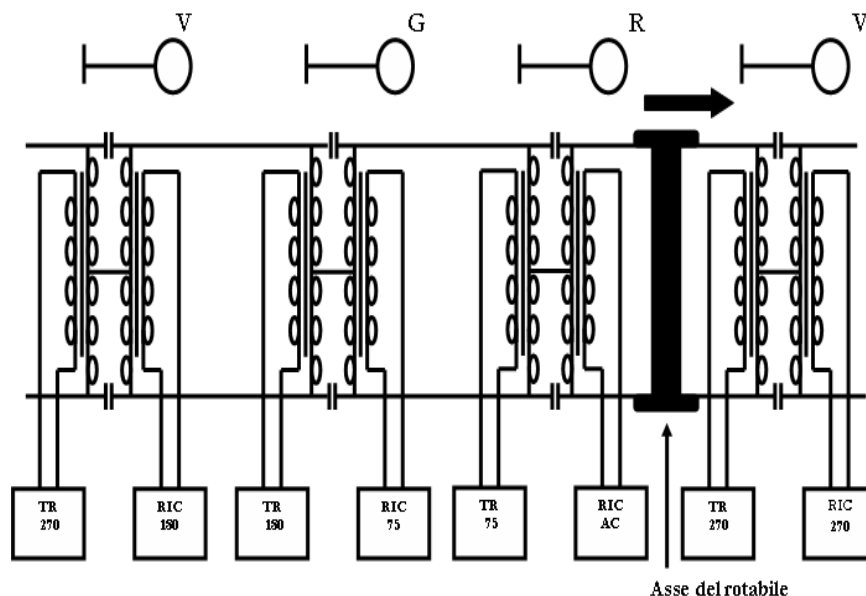
- *la somma dei segnali utili di modo differenziale captati dai singoli captatori;*
- *la differenza dei segnali perturbanti di modo comune insistenti sulle due rotaie del binario.*

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

22 di 72



Nota

Gli assi del convoglio cortocircuitando le rotaie fanno circolare la corrente di binario sotto i captatori. Tale corrente è di senso opposto per ognuno dei due captatori. Questi ultimi sono collegati in modo da ottenere la somma dei segnali captati singolarmente

Figura 4-1 Esempio di funzionamento del Blocco Automatico

4.3 Canale fisico di trasmissione

4.3.1 Grandezze caratteristiche dei codici di binario

Il segnale presente sui circuiti di binario è caratterizzato dalle seguenti grandezze:

- Ampiezza della corrente
- Valore della frequenza portante
- Valore della frequenza modulante
- Duty-Cycle
- Profondità di modulazione

Nel seguito per ciascuna di queste grandezze verrà indicato:

- Valore minimo garantito dal SST (MIN_{SST})
- Valore massimo garantito dal SST (MAX_{SST})
- Valore al di sopra del quale il SSB deve sempre accettare il codice (MIN_{SSB})
- Valore al di sotto del quale il SSB deve sempre accettare il codice (MAX_{SSB})
- Valore al di sotto del quale il SSB non accetta mai il codice (MIN_REJECT_{SSB})
- Valore al di sopra del quale il SSB non accetta mai il codice (MAX_REJECT_{SSB})



Figura 4-1-1 Grandezze caratteristiche dei codici di binario

La finestra di accettazione (linea di colore verde SSB) da parte del SSB è sempre più ampia rispetto ai valori garantiti dal SST per tener conto delle eventuali derive del SST nell'intervallo fra gli interventi di manutenzione preventiva (tarature).

La presenza di un'area di indeterminazione (estremi esclusi) per quanto concerne il SSB serve a tenere in conto le soluzioni tecnologiche e la precisione della misura da parte del SSB e degli strumenti utilizzati per la taratura.

La sezione 4.3.2 definisce le caratteristiche dei segnali presenti nei circuiti di binario (SST).

La sezione 4.3.3 definisce le caratteristiche di captazione da parte del SSB.

4.3.2 Specifica dei segnali nei cdb

La corrente che circola nel cdb è composta da una o due portanti modulate; in quest'ultimo caso la corrente risultante è data dalla somma delle due portanti. Ciascuna portante viene poi modulata in ampiezza con un'onda quadra con opportune frequenze di modulazione.

La modulazione in ampiezza può essere realizzata con o senza inversione di fase.

Il codice di binario viene dunque ottenuto impiegando una o due portanti, entrambe codificate dalle predette modulanti.

Le frequenze portanti possono assumere il valore di 50 Hz nominali, 83,3 Hz nominali, 178 Hz nominali.

La modulazione utilizzata per la costruzione dei codici di binario consiste nell'interrompere la portante ad intervalli regolari (onda quadra) per un numero di 75, 120, 180, 270 volte al minuto primo. Si definiscono "informazioni base" quelle costituite dalla frequenza base (50 Hz o 83,3 Hz) codificata con una delle quattro modulanti ed "informazioni supplementari" quelle ottenute dalla frequenza aggiunta (178 Hz) codificata con una delle prime tre modulanti. Solo il segnale Infill è costituito unicamente dalla frequenza aggiunta interrotta per 420 volte al minuto primo.

La modulante delle frequenze base, in funzione della tipologia di modulazione con o senza inversione di fase, può avere la seguente forma:

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
24 di 72

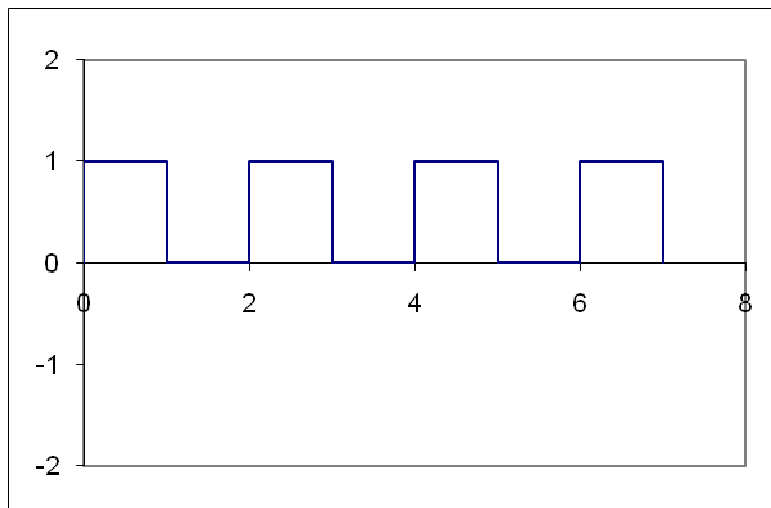


Figura 4-2-1 Forma d'onda della modulante senza inversione di fase

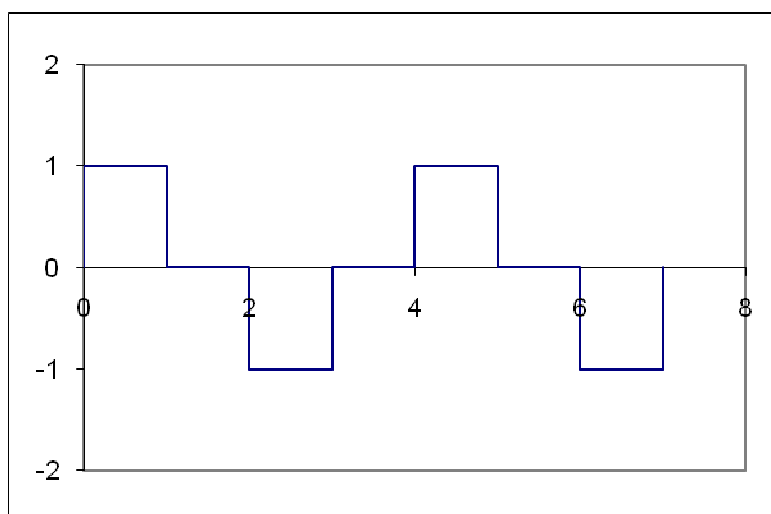


Figura 4-2-2 Forma d'onda della modulante con inversione di fase

La modulante della frequenza aggiunta ha invece sempre la forma riportata in figura 4-2-1.

Nelle Figure da 4-2-3 a 4-2-6 sono illustrate, a titolo di esempio, le forme d'onda relative alle "informazioni base" senza inversione di fase, mentre nelle successive figure da 4-2-7 a 4-2-10 quelle con inversione di fase. I segnali sono rappresentati con tutti i parametri nelle condizioni nominali.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
25 di 72

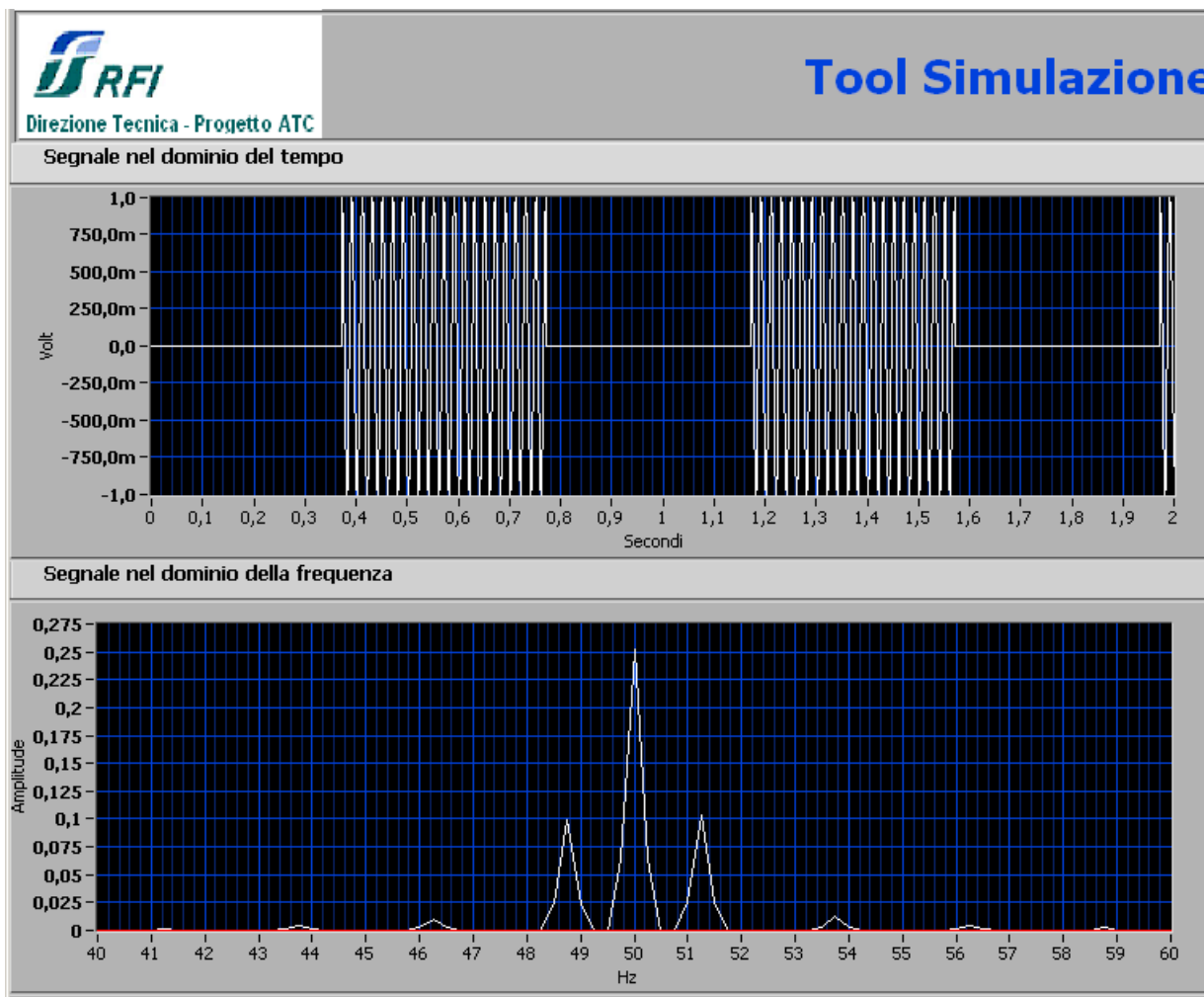


Figura 4-2-3 Forme d'onda del segnale modulato con codice 75 senza inversione di fase

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
26 di 72

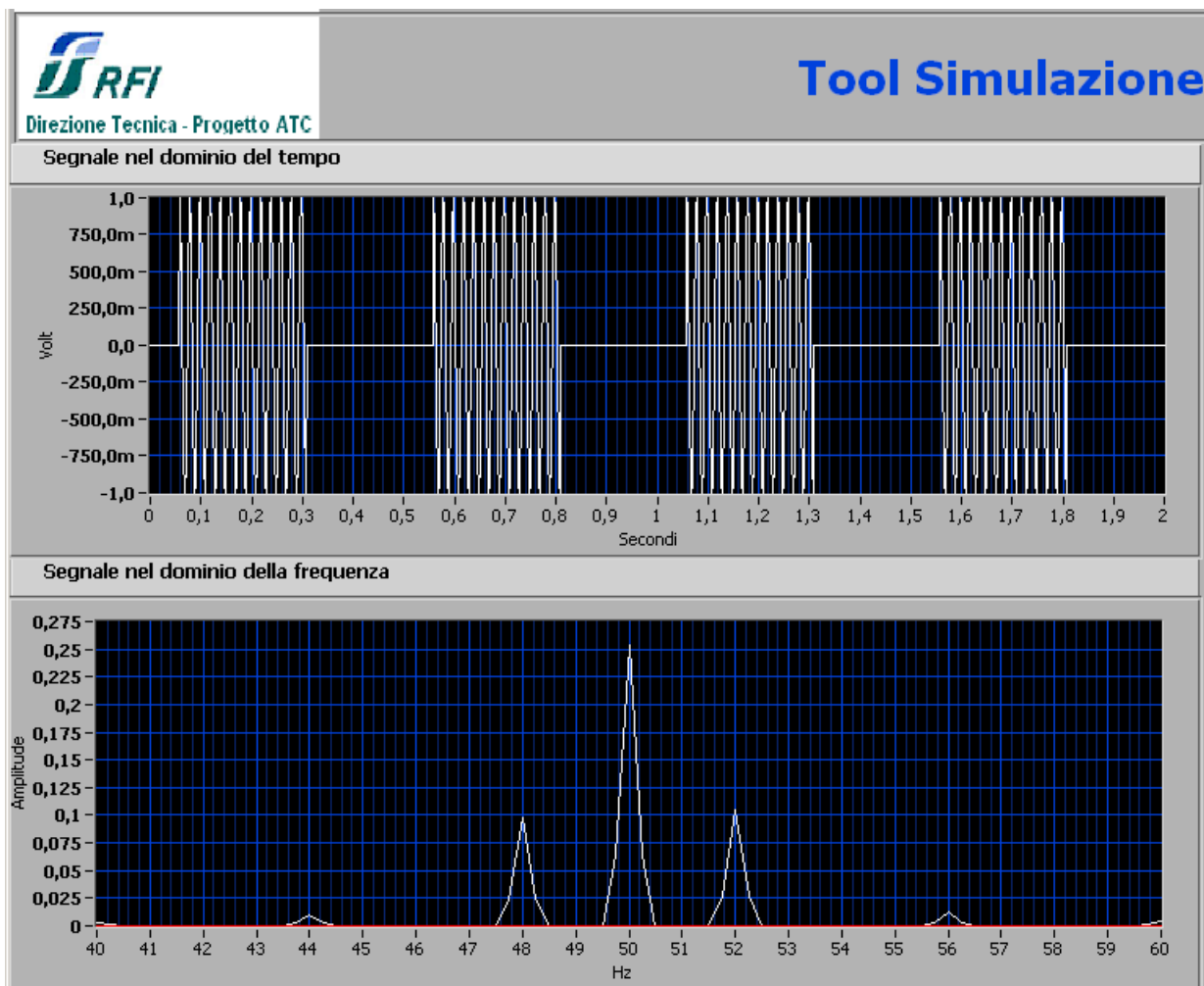


Figura 4-2-4 Forme d'onda del segnale modulato con codice 120 senza inversione di fase

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
27 di 72

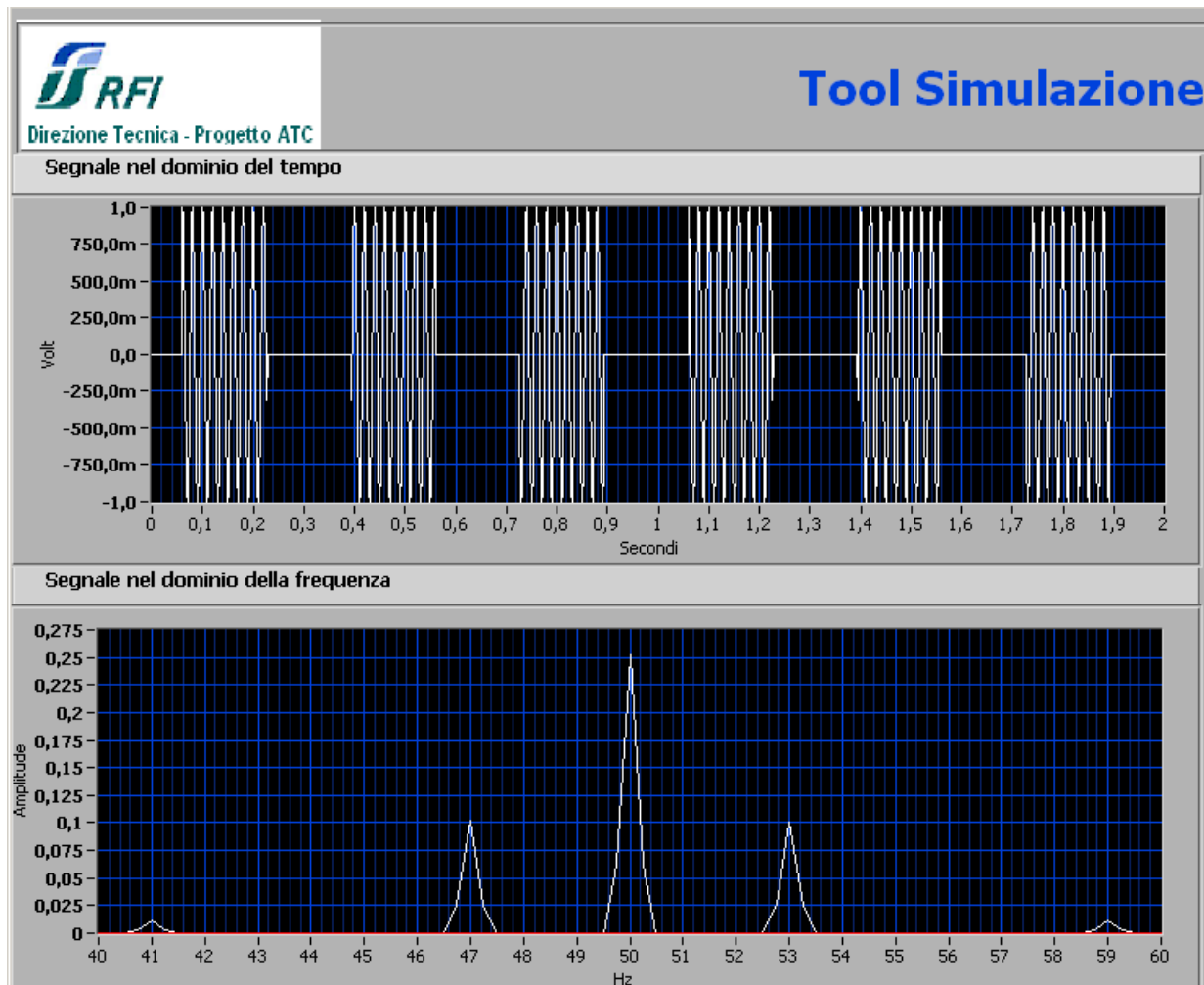


Figura 4-2-5 Forme d'onda del segnale modulato con codice 180 senza inversione di fase

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

28 di 72

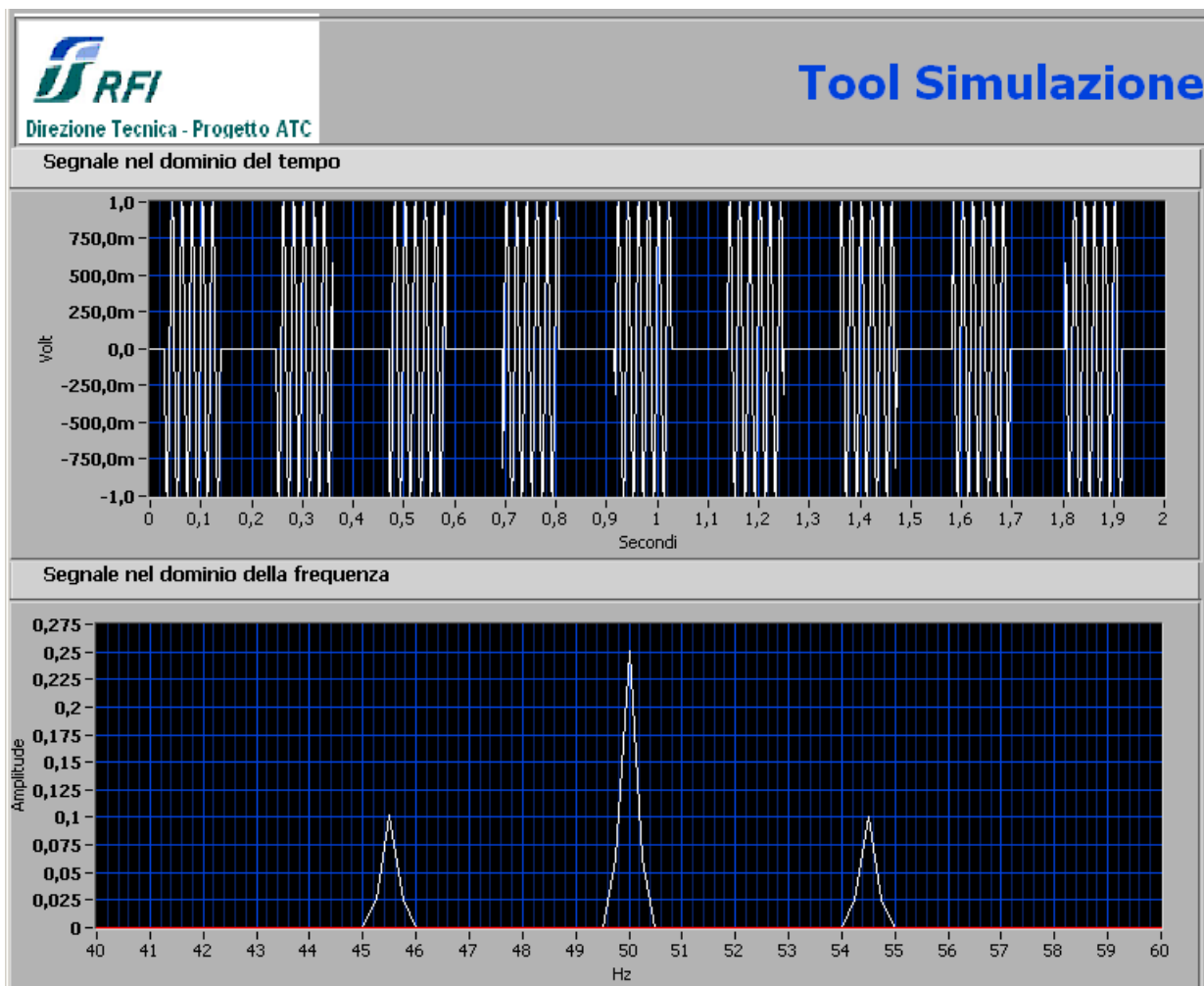


Figura 4-2-6 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 senza inversione di fase

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

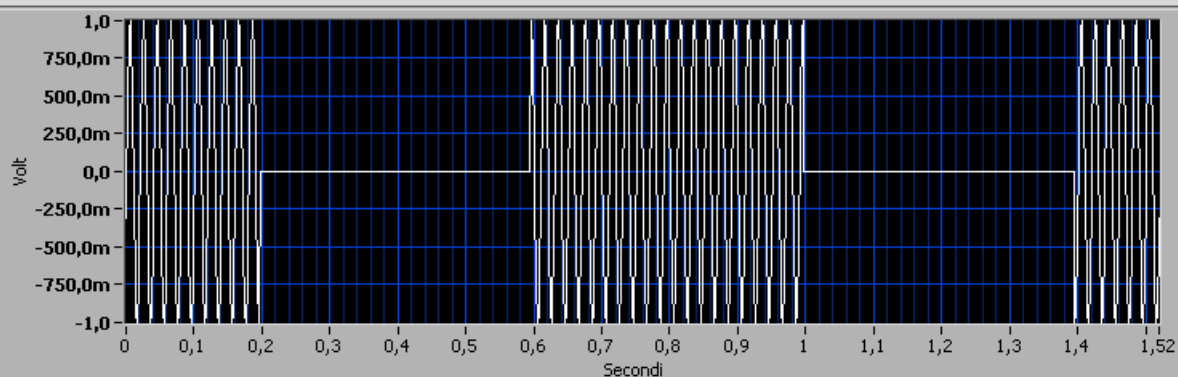
FOGLIO
29 di 72



Direzione Tecnica - Progetto ATC

Tool Simulazione

Segnale nel dominio del tempo



Segnale nel dominio della frequenza

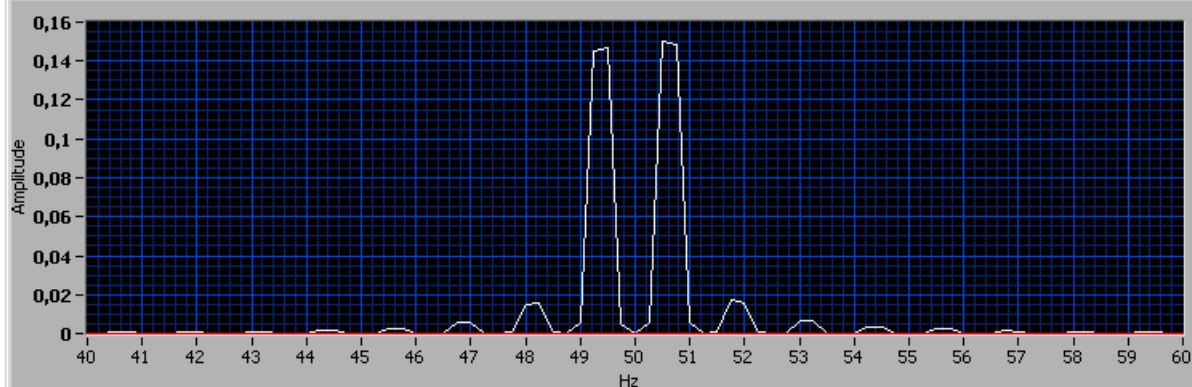


Figura 4-2-7 Forme d'onda del segnale modulato con codice 75 con inversione di fase

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
30 di 72

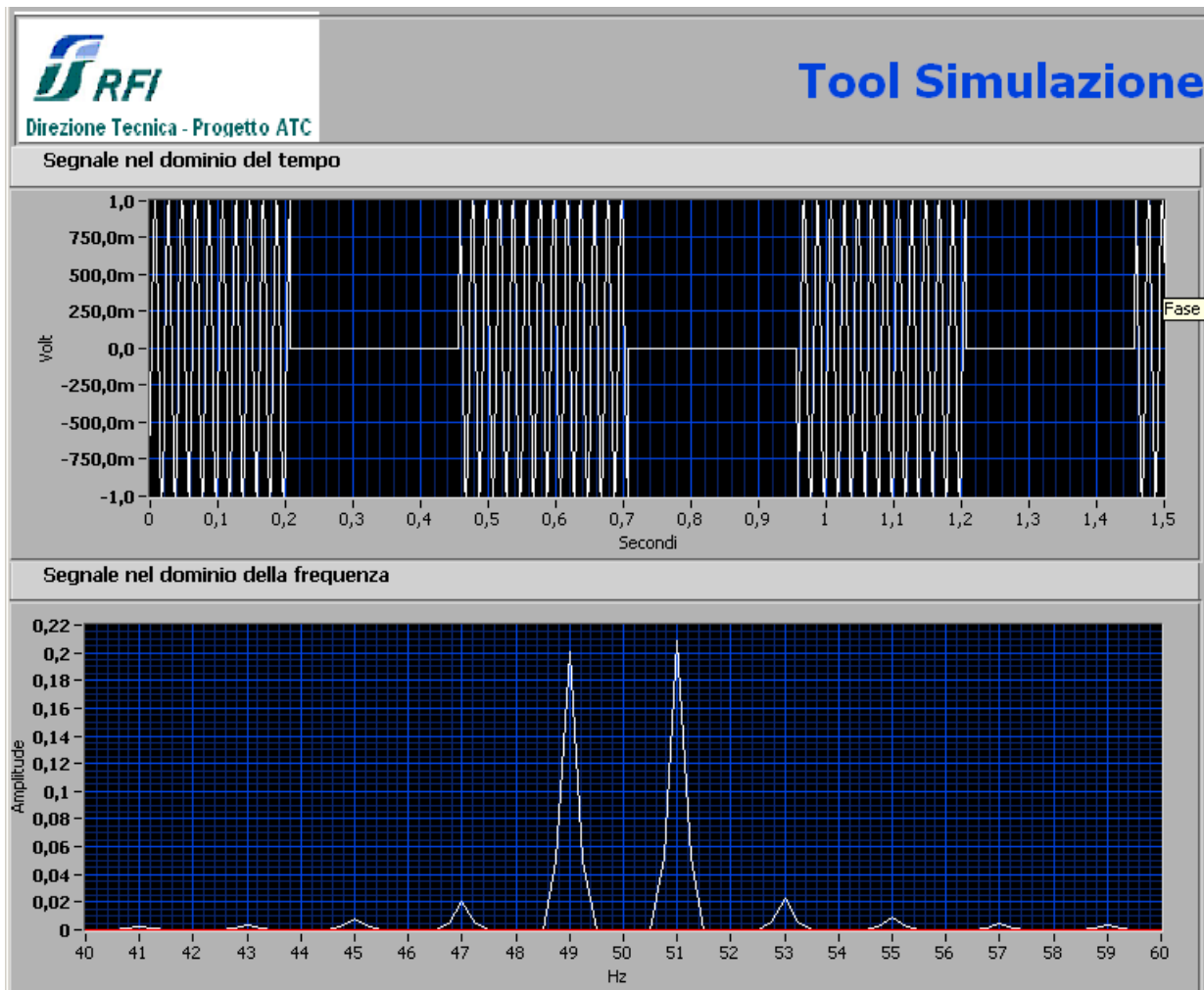


Figura 4-2-8 Forme d'onda del segnale modulato con codice 120 con inversione di fase

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
31 di 72

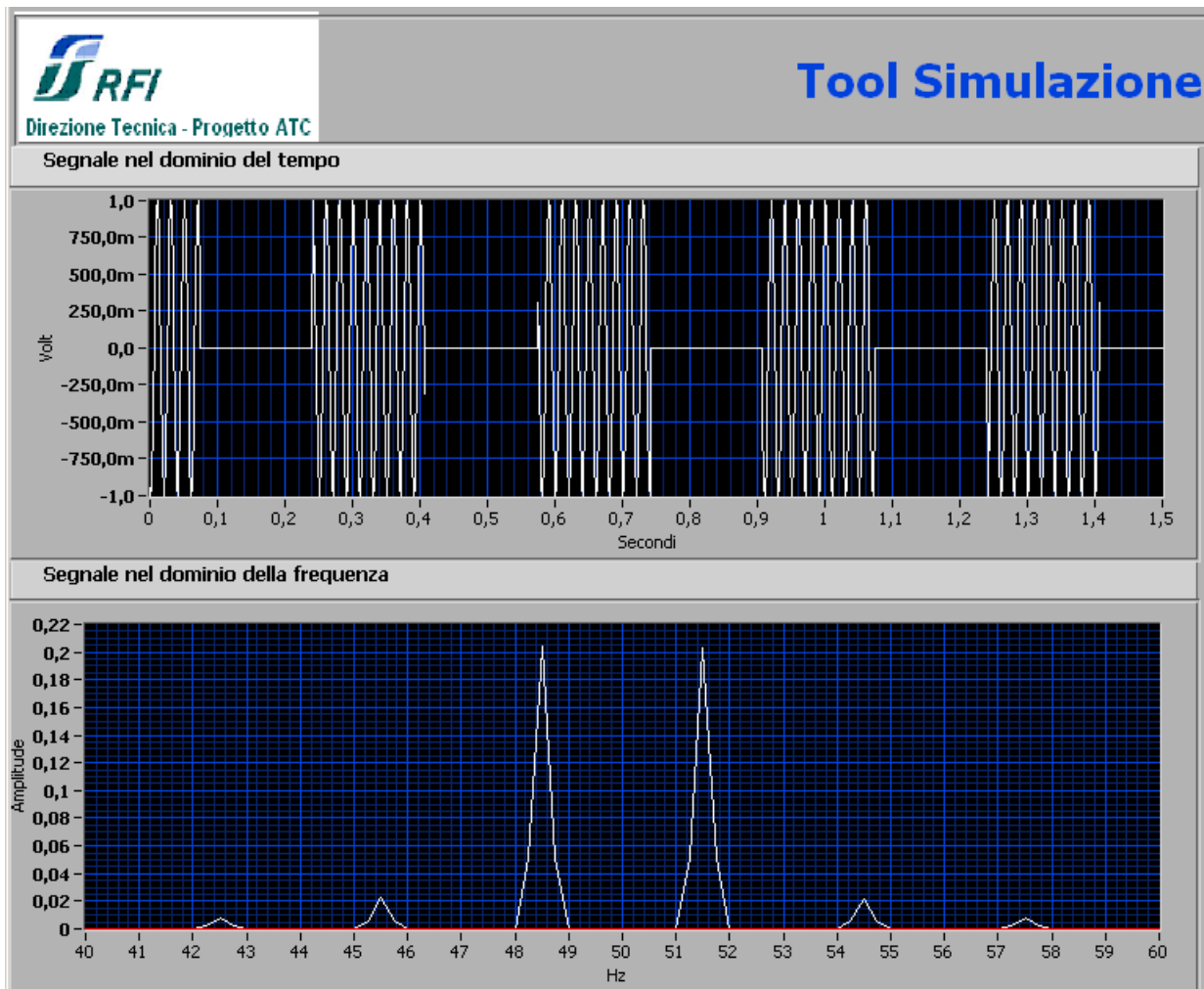


Figura 4-2-9 Forme d'onda del segnale modulato con codice 180 con inversione di fase

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
32 di 72

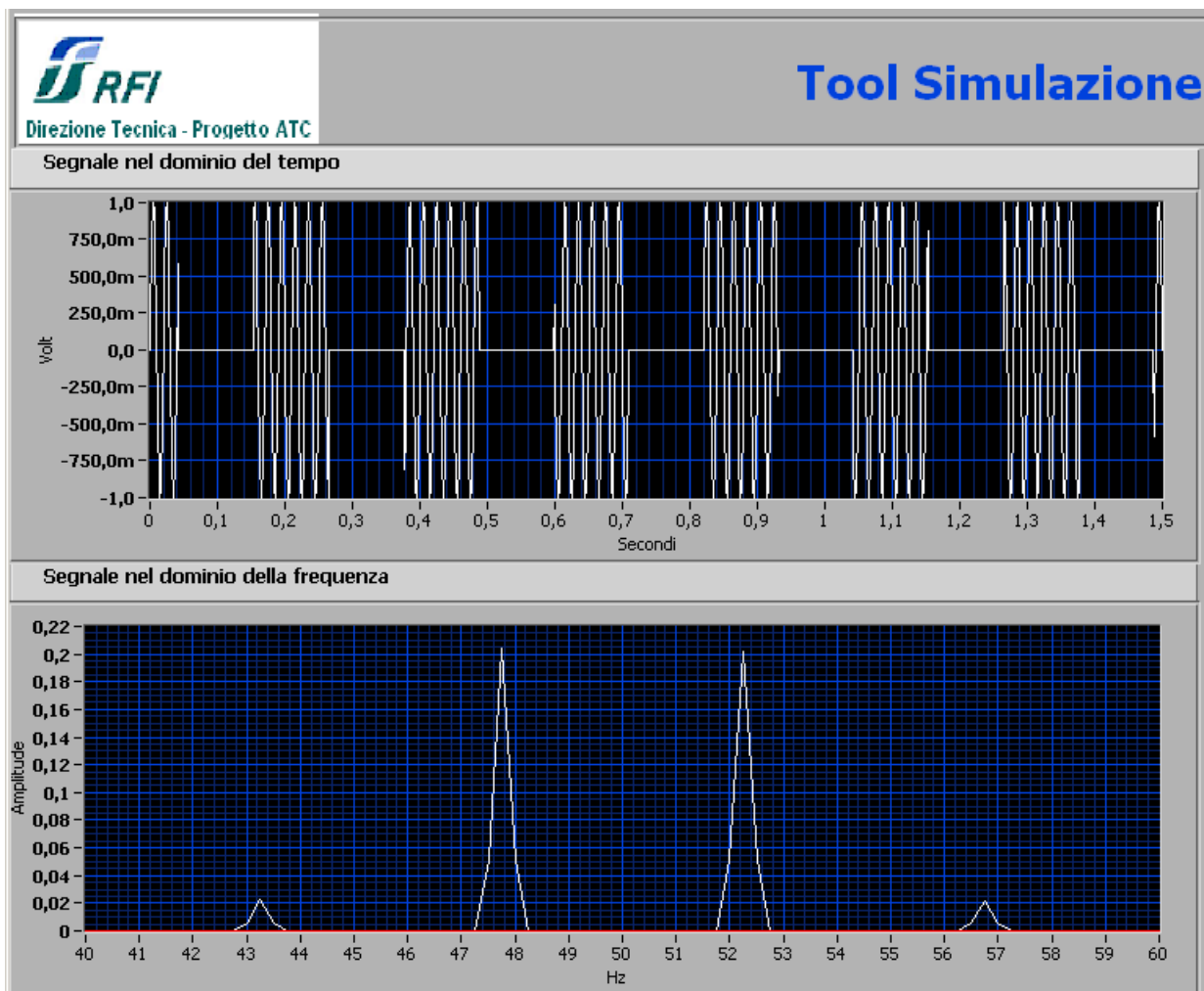


Figura 4-2-10 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 con inversione di fase

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

33 di 72

Nelle successive Figure da 4-2-11 a 4-2-13 sono illustrate a titolo di esempio le forme d'onda relative alle "informazioni base" con inversione di fase ed alcuni parametri non nelle condizioni nominali.

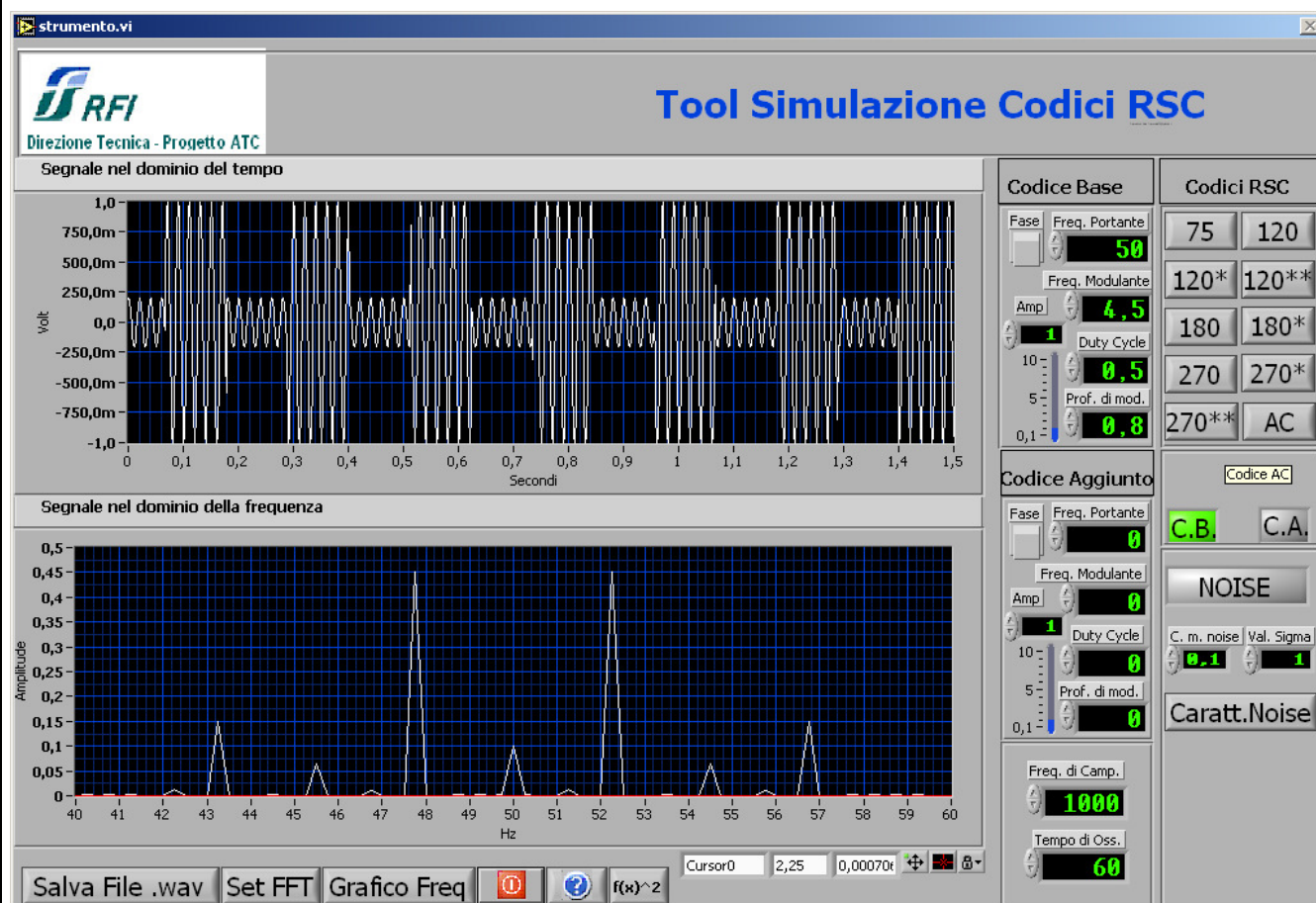


Figura 4-2-11 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 con inversione di fase e profondità di modulazione del 80%

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

34 di 72

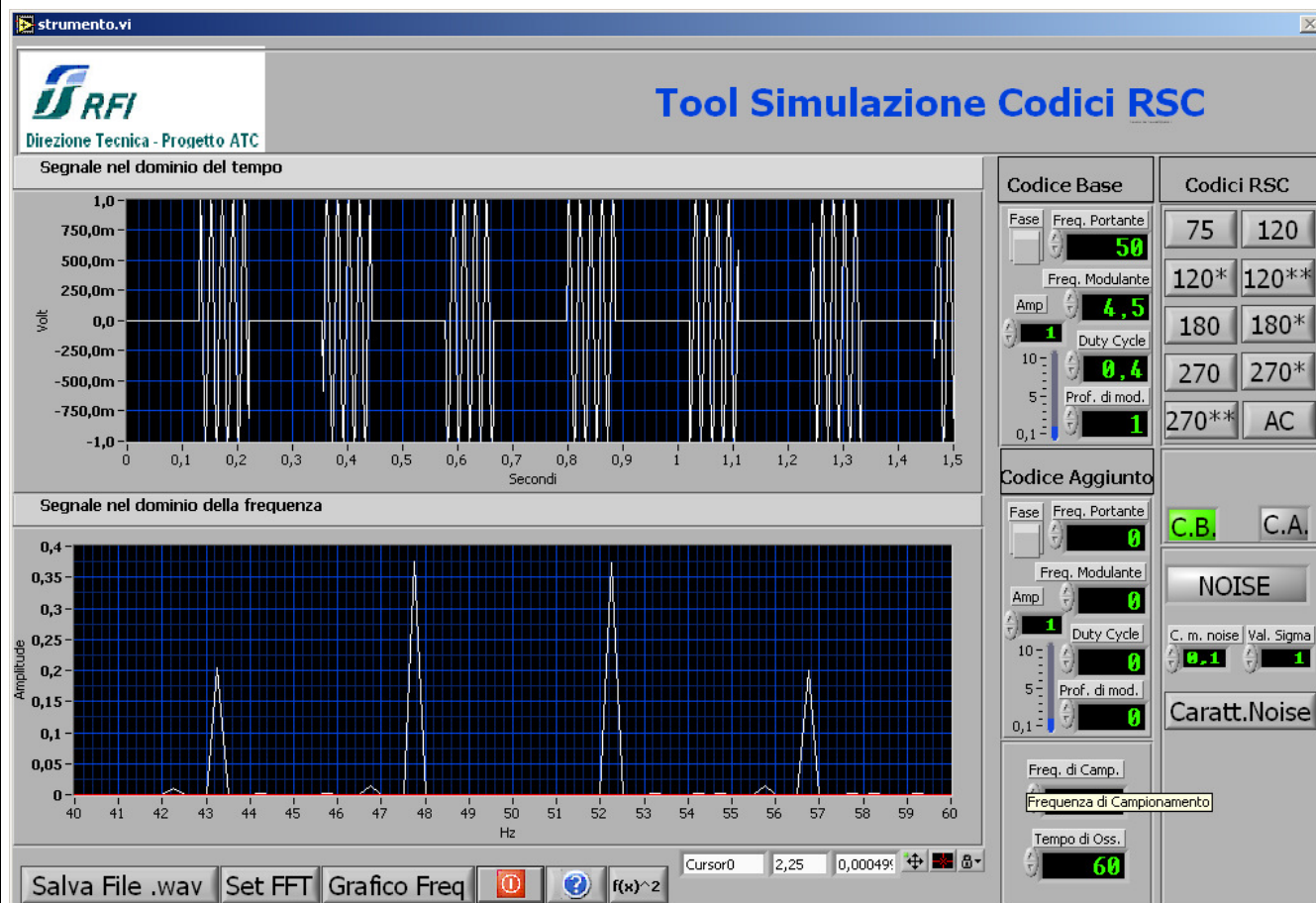


Figura 4-2-12 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 con inversione di fase e duty cycle del 40%

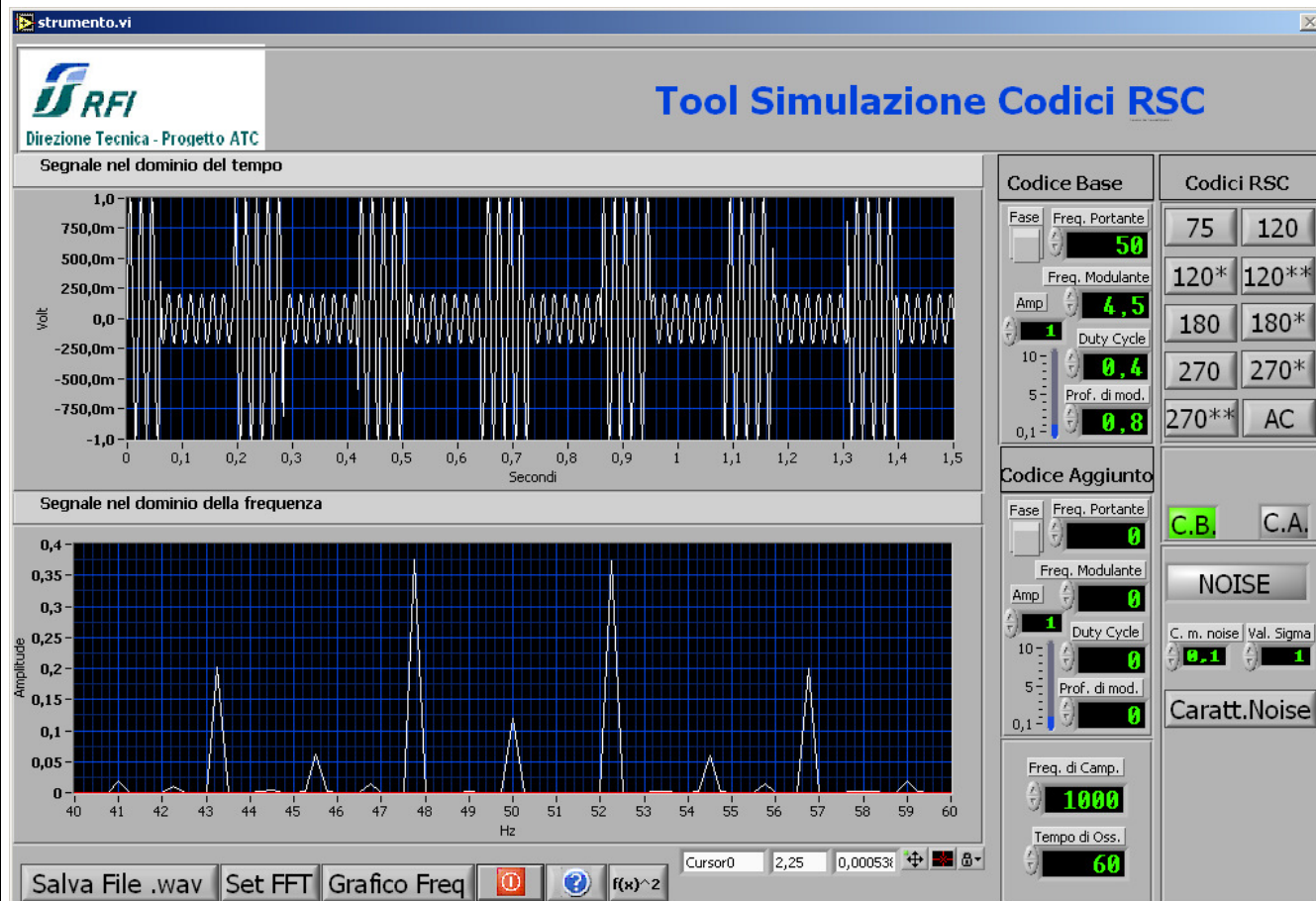


Figura 4-2-13 Forme d'onda del segnale modulato con codice 270 con inversione di fase, duty cycle del 40% e profondità di modulazione del 80%

V4.001 [E] I circuiti di binario possono essere attrezzati con una delle seguenti modalità:

1. Cdb con portante a 50 Hz: modulanti 75,120,180,270 cpm
2. Cdb con portante a 83,3 Hz: modulanti 75,120,180,270 cpm
3. Cdb con portante a 178 Hz nominali: modulante 420 cpm
4. Cdb con portante a 50 Hz sovrapposta a portante a 178 Hz; modulanti della portante a 50 Hz: 75,120,180,270 cpm; modulanti della portante a 178 Hz: 75,120,180, 420 cpm
5. Cdb con portante a 83,3 Hz sovrapposta a portante a 178 Hz; modulanti della portante a 83,3 Hz: 75,120,180,270 cpm; modulanti della portante a 178 Hz: 75,120,180, 420 cpm

I codici ottenibili ed il loro significato sono descritti al capitolo 4.3.3 Caratteristiche logiche.

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

36 di 72

4.3.2.1 Correnti nel cdb

V4.020 [E] Le correnti minime nei circuiti di binario nelle condizioni più sfavorevoli devono valere:

Per la portante a 50 Hz	$2,7 \text{ A} \pm 0,1 \text{ A}$	$3,0 \text{ A} \pm 0,1 \text{ A}$ qualora l'impianto preveda un rilevatore di squilibrio che sfrutti l'inversione di fase dei pacchetti di codice della portante a 50 Hz
Per la portante a 83,3 Hz	$2,0 \text{ A} \pm 0,1 \text{ A}$	$2,2 \text{ A} \pm 0,1 \text{ A}$ qualora l'impianto preveda un rilevatore di squilibrio che sfrutti l'inversione di fase dei pacchetti di codice della portante a 83,3 Hz
Per la portante a 178 Hz	$1,8 \text{ A} \pm 0,1 \text{ A}$	

Tabella 4-1 Correnti minime nei cdb

I valori rappresentano la corrente nel cdb espressa in A efficaci con portante non modulata.

V4.022 [E] Il rapporto tra la corrente codificata a 178 Hz e quella codificata a 50 Hz (o 83,3 Hz) deve essere minore di 1 in ogni condizione.

V4.019 [E] Le correnti massime nel circuito devono essere tali che la loro somma in modulo non risulti mai superiore a 20 A; nel caso di codici di binario costituiti da una sola portante questo significa che la corrente massima per la portante in esame è 20 A

I valori rappresentano la corrente nel cdb espressa in A efficaci con portante non modulata.

4.3.2.2 Frequenze portanti

V4.018 [E] Le frequenze portanti devono essere comprese tra i seguenti valori:

	Valore minimo	Valore nominale	Valore massimo
portante a 50 Hz	49 Hz	50 Hz	51 Hz
portante a 83,3 Hz	$82,3^{(1)} \text{ Hz}$	83,3 Hz	84,3 Hz
portante a 178 Hz	177 Hz	178 Hz	179 Hz

Tabella 4-2 Frequenze portanti

¹ La frequenza 83,3 Hz al pari della 178 Hz è generata con oscillatori quarzati per cui si prevede una tolleranza di $\pm 1 \text{ Hz}$

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

37 di 72

4.3.2.3 Frequenze modulanti

V4.017 [E] Le frequenze modulanti devono essere comprese tra i seguenti valori:

	Valore minimo	Valore nominale	Valore massimo
Modulante 75	70 cpm	75 cpm	78 cpm
Modulante 120	117 cpm	120 cpm	125 cpm
Modulante 180	176 cpm	180 cpm	185 cpm
Modulante 270	266 cpm	270 cpm	280 cpm
Modulante 420	415 cpm	420 cpm	425 cpm

Tabella 4-3 Frequenze modulanti

4.3.2.4 Duty cycle

V4.021 [E] Il duty cycle ammesso può variare tra i seguenti valori:

Valore minimo	Valore nominale	Valore massimo
35% ON - 65%OFF	50% ON - 50% OFF	65% ON - 35% OFF

Tabella 4-4 Duty cycle ammesso

4.3.2.5 Profondità di modulazione

V4.149 [E] La profondità di modulazione garantita dalle apparecchiature componenti il SST è pari al 100% (assenza di segnale nella banda di interesse nel tempo di OFF): la presenza nel CdB di segnale in banda nel tempo di OFF è da imputare esclusivamente alla presenza di disturbi la cui entità non può essere definita.

4.3.3 Specifica della captazione RSC

I segnali ricevuti a bordo sono analizzati sia nel dominio del tempo che della frequenza (vedi anche rif. [R17]).

4.3.3.1 Dispositivi di captazione

V4.003 [E] Devono essere impiegati captatori conformi a quanto richiesto nel documento [R2] (captatore attivo ridondato ridotto).

4.3.3.2 Sensibilità di captazione

V4.016 [E] La sensibilità di captazione, nella gamma di velocità tra 0 e la massima velocità del veicolo quando questa ultima è inferiore a 300 Km/h, per una distanza di 20 cm fra centro barra di sostegno del captatore e piano rotaia, deve essere conforme alla tabella che segue, in particolare:

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

38 di 72

- il SSB deve considerare la ampiezza valida ed essere in grado di decodificare correttamente il codice quando la corrente nel cdb è compresa tra il valore minimo ammesso e il valore massimo estremi inclusi;
- il SSB deve considerare non valido il codice quando la corrente nel cdb è inferiore al valore minimo di rifiuto.

	Portante		
	50 Hz	83,3 Hz	178 Hz
Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT_{SSB})	1,3 A	1,3 A	0,7 A
Valore minimo ammesso (MIN_{SSB})	2 A	2 A	1,3 A
Valore massimo (MAX_{SSB})	20 A	20 A	15 A
Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT_{SSB})	Non applicabile	Non applicabile	Non applicabile

Tabella 4-5 Soglie di reiezione - Sensibilità di captazione

I valori in tabella rappresentano la corrente nel cdb espressa in A efficaci con portante non modulata.

4.3.3.3 Controllo della frequenza portante

V4.002 [E] Il SSB deve controllare la frequenza portante secondo la tabella che segue, in particolare:

- il SSB deve considerare valida la frequenza quando è compresa tra il valore minimo ammesso ed il valore massimo ammesso estremi inclusi
- il SSB deve considerare non valido il codice quando la frequenza è minore del valore minimo di rifiuto oppure è maggiore del valore massimo di rifiuto

	Portante 50 Hz nominali	Portante 83,3 Hz nominali	Portante 178 Hz nominali
Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT_{SSB})	46 Hz	80,3 Hz	174 Hz
Valore minimo ammesso (MIN_{SSB})	48 Hz	81,3 Hz	176 Hz
Valore massimo ammesso (MAX_{SSB})	52 Hz	85,3 Hz	180 Hz
Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT_{SSB})	54 Hz	86,3 Hz	182 Hz

Tabella 4-6 Soglie di reiezione - Frequenza portante

4.3.3.4 Controllo della profondità di modulazione

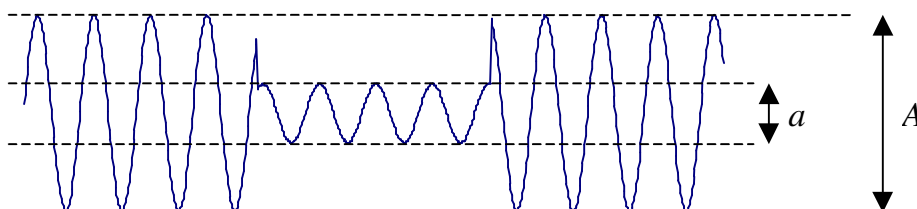
Definizione:

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

39 di 72


Figura 4-7 Definizione di profondità di modulazione

Si definisce *profondità di modulazione* del segnale di cdb il rapporto $\frac{A-a}{A}$ in cui A rappresenta il valore massimo assunto dall'ampiezza della modulante e a ne rappresenta il valore minimo.

V4.004 [E] Il SSB deve controllare la profondità di modulazione secondo la tabella che segue, in particolare:

- il SSB deve considerare valida la profondità di modulazione quando è maggiore del valore minimo ammesso estremi inclusi
- il SSB deve considerare non valido il codice quando la profondità di modulazione è inferiore al valore minimo di rifiuto

Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	48%
Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	58%

Tabella 4-7 Soglie di reiezione - Profondità di modulazione

4.3.3.5 Controllo delle frequenze modulanti

V4.005 [E] Il SSB deve controllare la frequenza delle modulanti secondo la tabella che segue, in particolare:

- il SSB deve considerare valida la frequenza della modulante quando è compresa tra il valore minimo ammesso ed il valore massimo ammesso estremi inclusi
- il SSB deve considerare non valido il codice quando la frequenza è minore del valore minimo di rifiuto oppure è maggiore del valore massimo di rifiuto

Controllo frequenza 75	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	64 Cpm
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	68 Cpm
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	82 Cpm
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	86 Cpm

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

40 di 72

Controllo frequenza 120	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	106 Cpm
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	115 Cpm
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	127 Cpm
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	140 Cpm
Controllo frequenza 180	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	160 Cpm
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	172 Cpm
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	198 Cpm
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	205 Cpm
Controllo frequenza 270	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	244 Cpm
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	255 Cpm
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	292 Cpm
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	315 Cpm
Controllo frequenza 420	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	378 Cpm
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	408 Cpm
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	432 Cpm
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	462 Cpm

Tabella 4-8 Soglie di reiezione - Frequenze Modulanti

4.3.3.6 Controllo del duty cycle

V4.006

[E] Il SSB deve controllare il duty cycle del segnale ricevuto secondo la tabella che segue, in particolare:

- il SSB deve considerare valido il duty cycle quando è compreso tra il valore minimo ammesso e quello massimo ammesso estremi inclusi
- il SSB deve considerare non valido il codice quando il duty cycle è inferiore al valore minimo di rifiuto oppure maggiore del valore massimo di rifiuto

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

41 di 72

Controllo duty cycle codice 75	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	25%
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	33%
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	68%
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	74%
Controllo duty cycle codice 120	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	25%
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	33%
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	68%
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	74%
Controllo duty cycle codice 180	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	25%
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	33%
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	68%
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	74%
Controllo duty cycle codice 270	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	20%
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	33%
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	68%
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	74%
Controllo duty cycle codice 420	
• Valore minimo di rifiuto (MIN_REJECT _{SSB})	25%
• Valore minimo ammesso (MIN _{SSB})	30%
• Valore massimo ammesso (MAX _{SSB})	70%
• Valore massimo di rifiuto (MAX_REJECT _{SSB})	74%

Tabella 4-9 Soglie di reiezione - Duty cycle

4.3.3.7 Tempi di risposta

Definizione:

Si definisce *tempo di reazione al codice* il tempo che inizia nel momento in cui il segnale valido e stabile è disponibile ai captatori e finisce nel momento dell'attuazione da parte del SSB della eventuale azione dovuta alla variazione del codice stesso.

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

42 di 72

V4.151 [E] Il SSB deve garantire un “tempo di reazione al codice” per tipologia di sequenza minore o uguale a:

tipologia di sequenza	<i>tempo di reazione (s) in tutte le condizioni ammissibili di segnale da terra</i>
Restrittive (normali, non normali e non regolari)	5,5
Logiche liberatorie	7
Illogiche (tab. 2.9 SRF Logica RSC rif. [R16])	5,5
Illogiche non previste (tab. 2.8 SRF Logica RSC rif. [R16])	7

Tabella 4-10 Tempo di reazione

- V4.152 [E] Il SSB SCMT deve essere in grado di rilevare codici RSC nella banda 30-200Hz (predisposizione per codici infill Fase 2).
- V4.007 [Eliminato]
- V4.008 [Eliminato]
- UC7.41 [E] Nelle modalità operative [PredCMT + RSC], [CMT + RSC] e [CMTe + RSC], la funzione deve filtrare eventuali condizioni di Assenza Segnale o Assenza Codice (AC) (o condizioni transitorie di modulazione anomala) di breve durata e non ripetitive: la durata massima tollerabile è data dal Tempo di Riconoscimento (*Tempo_riconoscimento_codice*).

Per la valutazione delle performance il SSB deve essere stimolato anche con le sequenze di codice di cui al documento rif. [A2] contenente un insieme di file .wav corrispondenti a varie transizioni di codice RSC rilevate in campo. Dovrà essere data evidenza del metodo di misura dell'istante in cui il nuovo codice è ritenuto disponibile (per esempio istante di pubblicazione su MVB del nuovo codice).

4.3.3.8 Rapporto segnale/disturbo apparecchiature RSC

Come noto gli azionamenti dei veicoli possono generare disturbi elettromagnetici che, indotti sui captatori delle apparecchiature RS di tipo continuo, perturbano la regolare captazione dei codici.

L'entità delle componenti armoniche dei veicoli deve essere conforme ai principi generali enunciati nella “Maschera FS 96” [R12]

I disturbi elettromagnetici indotti sui captatori sono tollerati se di valore tale da garantire un adeguato margine di sicurezza nei confronti del minimo segnale utile che risulta disponibile sui captatori delle apparecchiature RS di tipo continuo, nelle condizioni di esercizio.

I seguenti requisiti determinano i limiti per il massimo disturbo ammesso sui captatori a causa

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

43 di 72

degli azionamenti o altri sottosistemi di bordo.

- V4.023 [E] L'applicazione generica del SSB deve essere caratterizzata per determinare il valore del rapporto segnale/disturbo, in presenza del minimo segnale utile garantito dal SST BAcc, al di sopra del quale il SSB non riconosca un indebito codice RSC (il valore del rapporto segnale/disturbo deve essere accompagnato dall'indicazione delle condizioni di test in cui si verifica indebita captazione)
- V4.024 [E] L'applicazione generica del SSB deve essere caratterizzata, in termini di immunità ai disturbi, almeno a fronte delle seguenti combinazioni e prendendo a riferimento la "Maschera FS 96" [R12] per quanto riguarda l'ampiezza del disturbo (è demandato all'Hazard analisi a cura del fornitore verificare l'eshaustività dei casi sotto indicati e la scelta delle modalità di test in funzione dei parametri che caratterizzano i codici ed i disturbi):
- Codice RSC + rumore di tipo uniforme (disturbo che simula il rumore di fondo)
 - Codice RSC + rumore di tipo impulsivo (disturbo che simula toni nell'ambito delle bande utili del codice RSC generati dagli azionamenti dei veicoli)
 - tono 50 Hz + rumore di tipo uniforme
 - tono 50 Hz + rumore di tipo impulsivo
 - tono 83.3 Hz + rumore di tipo uniforme²
 - tono 83.3 Hz + rumore di tipo impulsivo
- V4.025 [E] Le installazioni del SSB su ciascun rotabile devono garantire il rispetto del rapporto segnale/disturbo ai captatori RSC richiesto dall'applicazione generica.
- V4.009 [E] La definizione del posizionamento in opera dei captatori deve essere curata in modo da rispettare i vincoli meccanici necessari alla corretta messa in opera degli stessi, provvedendo anche alla applicazione degli elementi schermanti atti ad ottenere il previsto rapporto segnale/disturbo.

4.4 Canale logico di comunicazione

I codici sono formati da una portante base (50 Hz oppure 83,3Hz) che può essere sovrapposta ad una portante aggiunta a 178 Hz.

Sia la portante base (f1) che quella secondaria (f2) sono modulate dando origine ai codici qui di seguito descritti.

² L'entità del disturbo di tipo uniforme in corrispondenza della portante 83,3 Hz si deve assumere equivalente al caso di portante a 50Hz.

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

44 di 72

V4.033 [E] Nel prospetto seguente sono precisate le 9 informazioni (codici) attualmente disponibili:

Codice	Composizione
Infill	420 f2
120 + Infill	120 f1 + 420 f2
270**	270 f1 + 120 f2
270*	270 f1 + 75 f2
270	270 f1
180*	180 f1 + 75 f2
180	180 f1
120 **	120 f1 + 180 f2
120*	120 f1 + 75 f2
120	120 f1
75	75 f1

Tabella 4-11 Possibili codici di binario

Nella tabella, f1 indica la frequenza base (50 Hz oppure 83,3 Hz) e f2 indica la frequenza aggiunta (178 Hz).

Il significato associato a ciascuno dei codici sopra menzionati è la seguente:

Codice	Significato
Infill	In seguito ad una segnalazione di avviso di via impedita di un segnale, il codice fornisce l'indicazione di liberazione anticipata della marcia del treno.
270**	Indicazione di via libera per almeno 5.400m nominali
270*	Indicazione di via libera per almeno 4.050m nominali
270	Indicazione di via libera per almeno 2.700m nominali. (Il codice viene anche utilizzato per imporre una riduzione di velocità (chiave RI270))
180*	Preavviso a distanza non inferiore a 2700m nominali di un segnale di prima categoria a via libera per un percorso deviato a velocità non superiore a 100km/h (o 130km/h). Il codice viene anche utilizzato per imporre una riduzione di velocità per lavori a 150km/h (chiave RL)

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

45 di 72

Codice	Significato
180	<p>Preavviso a distanza di norma non inferiore a 2700m nominali (può eccezionalmente essere captato ad una distanza inferiore, quando la velocità massima di linea è minore o uguale a 110km/h in rango A) di un segnale di prima categoria a via impedita o a via libera per un percorso deviato da percorrere a velocità di 30km/h o 60km/h. Il codice viene anche utilizzato per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • avviso di rallentamento notificato; • riduzioni di velocità per lavori (chiave RI); • avvisare la fine di una zona codificata; • avvisare l'inizio di una zona non codificata (NC); • avviso, nei casi previsti, di riduzione della velocità massima della linea.
120 **	Avviso a distanza non inferiore a 1.350m nominali di riduzione di velocità a V130 per un itinerario deviato (attualmente non utilizzato)
120*	Avviso a distanza non inferiore a 1.350m nominali di riduzione di velocità a V100 per un itinerario deviato
120	Avviso di riduzione a distanza non inferiore a 900m, al momento della captazione, di velocità per itinerario deviato a 30, 60km/h
75	Avviso di via impedita a distanza non inferiore a 900m, al momento della captazione
AC	Assenza di codice

Il segnale di infill, costituito dalla sola portante a 178 Hz modulata con 420 interruzioni, consiste nel permettere la gestione della liberazione anticipata della marcia del treno in seguito a una segnalazione di avviso di via impedita di un segnale con successiva apertura dello stesso.

La gestione della liberazione anticipata è regolata trasferendo da terra a bordo l'informazione generica di segnale di valle disposto a via libera ed è applicabile ai segnali di prima categoria di tutte le linee attrezzate SCMT. Inoltre la liberazione della marcia dovrà avvenire ad un livello di velocità predefinito.

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

46 di 72

4.5 Verifiche di conformità ai requisiti per la captazione RSC

4.5.1 Generalità

- V4.010 [E] Le prove possono essere effettuate col loop così come specificato nella istruzione tecnica 3166 [R9]. In questo caso Il fattore di correzione K sarà determinato in modo tale che la corrente nel loop sia equivalente a quella reale nel cdb. Le prove indicate nell'istruzione tecnica 3166, oltre ad essere svolte sulla coppia di captatori, devono essere svolte anche su ogni singolo captatore con l'obiettivo di rilevare eventuali squilibri (i segnali captati da ciascun singolo captatore devono essere confrontabili nell'ambito delle tolleranze).
- V4.011 [E] La dimostrazione che SSB supera le prove qui specificate deve tenere conto della incertezza del sistema di misura impiegato. Deve essere valutato l'errore della catena di misura e l'impatto sulla dimostrazione di conformità ai requisiti.

Questo significa che più è grande l'errore della catena di misura, più si riducono i margini consentiti dalla presente specifica.

4.5.2 Lista delle prove

- V4.012 [E] Il SSB deve superare il seguente set di prove:
- Sensibilità di captazione
 - Verifica rapporto S/N a bordo
 - Variazione della frequenza portante
 - Variazione della profondità di modulazione
 - Variazione frequenza modulante
 - Variazione duty cycle
 - Tempo di decodifica
 - Tempo di tamponamento

4.5.2.1 Prova della sensibilità di captazione

- V4.013 [E] La prova della sensibilità di captazione deve essere effettuata secondo le modalità qui riportate

Condizioni di prova	
Attrezzaggio cdb	Tutti
Correnti nel c.d.b	Tra zero a massime
Inversione di fase	Con e senza
Frequenze portanti	Nominali

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

47 di 72

Condizioni di prova

Profondità di modulazione	Nominale
Frequenze modulanti	Tutte e a valore nominale
Duty cycle	Nominale
Disturbi	Provare con e senza disturbi. Quando presenti i disturbi sono quelli indicati al paragrafo 4.3.3.8.
Risultati attesi	Conformità a quanto previsto nel paragrafo 4.3.3.2.

Tabella 4-12 Prove : Sensibilità di captazione
4.5.2.2 Verifica rapporto S/N a bordo

Il massimo disturbo ammesso sui captatori e generato dagli azionamenti o altre apparecchiature di bordo deve rispettare le condizioni di cui al paragrafo 4.3.3.8. Dovrà essere data evidenza che il rapporto S/N è nei limiti richiesti.

V4.014 [E] La misura del rapporto segnale rumore su uno specifico rotabile, deve essere effettuata in accordo alla specifica FS 371425 (rif. [R17]).

4.5.2.3 Prova variazione della frequenza portante

V4.015 [E] La prova della variazione della frequenza portante deve essere effettuata secondo le modalità qui riportate

Condizioni di prova	
Attrezzaggio cdb	Tutti
Correnti nel c.d.b	Minime ammesse
Inversione di fase	Con e senza
Frequenze portanti	Da valori inferiori ai minimi ammessi a valori superiori ai massimi ammessi (vedi paragrafo 4.3.3.3.)
Profondità di modulazione	Nominale
Frequenze modulanti	Tutte e a valore nominale
Duty cycle	Nominale
Disturbi	Provare con e senza disturbi. Quando presenti i disturbi sono quelli indicati al paragrafo 4.3.3.8.
Risultati attesi	Conformità a quanto previsto nel paragrafo 4.3.3.3.

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

48 di 72

Tabella 4-13 Prove : variazione della frequenza portante
4.5.2.4 Prova variazione della profondità di modulazione

V4.030 [E] La prova della variazione della profondità di modulazione deve essere effettuata secondo le modalità qui riportate

Condizioni di prova	
Attrezzaggio cdb	Tutti
Correnti nel c.d.b	Minime e massime ammesse
Inversione di fase	Con e senza
Frequenze portanti	Nominali
Profondità di modulazione	Da 0 a 100%
Frequenze modulanti	Tutte e a valore nominale
Duty cycle	Nominale
Disturbi	Provare con e senza disturbi. Quando presenti i disturbi sono quelli indicati al paragrafo 4.3.3.8.
Risultati attesi	Conformità a quanto previsto nel paragrafo 4.3.3.4.

Tabella 4-14 Prove : Variazione della profondità di modulazione
4.5.2.5 Prova variazione frequenza modulante

V4.026 [E] La prova della variazione della frequenza modulante deve essere effettuata secondo le modalità qui riportate

Condizioni di prova	
Attrezzaggio cdb	Tutti
Correnti nel c.d.b	Minime ammesse
Inversione di fase	Con e senza
Frequenze portanti	Nominali
Profondità di modulazione	Nominale
Frequenze modulanti	Da valori inferiori al minimo di rifiuto a valori superiori al massimo di rifiuto (vedi paragrafo 4.3.2.5.)
Duty cycle	Nominale

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

49 di 72

Condizioni di prova

Disturbi

 Provare con e senza disturbi.
 Quando presenti i disturbi sono quelli indicati al capitolo 4.3.3.8.

Risultati attesi

Conformità a quanto previsto nel paragrafo 4.3.3.5.

Tabella 4-15 Prove : Variazione frequenza modulante
4.5.2.6 Prova variazione duty cycle

V4.027 [E] La prova della variazione del duty cycle deve essere effettuata secondo le modalità qui riportate

Condizioni di prova

Attrezzaggio cdb

Tutti

Correnti nel c.d.b

Minime ammesse

Inversione di fase

Con e senza

Frequenze portanti

Nominali

 Profondità di
modulazione

Nominale

Frequenze modulanti

Tutte e a valore nominale

Duty cycle

 Da valori inferiori al minimo di rifiuto a valori superiori al massimo di rifiuto
 (vedi paragrafo 4.3.3.6)

Disturbi

 Provare con e senza disturbi.
 Quando presenti i disturbi sono quelli indicati al paragrafo 4.3.3.8.

Risultati attesi

Conformità a quanto previsto nel paragrafo 4.3.3.6.

Tabella 4-16 Prove : Variazione duty cycle
4.5.2.7 Prova tempo di decodifica

V4.028 [E] La prova del tempo di decodifica deve essere effettuata secondo le modalità qui riportate

Condizioni di prova

Attrezzaggio cdb

Tutti

Correnti nel c.d.b

Minime ammesse

Inversione di fase

Con e senza

Frequenze portanti

Nominali

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

50 di 72

Condizioni di prova

Profondità di modulazione	Nominale
Frequenze modulanti	Tutte e a valore nominale
Duty cycle	Nominale
Transizioni codice	Tutte quelle ammesse
Disturbi	Provare con e senza disturbi. Quando presenti i disturbi sono quelli indicati al paragrafo 4.3.3.8.
Risultati attesi	Conformità a quanto previsto nel capitolo paragrafo 4.3.3.7.

Tabella 4-17 Prove : Tempo di decodifica
4.5.2.8 Prova tempo di tamponamento

V4.029 [E] La prova del tempo di tamponamento deve essere effettuata secondo le modalità qui riportate

Condizioni di prova

Attrezzaggio cdb	Tutti
Correnti nel c.d.b	Minime ammesse
Inversione di fase	Con e senza
Frequenze portanti	Nominali
Profondità di modulazione	Nominale
Frequenze modulanti	Nominali
Duty cycle	Nominale
Buchi di codice	<i>Tempo_riconoscimento_codice</i>
Buchi di seconda portante	<i>Tempo_riconoscimento_codice</i>
Disturbi	Provare con e senza disturbi. Quando presenti i disturbi sono quelli indicati al paragrafo 4.3.3.8.
Risultati attesi	Conformità a quanto previsto nel capitolo paragrafo 4.3.3.7.

Tabella 4-18 Prove : Tempo di tamponamento

4.5.2.9 Misura del tempo di reazione al codice

V4.153 Ai fini della verifica del tempo di reazione al codice è necessario predisporre un ambiente di test con air-gap RSC reale: le misure dovranno pertanto essere svolte iniettando il codice nel loop e prevedendo quindi che l'impiego dei captatori RSC collegati all'armadio del SSB come nelle installazioni a bordo dei rotabili.

La sequenza di test da immettere nel loop deve essere:

- assenza segnale - cod1 - cod2 (durata complessiva 30 secondi ripartiti uniformemente tra AC, cod1 e cod2)

Il tempo di inizio misura è l'istante in cui è immesso nel loop il cod2; il tempo di fine misura è l'istante in cui il cod è reso disponibile a livello applicativo (a cura del fornitore rendere disponibile tale informazione).

La misura del tempo di reazione al codice va effettuata in ciascuno dei seguenti scenari

- 1) Misura di tempo medio e varianza (sigma al quadrato) in presenza di cod1 e cod2 aventi tutti i parametri caratteristici al valore nominale e determinazione del tempo di reazione come valor medio +3sigma;
- 2) Misura di tempo medio con cod1 e cod2 aventi un parametro caratteristico al valore limite ammesso dal SST e i restanti parametri al valore nominale (in questo caso il tempo di reazione coincide il tempo medio)

V4.154 Le misure vanno effettuate per tutte le combinazioni cod1 - cod2; i parametri caratteristici sono quelli individuati nel paragrafo "Grandezze caratteristiche dei codici di binario". Nello scenario 2) le prove dovranno essere eseguite facendo assumere il valore limite ammesso dal SST a ciascuno dei parametri caratterizzanti il codice.

4.5.3 Dimostrazione di interoperabilità terra bordo

Queste sono prove aggiuntive per verificare il comportamento del SSB con le registrazioni dei segnali cdb.

V4.155 Il SSB deve essere stimolato con le sequenze di codice di cui al documento rif. [A2] contenente un insieme di file .wav corrispondenti a varie transizioni di codice RSC rilevate in campo.

Le prove possono essere condotte in laboratorio simulando la corrente nel cdb mediante loop.

Il risultato atteso è la corretta decodifica eccetto i casi in cui i parametri del segnale registrato nel cdb sono al di fuori di quanto previsto al paragrafo 4.3.3.

Ai fini di dimostrare la reale interoperabilità terra-bordo si ritiene comunque necessario anche

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

52 di 72

un congruo periodo di monitoraggio in campo (corse prova ed esercizio scortato/monitorato con buona copertura della rete attrezzata con BAcc) secondo il piano di omologazione.

5 Air-Gap RSDD/EUROBALISE

5.1 Introduzione

Questa sezione del Volume 4 definisce le caratteristiche del sistema di comunicazione RSDD/EUROBALISE, specifica i segnali scambiati tra il SST ed il SSB attraverso l'Air-Gap RSDD/EUROBALISE, definisce il protocollo utilizzato per lo scambio dei messaggi.

Le funzionalità ed i requisiti dell'interfaccia di trasmissione tra il SST ed il SSB sono presentate in questo documento come organizzate in due distinte sezioni che descrivono

- le caratteristiche fisiche del canale di comunicazione realizzato attraverso Boe ed Antenne;
- le caratteristiche logiche del canale di trasmissione realizzato sul canale fisico ed utilizzato per la trasmissione delle informazioni dal SST al SSB.

5.2 Generalità

Il sistema di comunicazione RSDD/EUROBALISE realizza la trasmissione delle informazioni di sicurezza del SCMT, dal SST al SSB, attraverso un sistema di trasmissione spot. La Figura 5-1 è una rappresentazione funzionale del sistema di trasmissione.

Il sistema di trasmissione è realizzato attraverso Boe posizionate sulla linea ed Antenne posizionate sul materiale rotabile.

Il SST, per mezzo delle Boe, invia le informazioni al SSB che le acquisisce attraverso l'Antenna.

La comunicazione tra SST e SSB non è continua: è possibile solo in corrispondenza delle Boe.

L'interfaccia di comunicazione tra SST e SSB è pubblica per garantire l'interoperabilità.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

54 di 72

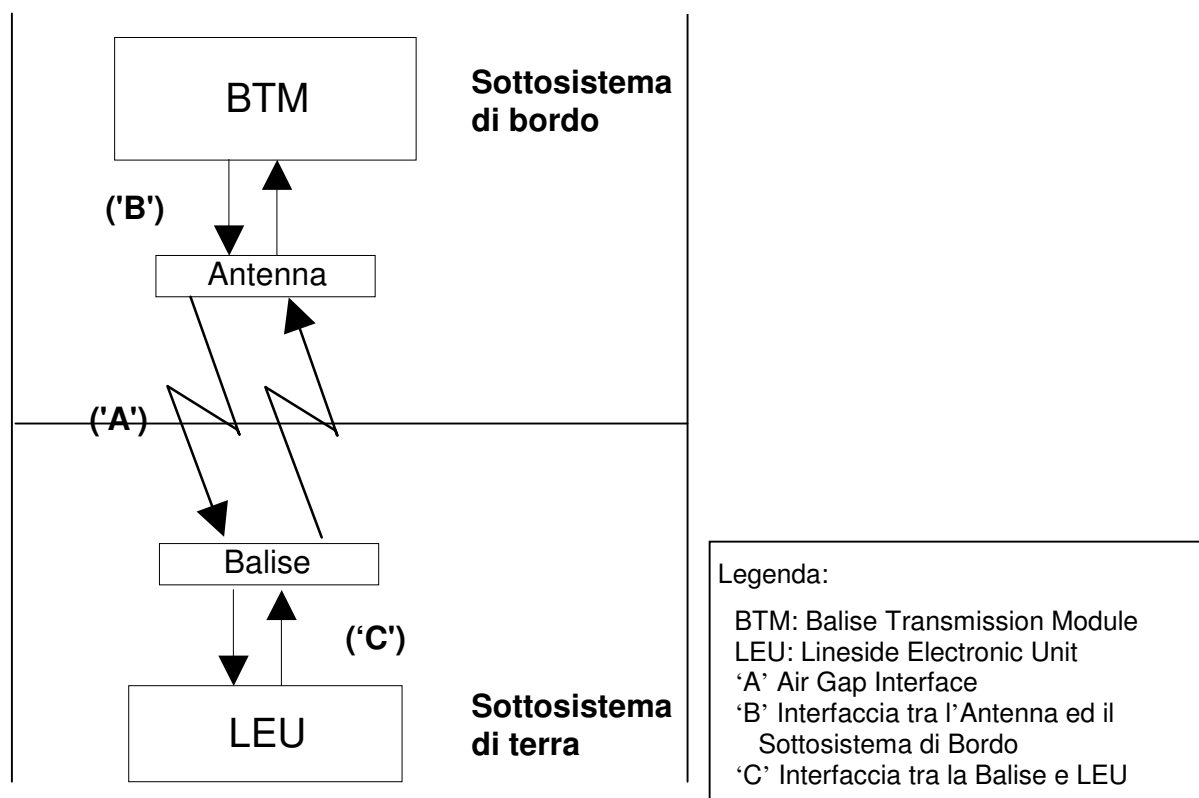


Figura 5-1 Modello funzionale del sottosistema di Trasmissione Terra-Bordo (caso di una boa commutata)

5.2.1 Interoperabilità

V4.040 [E] Deve essere garantita la completa interoperabilità fra SSB e SST di fornitori diversi.

Nel contesto di questo documento diamo le seguenti definizioni

- **interoperabilità:** la capacità della Boa, quando irradiata dall'Antenna, di trasmettere i telegrammi secondo le modalità specifiche ASK o FSK definite in 5.3.1.2 e in 5.3.1.3.
- **compatibilità:** la capacità della Boa, quando viene irradiata dal segnale di tele-powering, di non generare interferenze con il segnale trasmesso.

Il materiale rotabile può essere attrezzato anche con sistemi diversi da SCMT, ovvero con sistemi ERTMS.

V4.041 [E] Il sistema di trasmissione deve garantire la compatibilità ed interoperabilità con Eurocab.

Le specifiche di questo documento descrivono le due possibili tipologie di attrezzaggio della linea, con Boe ASK e con Boe FSK.

Gli attrezzaggi delle linee sono per aree omogenee: zone delimitate e attrezzate da Boe della stessa tipologia, ASK o FSK.

L'Antenna interagisce (tele-alimenta e riceve) con una sola boa alla volta.

5.3 Air Gap RSDD (Boe ASK)

5.3.1 Canale fisico di trasmissione

Il sistema di trasmissione è realizzato attraverso due dispositivi fisici

- Boe, posizionate sulla linea ferroviaria;
- Antenne, posizionate a bordo del rotabile.

In questo capitolo sono riportati i requisiti del sistema di trasmissione Boe ASK.

Le Boe del SST trasmettono quando vengono eccitate dal campo elettromagnetico prodotto dall'Antenna a bordo del rotabile. Il sistema di trasmissione è decomposto nelle due fasi di

- Telepowering: attivazione/alimentazione della Boa;
- Up-link: trasmissione dati dalla Boa all'Antenna captatrice.

5.3.1.1 Dispositivi

5.3.1.1.1 Antenna

L'Antenna è un dispositivo del SST.

L'Antenna a bordo del rotabile genera un campo elettro-magnetico che si concatena con un avvolgimento ("loop di ricezione") posizionato all'interno della Boa generando così la tensione necessaria all'alimentazione della boa.

Il campo magnetico prodotto dall'Antenna deve produrre una tensione nel loop di ricezione della Boa.

La distribuzione del campo magnetico generato dall'Antenna deve fornire alla Boa sufficiente energia perché questa possa, per tutta la zona di contatto, generare il segnale di output atteso.

5.3.1.1.2 Boa

La Boa è un dispositivo del SST.

La Boa è Tele-alimentata attraverso un segnale di sincronizzazione detto Tele-powering.

La risposta della boa è un segnale sincronizzato detto Up-link.

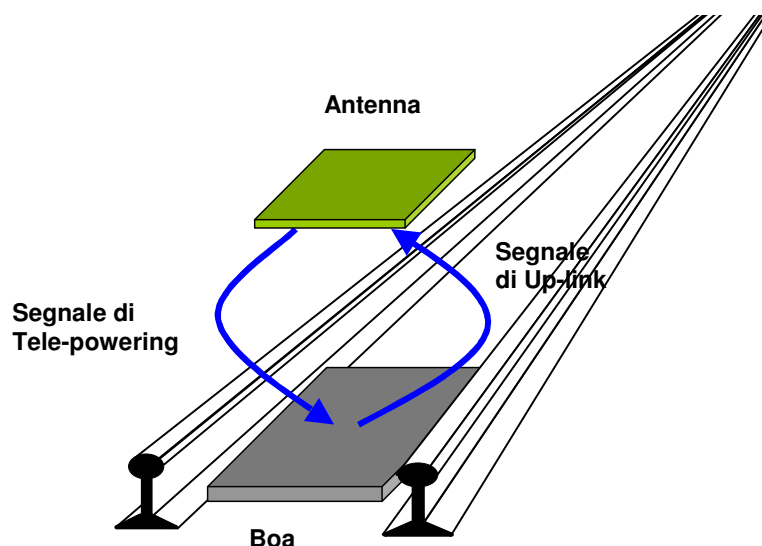


Figura 5-2 Interazione funzionale Antenna-Boa

- V4.046 [E] Il dispositivo generatore del segnale di Tele-powering è l'Antenna, che è anche il destinatario del segnale di Up-link (5.1 [R7], 2.1.2.5.1.4 [R1]).

In questo capitolo vengono riportati i requisiti che definiscono l'interfaccia Antenna-Boa per Boe ASK, che operano in modulazione di Ampiezza.

5.3.1.2 Funzionalità

5.3.1.2.1 Tele-powering

L'Antenna fornisce il segnale di Tele-powering utilizzato per attivare la modalità Up-link della Boa attraverso l'interfaccia 'A', vedi Figura 5-1.

- V4.048 [E] L'Antenna deve utilizzare la modalità di tele-powering adatta alla lettura della boa ASK.

5.3.1.2.2 Up-link

Le informazioni trasmesse attraverso le Boe dal SST al SSB sono organizzate in messaggi detti telegrammi.

- V4.049 [E] La Boa inizia la trasmissione quando il flusso prodotto dall'antenna è sufficiente ad energizzarla.
- V4.050 [E] Il campo elettro-magnetico per la trasmissione deve essere prodotto nel loop di trasmissione della Boa e captato dall'Antenna.
- V4.051 [E] Il telegramma di Up-link deve esser spedito senza interruzione appena la Boa è energizzata.

V4.052 [E] Il telegramma è spedito continuamente e ciclicamente la codifica utilizzata deve consentire l'individuazione dell'inizio del messaggio.

La trasmissione del telegramma dalla Boa all'Antenna è analoga per Boe commutate, che ricevono telegrammi da LEU, e per BOE fisse, che trasmettono un telegramma preprogrammato (telegramma di default).

V4.054 [E] I dati trasmessi dal SST al SSB devono essere protetti contro i disturbi e contro i rischi di fallimento nei dispositivi di trasmissione e ricezione in modo tale garantire il corretto funzionamento dei codici di rilevamento d'errore descritti in 5.3.2.2.

5.3.1.2.3 Volume di contatto

La combinazione dei disassamenti a seguito delle tolleranze di installazione dell'Antenna e della Boa, e delle altezze relative tra Boa ed Antenna definiscono il volume di contatto, cioè lo spazio intorno alla Boe e lo spazio intorno all'Antenna all'interno del quale il sistema di trasmissione soddisfa i requisiti di questo documento.

Il volume di contatto è rappresentabile come lo spazio definito dal solido posto superiormente alla Boa e raffigurato in Figura 5-3, le dimensioni del volume sono definite in 5.2.2.5 [R7].

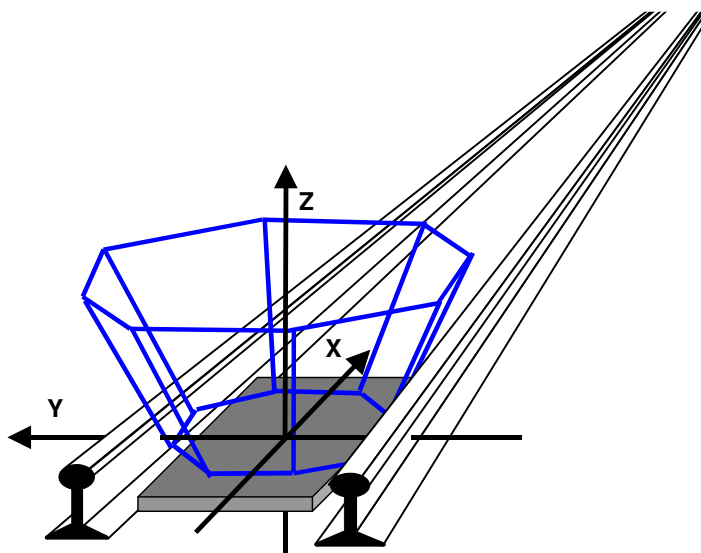


Figura 5-3 Rappresentazione del Volume di Contatto

5.3.1.2.4 Lunghezza di contatto

La lunghezza di contatto è definita come la lunghezza lineare, misurata lungo l'asse x all'interno del volume di contatto, in cui ha luogo l'accoppiamento (e quindi anche l'interazione) fra la boa e l'antenna.

La lunghezza di contatto deve garantire, nelle condizioni ambientali e dinamiche applicabili e nelle varie combinazioni di altezza, inclinazione e disassamento relativi Antenna-Boa, la trasmissione di un numero di bit adeguato alle specifiche del protocollo di comunicazione.

La trasmissione all'interno del volume di contatto deve soddisfare i requisiti di coding strategy definiti in 5.3.2.2.

- V4.056 [E] Al passaggio del treno su una Boa ASK alla massima velocità, pari a 220Km/h, si richiede la ricezione a bordo di almeno 380 bit utili. Alla velocità di 250 Km/h i bit richiesti sono 319.

Nella Figura 5-5 sono riportate, sotto forma di tabella, le lunghezze di contatto **L** richieste al variare del disassamento **D** fra Boa ASK ed Antenna e della velocità **V**.

Definiamo **disassamento** la distanza, lungo l'asse Y, tra il centro dell'Antenna ed il centro della Boa.

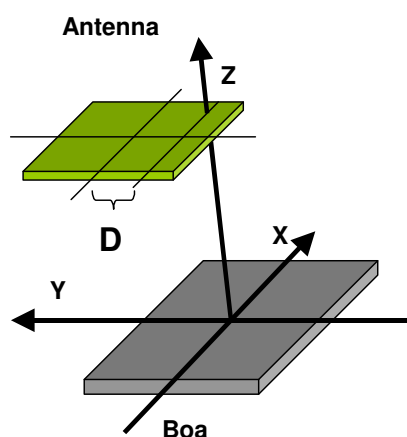


Figura 5-4 Disassamento Boa Antenna

Il disassamento **D** fra Boa ed Antenna aumenta in curva dove diminuisce la velocità massima consentita.

- V4.057 [E] Si rimanda a 2.1.2.5.1.1 e 2.1.2.5.1.2 di [R1] per i requisiti ed i vincoli d'installazione ed ambientali delle Boe ASK.
- V4.059 [E] Alla massima velocità (250 Km/h), per la Boa ASK si richiede una lunghezza di contatto ridotta al minimo necessario per ricevere 255+64 bit alla velocità massima.

Con una distanza Boa-Antenna ridotta a 220mm, dovrà essere ancora garantita una lunghezza di contatto di 45 cm cui corrisponde, in base alla Figura 5-5, una velocità di ~160 Km/h, con disassamento fino a 10 cm.

Tabella 5-1 Lunghezza di contatto, disassamento e velocità per Boe ASK

D(cm)	L/2(cm)	V(Km/h)
5	29	208
6	29	208
7	29	208

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

59 di 72

D(cm)	L/2(cm)	V(Km/h)
8	25	180
9	22	161
10	20	147
11	19	136
12	18	127
13	17	120
14	16	114
15	15	109
16	14	104
17	14	100
18	13	96
19	13	93
20	13	90
21	12	87
22	12	85

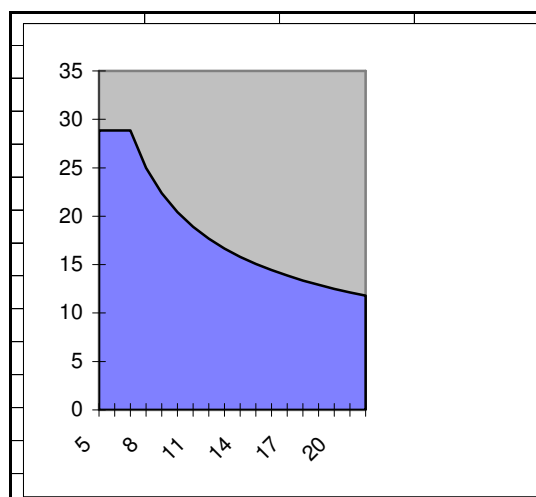


Figura 5-5 Lunghezza di contatto per Boe ASK in funzione del disassamento

5.3.1.2.5 Protezione cross-talk

Il sistema di trasmissione deve garantire la corretta ricezione di un telegramma, ovvero il campo magnetico prodotto dall'Antenna può raggiungere più Boe dove al più una sola Boa è la corretta controparte dell'Antenna. In questo caso si dice che Boa ed Antenna sono accoppiate: il campo elettro-magnetico generato dall'Antenna si accoppia con il loop di ricezione della Boa.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

60 di 72

Ad esempio il campo magnetico dell'Antenna può raggiungere una Boa non installata sul binario utilizzato dal rotabile: il SSB non deve ricevere messaggi da tale Boa.

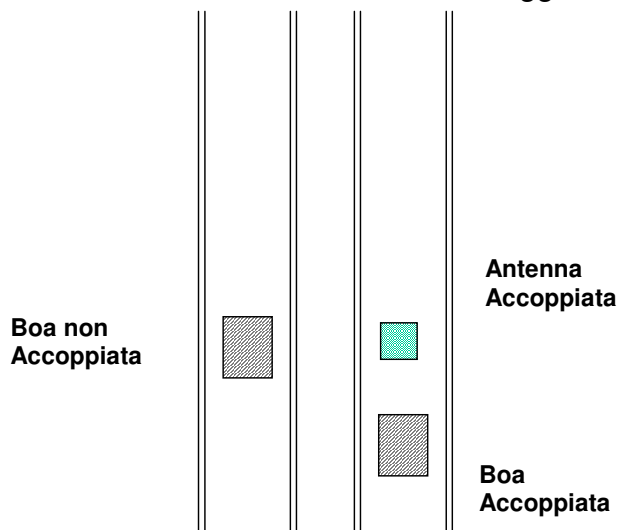


Figura 5-6 Esempio di possibile interazione Antenna/Boa non Accoppiata

Definiamo “**Cross-talk protected zone**” l’intorno della Boa, o dell’Antenna, dove la trasmissione non deve aver luogo.

In accordo con i requisiti ambientali, di installazione e di Boa e Antenna, la protezione contro i fenomeni di cross-talk viene assicurata per mezzo di livelli di potenza emessa del segnale ("livelli di segnale").

V4.060 [E] Il sistema di trasmissione deve impedire che un telegramma valido spedito da una Boa sia ricevuto da un’Antenna nella cross-talk protected zone.

I livelli di segnale validi, che definiscono quando la trasmissione deve o non deve essere possibile, sono definiti in 5.3.1.3.2.7 e 5.3.1.3.2.5.

Per i requisiti d’installazione e ambientali si rimanda a 2.1.2.5.1.1 e 2.1.2.5.1.2 di [R1].

V4.061 [E] Nelle condizioni di campo più favorevoli il segnale di Telepowering generato dall’Antenna, o generato da una seconda Antenna (presente nelle vicinanze o sullo stesso rotabile), che raggiunge una Boa nella cross-talk protected zone non deve essere sufficiente ad attivare un segnale di Up-link correttamente ricevuto dall’Antenna.

Nota: Le condizioni di campo più favorevoli per il precedente requisito sono le condizioni ottimali ottenibili dai requisiti d’installazione e ambientali di Boa Antenna.

V4.062 Nelle condizioni più favorevoli, definite dei requisiti d’installazione e ambientali, devono essere garantite condizioni della Tabella 5-1.

Tabella 5-2 Definizione di cross-talk protected zone, boe ASK

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

61 di 72

Tipo di diafonia	Apparecchiature interessate	Zona in cui non deve esserci diafonia
Laterale (direzione Y)	Una Boa, un'Antenna	1,4 m o più in direzione Y tra i centri geometrici della Boa e dell'Antenna.
Laterale (direzione Y)	Una o due Boe, due Antenne	3,0 m o più in direzione Y tra i centri geometrici della Boa di diafonia e di quella accoppiata con l'Antenna.
Longitudinale (direzione X)	Due Boe, un'Antenna	2,3 m o più in direzione X tra i centri geometrici di due Boe consecutive.

5.3.1.3 Caratteristiche del segnale

In questa sezione sono riportate

- le caratteristiche dei segnali generati dal dispositivo Antenna ASK
- le caratteristiche dei segnali generati dai dispositivi Boe ASK

5.3.1.3.1 Tele-powering

V4.063 [E] L'Antenna trasmette alla boa un segnale di Tele-powering a 27,095 MHz \pm 5 KHz modulato da un segnale di sincronizzazione a 50 KHz.

I parametri di modulazione AM del segnale emesso dall'Antenna per Boe ASK (cfr. Figura 5-7 Caratteristiche dell'impulso AM), sono i seguenti (2.1.2.5.1. 4 [R1]):

V4.064 [E] Frequenza portante pari a 27,095 MHz \pm 5 KHz. Frequenza della modulazione di ampiezza pari a 50 KHz \pm 200 ppm. Segnale off costante in fase, con meno di \pm 0,1 μ s di jitter. La profondità di modulazione, $(a-b)/a$, è pari a 100 % \pm 0/-50 %. La durata dell'impulso, t , definita in corrispondenza del 50 % della profondità della modulazione attuale ($c=(a+b)/2$), è compresa tra 2,0 μ s e 3,5 μ s (tra 2,4 μ s e 3,8 μ s con un'antenna Eurobalise) . L'overshoot, $(d-a)/a$, non supera il 10 %. Dopo il tempo $t_{max} = 7 \mu$ s, l'ampiezza a non varia più di \pm 0,5 %.

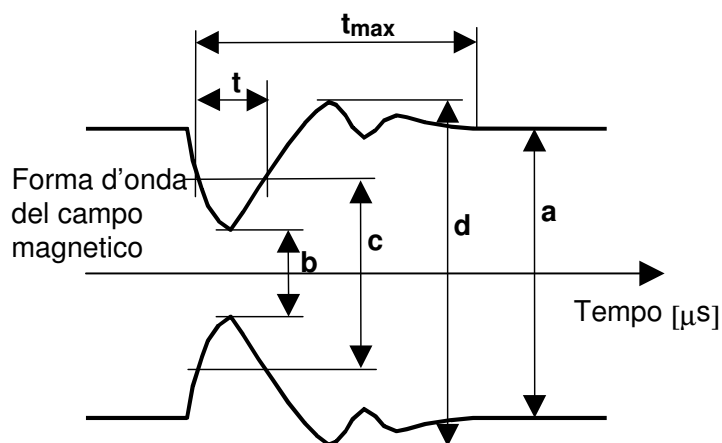


Figura 5-7 Caratteristiche dell'impulso AM

5.3.1.3.2 Up-link

I requisiti ed i diagramma riportati in questa sezione sono validi dopo che è trascorso il tempo di start-up della Boa.

In questo contesto definiamo **tempo di start-up** della Boa l'intervallo di tempo che intercorre tra l'istante in cui viene raggiunto il livello di flusso di start-up e l'istante in cui la Boa inizia a trasmettere.

5.3.1.3.2.1 Frequenza del segnale di up-link

- V4.068 [E] Il segnale di Up-link, trasmesso dalla Boa all'Antenna, è costituito da oscillazioni sinusoidali smorzate esponenzialmente.
- V4.069 [E] La frequenza delle oscillazioni del segnale di Up-link deve essere di 4,5 MHz +200/-500 KHz.

5.3.1.3.2.2 Forma d'onda del segnale di up-link

- V4.070 [E] Il campo elettro-magnetico in frequenza (presenza di segnale nell'Air-Gap) è generato per ogni '0' logico.
- V4.071 [E] L'assenza di segnale nell'Air-Gap è interpretata come un '1' logico.
- V4.072 [E] Per uno '0' logico, la forma d'onda tipica delle oscillazioni smorzate esponenzialmente del segnale di Up-link è mostrata in Figura 5-8. Il tempo di discesa (**TF**) di questo segnale è dato dall'intervallo tra il 90% e il 50% del livello di segnale massimo **Vsmax**.
- V4.073 [E] Il tempo di discesa deve essere compreso nell'intervallo $2,2 \mu s < TF < 5 \mu s$.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

63 di 72

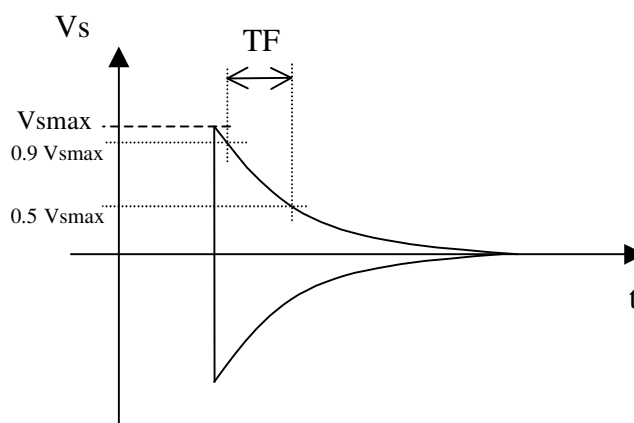


Figura 5-8 Tempo di discesa del segnale di up-link

5.3.1.3.2.3 Velocità di Trasmissione

V4.074 [E] La velocità di trasmissione dati del segnale di Up-link deve essere di 50 Kbit/s, sincronizzati con il segnale di Tele-powering modulato a 50 KHz.

5.3.1.3.2.4 Tempo di ritardo tra la fine dell'impulso di sincronizzazione e l'inizio del segnale di up-link

Definiamo **tempo di ritardo**, indicato con **DT** in Figura 5-9, la differenza tra l'inizio del segnale di Up-link e l'inizio del fronte di discesa dell'impulso di sincronizzazione. L'impulso di sincronizzazione è ricavato dal segnale di modulazione di Tele-powering. La Figura 5-9 fornisce una rappresentazione del tempo di ritardo e della relazione tra il segnale di Tele-powering ed il segnale di Up-link.

V4.075 [E] Il tempo di ritardo deve essere inferiore a 2 μ s.

V4.076 [E] Il jitter di questo tempo di ritardo deve essere inferiore a 1 μ s.

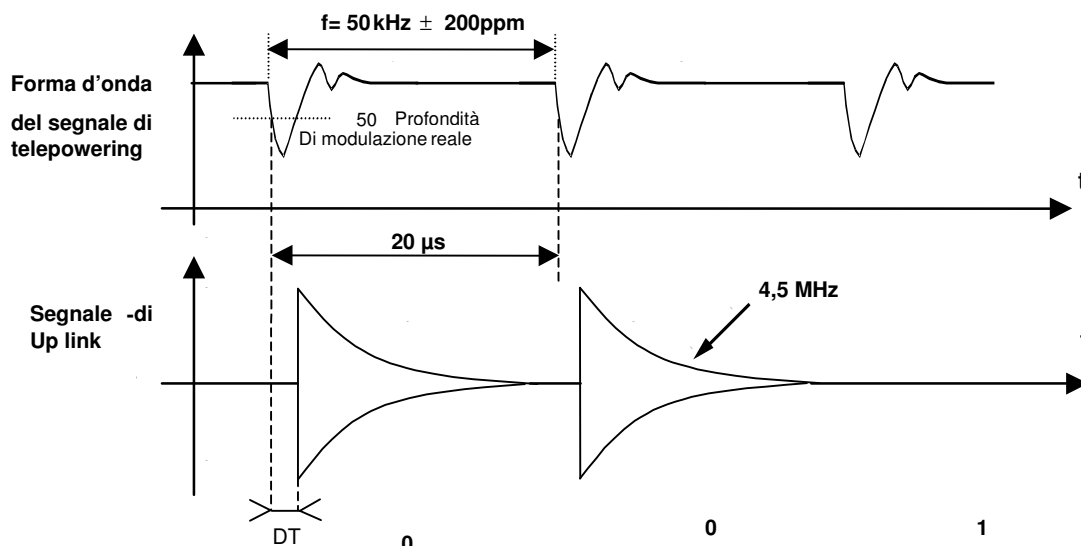


Figura 5-9 Tempo di ritardo tra il segnale di sincronizzazione ed il segnale di up-link

5.3.1.3.2.5 Trasmissione nella zona di contatto

L'intensità del campo generato dalla boa viene misurata utilizzando come riferimento l'intensità del campo generata da una corrente di intensità I_u che percorra un avvolgimento costituito da una sola spira piana collocata sul piano della superficie inferiore della boa. La corrente I_u è definita corrente di loop.

- V4.077 [E] A motivo della modalità di trasmissione del segnale di Up-link, la corrente di loop viene definita come valore efficace su un bit (20 μ s). La corrente di loop deve essere praticamente nulla (vicinissima a zero) per un '1' logico (assenza di segnale), mentre deve avere un certo valore, risultante dalle caratteristiche delle oscillazioni smorzate, per uno '0' logico (presenza di oscillazioni smorzate). I requisiti della corrente di loop sono riportati nelle caratteristiche di ingresso/uscita.

5.3.1.3.2.6 Le caratteristiche di ingresso uscita

- V4.078 [E] Le caratteristiche I/O della boa definiscono i requisiti della corrente di loop relativi al livello del flusso magnetico di Tele-powering dell'Antenna. Poichè il fabbisogno di corrente di loop per un bit dipende dal valore logico del bit, le caratteristiche I/O sono definite separatamente per uno "0" o per un "1". Le caratteristiche I/O devono essere verificate per ogni "0" e per ogni "1" di qualsiasi telegramma conforme alla Coding Strategy.

5.3.1.3.2.7 Caratteristiche di ingresso/uscita per bit '0'

- V4.079 [E] Per un bit "0", le caratteristiche I/O di una boa devono essere conformi al diagramma sotto riportato. Le caratteristiche devono considerare i requisiti ed i vincoli d'installazione ed ambientali.

Intensità del campo di up-link rappresentato dalla corrente di loop

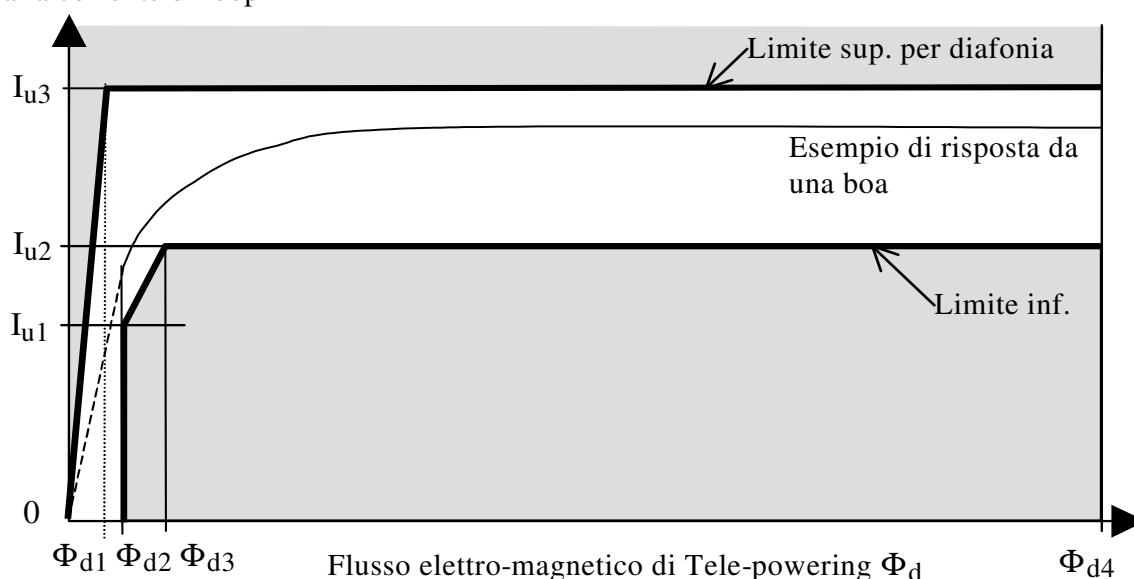


Figura 5-10 Boa ASK: Caratteristiche di ingresso/uscita per un bit '0' logico

SCMT

 Codifica: **RFI TC.PATC SR CM OB M 93 G**

FOGLIO

65 di 72

Le caratteristiche della corrente di loop a cui si fa riferimento sono riportate nelle seguenti tabelle:

Tabella 5-3 Caratteristiche per Boa ASK Standard

$I_{u1} = 50 \text{ mA}$	$I_{u2} = 65 \text{ mA}$	$I_{u3} = 150 \text{ mA}$	$I_{u3} = 150 \text{ mA}$	Non definito
$\Phi_{d2} = 11,5 \text{ nVs}$	$\Phi_{d3} = 14,5 \text{ nVs}$	$\Phi_{d1} = 14,5 \text{ nVs}$	$\Phi_{d4} = 200 \text{ nVs}$	$\Phi_{d4} = 200 \text{ nVs}$

Tabella 5-4 Caratteristiche per Boa ASK Ridotta

$I_{u1} = 112 \text{ mA}$	$I_{u2} = 145 \text{ mA}$	$I_{u3} = 270 \text{ mA}$	$I_{u3} = 270 \text{ mA}$	Non definito
$\Phi_{d2} = 7,2 \text{ nVs}$	$\Phi_{d3} = 9 \text{ nVs}$	$\Phi_{d1} = \text{ nVs}$	$\Phi_{d4} = 125 \text{ nVs}$	$\Phi_{d4} = 125 \text{ nVs}$

- V4.080 [E] Quando il flusso totale dall'Antenna supera Φ_{d2} , la Boa inizia a funzionare nella modalità di trasmissione corretta.
- V4.081 [E] Dopo che la Boa ha iniziato a trasmettere, l'intensità del campo da essa generato deve essere superiore all'intensità del campo generato da una corrente di I_{u1} , che percorra un avvolgimento costituito da una sola spira piana.
- V4.082 [E] Quando il flusso emesso dall'Antenna supera Φ_{d3} , l'intensità del campo generato dalla Boa deve superare quella del campo generato da una corrente pari a I_{u2} che percorra un avvolgimento costituito da una sola spira piana.
- V4.083 [E] Il segnale di uscita della Boa, per un segnale di ingresso inferiore a Φ_{d2} , si deve considerare non specificato per quanto concerne tutte le caratteristiche tranne il limite superiore di diafonia.
- V4.084 [E] Se il flusso emesso dall'Antenna supera Φ_{d4} , non può essere garantito il corretto funzionamento della Boa. Per questa ragione l'Antenna non deve emettere un flusso superiore a tale valore.

5.3.1.3.2.8 Caratteristiche di ingresso/uscita per bit '1'

- V4.085 [E] Per un bit "1", la corrente di loop non deve superare 1 mA per un livello di flusso compreso tra 0 nVs e il massimo flusso ammesso.

5.3.1.3.2.9 Start-up

Definiamo flusso di start-up Φ_{dmin} il livello minimo di flusso di tele-powering necessario per il funzionamento della Boa, cioè il minimo flusso di tele-powering con cui la Boa invia le informazioni all'Antenna.

- V4.086 [E] Il flusso di start-up Φ_{dmin} per una Boa Standard deve essere pari a 11.5 nVs .

V4.087 [E] Il flusso di start-up Φ_{dmin} per una Boa Ridotta deve essere pari a 7,2 nVs .

Il tempo di start-up ed i vincoli di tempo di risposta della Boa sono dati in 2.1.2.5.1.13.2 di [R1].

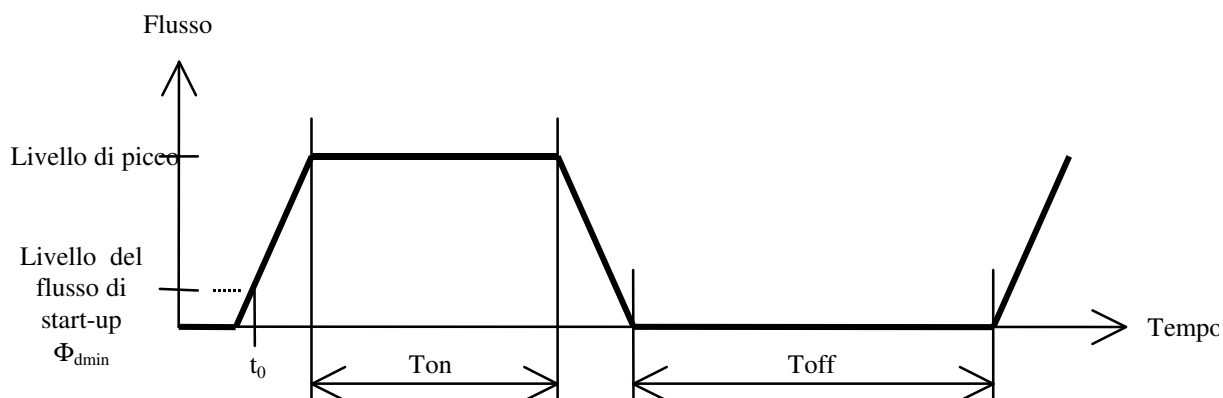


Tabella 5-5 Simulazione del passaggio di un treno

V4.088 [E] Il tempo di start-up della Boa è calcolato utilizzando una rampa di flusso di Tele-powering, con una pendenza di start-up di 10 nVs/ms, che simula un tipico passaggio di un treno.

V4.089 [E] Il livello di picco deve raggiungere almeno il livello di flusso di start-up $\Phi_{\text{dmin}} + 5 \text{ dB}$. Il tempo T_{on} deve essere sufficiente per eseguire la misura.

V4.090 [E] La durata T_{off} deve essere sufficiente da garantire un duty cycle inferiore all'1%. Il duty cycle è calcolato considerando il 50 % dei punti della curva del livello del flusso.

V4.091 [E] Il tempo di start-up per un a Boa Standard deve essere inferiore a 2 ms, per qualsiasi telegramma conforme alla Coding Strategy.

V4.092 [E] Il tempo di start-up per un a Boa Ridotta deve essere inferiore a 400 μs , per qualsiasi telegramma conforme alla Coding Strategy.

5.3.2 Canale logico di comunicazione

5.3.2.1 Funzionalità

La trasmissione dati tra Boa ed Antenna avviene non appena il flusso prodotto dall'Antenna è sufficiente ad energizzare la Boa (vedi 5.3.1.2.2 e tempo di start-up). Il telegramma di Up-link viene spedito appena la Boa è energizzata, senza interruzione, continuamente e ciclicamente (vedi 5.3.1.2.2)

V4.114 [E] La trasmissione dati tra Boa ed Antenna avviene senza handshaking.

5.3.2.1.1 Capacità

V4.116 [E] Le Boe ASK trasmettono telegrammi lunghi 255 bit, con 180 bit disponibili come campo dati.

5.3.2.1.2 Bit Error Rate

V4.118 [E] Per i calcoli previsionali di affidabilità e sicurezza si considera il canale di trasmissione come binario e simmetrico.

V4.119 [E] Si assume che il canale sia affetto da BER tipico pari a 10^{-8} e massimo pari a 10^{-6} .

V4.120 [E] Le possibili cause di errore che devono essere considerate sono:

Random interference
Burst
Singolo bit slip o singolo bit insertion
Telegram change
Under-/Over-sampling
Repeated patterns
Failure modes delle apparecchiature

5.3.2.1.3 Requisito di sicurezza

V4.121 [E] Si assume che il canale di comunicazione (ricevitore e formato dei telegrammi) garantisca una probabilità di accettare un telegramma corrotto, probabilità di errore non rilevato dalla coding strategy, per Boe/Antenne ASK inferiore a 10^{-16} o 10^{-12} , in funzione del modello utilizzato. Si rimanda a 2.1.2.4.2 in [R1] per la definizione del modello.

Per i requisiti ed i vincoli RAMS del sistema di trasmissione si rimanda a [R7].

5.3.2.2 Regole di codifica

I dati e la struttura dei telegrammi devono essere protetti contro possibili rumori dell'Air-Gap e contro possibili rischi di fallimento dei dispositivi di trasmissione/ricezione attraverso un opportuno algoritmo di codifica dei dati.

V4.122 [E] I messaggi trasmessi dal SST al SSB sono codificati in telegrammi. Una parte del telegramma contiene i dati del messaggio, i restanti bit sono utilizzati dagli algoritmi di codifica.

5.3.2.2.1 Polinomi binari

5.3.2.2.1.1 Definizione di polinomio binario

Ad una qualunque n-upla binaria

$$\mathbf{v} = [\mathbf{v}_{n-1}, \mathbf{v}_{n-2}, \dots, \mathbf{v}_1, \mathbf{v}_0]$$

è possibile associare il polinomio binario⁽³⁾

$$v(x) = v_{n-1} x^{n-1} + v_{n-2} x^{n-2} + \dots + v_1 x^1 + v_0 x^0$$

5.3.2.2.1 Definizione di divisione di polinomi binari

Data una qualunque coppia di polinomi $c(x)$ e $d(x)$ la divisione di $d(x)$ per $c(x)$ è il polinomio $q(x)$, il resto della divisione è il polinomio $r(x)$.

La divisione è rappresentabile con la equazione⁽⁴⁾ $d(x) = q(x) c(x) + r(x)$

5.3.2.2.2 Codifica del telegramma

V4.123 [E] Scopo della codifica è evitare che nella parte dati del telegramma siano presenti sequenze di 6 bit "0", o di 6 bit "1", consecutivi.

5.3.2.2.2.1 Formato dei telegrammi

V4.124 [E] Il formato dei telegrammi delle Boe ASK è rappresentato dalla Figura 5-11.

V4.125 [E] I bit sono numerati da sinistra verso destra, da 0 a 254. Il bit più significativo è il 254-esimo bit.

V4.126 [E] I telegrammi sono composti da

- User Data, $b_{254} \dots b_{75}$, i dati del messaggio sono sottoposti ad algoritmo "shaping" come descritto in 2.1.2.4.6 [R1] ed organizzati in 11 gruppi di word di 15 bit
- cb, Control bit, $b_{74} \dots b_{72}$, utilizzati per controlli sulla trasmissione
- check bits, $b_{71} \dots b_0$, composto dal codice BHC e da 8 bit di sincronizzazione.

180 bit di informazione	3 bits	72 bits di CRC
-------------------------	--------	----------------

Figura 5-11 Formato dei telegrammi a 180 bit

5.3.2.2.2.2 Algoritmo di shaping e de-shaping

V4.127 [E] I primi 15 bit, bit $b_{254} \dots b_{241}$, sono utilizzati dall'algoritmo di shaping: i bit effettivamente utili per il telegramma sono 165.

V4.128 [E] Algoritmo di shaping:

- i 165 bit della zona dati sono suddivisi in 11 gruppi da 15 bit,

³ Il polinomio binomiale è un elemento di un campo di due elementi (campo binario) detto Campo di Galois ed indicato come GF(2).

⁴ Le operazioni sono eseguite mod 2

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM OB M 93 G**

FOGLIO

69 di 72

ognuno di tali gruppi viene trasformato in una word aggiungendo uno "0" come bit più significativo;

- ogni word così ottenuta viene convertita in un'altra word tale che ogni suo nibble (4 bit) non contenga mai le configurazioni "0000" e "1111" allo scopo di garantire l'assenza delle configurazioni con 6 "0" o "1" consecutivi: ciò equivale a dire che il valore numerico **N** espresso dalla word dovrà essere ricavabile dal seguente polinomio $N = (X_0-1)14^0 + (X_1-1)14^1 + (X_2-1)14^2 + (X_3-1)14^3$
- la codifica di N tale da rispettare la condizione del polinomio dato è quindi la seguente

$$x_3 = INT \left[\frac{N}{14^3} \right] + 1$$

$$x_2 = INT \left[\frac{N - (x_3 - 1)14^3}{14^2} \right] + 1$$

$$x_1 = INT \left[\frac{N - (x_3 - 1)14^3 - (x_2 - 1)14^2}{14^1} \right] + 1$$

$$x_0 = INT \left[\frac{N - (x_3 - 1)14^3 - (x_2 - 1)14^2 - (x_1 - 1)14^1}{14^0} \right] + 1$$

La base 14 consente come valore massimo per ogni nibble la configurazione "1110", la X_{i-1} consente di rappresentare il valore "0000" quando il nibble X_i assume il valore minimo consentito "0001"

V4.129 [E] Algoritmo di de-shaping:

Il SSB effettua la decodifica della zona dati utilizzando le seguenti operazioni:

- ad ognuna delle 11 word che la compongono la zona dati viene applicato il polinomio **N** definito in 0
- ad ognuna delle 11 word ottenute viene eliminato il bit più significativo, che deve valere "0"
- la zona dati ottenuta ricompattando la sequenza di 11 gruppi di 15 bit

5.3.2.2.2.3CRC

V4.130 [E] Il CRC è di 72 bit generato da un codice Bose-Chaudhuri-Hocquenghem, detto BHC. I parametri del codice sono:

- Lunghezza del blocco **n = 255**
- Parity-check **k = 191**
- Distanza minima **d = 17**

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

70 di 72

V4.131 [E] I polinomi del BHC (255, 191, 17) sono definiti in 2.1.2.4.7 [R1] come:

$$g(x) = 1 + x + x^2 + x^4 + x^5 + x^6 + x^8 + x^{11} + x^{12} + x^{15} + x^{16} + x^{17} + x^{18} + x^{19} + x^{21} + x^{22} + x^{24} + x^{25} + x^{27} + x^{29} + x^{30} + x^{33} + x^{37} + x^{38} + x^{39} + x^{40} + x^{41} + x^{42} + x^{48} + x^{49} + x^{50} + x^{53} + x^{54} + x^{55} + x^{58} + x^{59} + x^{61} + x^{62} + x^{64}$$

$$f(x) = 1 + x + x^5 + x^6 + x^8$$

V4.132 [E] Il messaggio è codificato come il prodotto di ***g(x)*** per ***f(x)***, vedi 2.1.2.4.7 [R1]. Il polinomio ***g(x)*** è detto generatore di codice ed ***f(x)*** non deve essere un fattore di ***g(x)***.

V4.133 [E] La codifica del CRC è definita in 2.1.2.4.7 [R1] come or esclusivo tra la sequenza di bit rappresentante ***g(x)*** e la parte bassa (bits 0-64) della parola di codice: il risultato è quindi divisibile per ***g(x)*** ma non per ***f(x)***. Il polinomio ***f(x)*** viene utilizzata come chiave per sincronizzare il ricevitore.

5.3.2.3 Telegramma SCMT

V4.146 [E] Il telegramma SCMT deve essere conforme a quanto specificato in [A1], per consistenza e formato (cap. 2), per definizione di pacchetti e variabili (cap. 3), e per regole di validità (cap. 4).

V4.150 [ELIMINATO]

5.3.3 Verifica di conformità ai requisiti

Si rimanda all'Appendice E del SRS SCMT Volume 3 (rif. A6). Ai fini di dimostrare la reale interoperabilità terra-bordo si ritiene comunque necessario anche un congruo periodo di monitoraggio in campo (corse prova ed esercizio scortato/monitorato con buona copertura della rete attrezzata con SCMT) secondo il piano di omologazione.

5.4 Air Gap EUROBALISE (Boe FSK)

5.4.1 Canale fisico di trasmissione

V4.144 [E] Per quanto riguarda l'Air Gap tra SSB e la Boa EUROBALISE, relativamente alle caratteristiche dei dispositivi di trasmissione e ricezione, si ritengono applicabili i requisiti definiti nel subset 36 [R7].

V4.145 [E] In aggiunta ai requisiti per la boa EUROBALISE, per il sistema SCMT l'antenna deve garantire una lunghezza di contatto sufficiente a captare almeno due telegrammi a 1023 bit in tutte le condizioni applicative.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO

71 di 72

5.4.2 Canale logico di comunicazione

V4.148 [E] Per quanto riguarda l'Air Gap tra SSB e la Boa EUROBALISE, relativamente alla capacità del canale e alle regole di codifica, si ritengono applicabili i requisiti definiti nel subset 36 [R7].

V4.147 [E] Il telegramma SCMT deve essere conforme a quanto specificato in [A1], per consistenza (cap. 2), formato (cap. 5), per definizione di pacchetti e variabili (cap. 3), e per regole di validità (cap. 4).

5.4.3 Verifica di conformità ai requisiti

V4.143 [E] I test del SSB relativamente alle funzionalità del BTM e alla corretta funzionalità dell'antenna devono essere eseguiti in modo conforme a quanto specificato in subset 85 [R8].

Ai fini di dimostrare la reale interoperabilità terra-bordo si ritiene comunque necessario anche un congruo periodo di monitoraggio in campo (corse prova ed esercizio scortato/monitorato con buona copertura della rete attrezzata con SCMT), percorrendo linee realizzate dai diversi fornitori di SST e nelle varie configurazioni di prodotti in esercizio, secondo il piano di omologazione.

SCMT

Codifica: **RFI TC.PATC SR CM 0B M 93 G**

FOGLIO
72 di 72

6 Air-Gap GSM-R

Per l'Air-Gap GSM-R si rimanda ai requisiti applicabili della STI CCS ed al riferimento [R10].