

Direzione Tecnica
Direzione NSSO
Progetto ATC

FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap
Sistema SSC

Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A

Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12


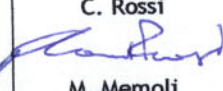
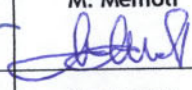
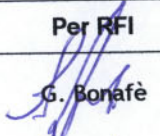
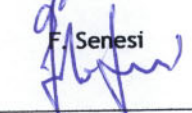
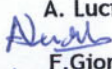
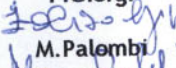
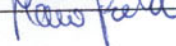
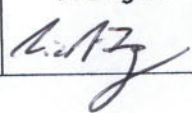
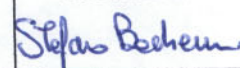
Foglio
1 di 51

FFFIS

(Form Fit Function Interface Specification)

MicroLink Communication System

SSC

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Verifica	Autorizzazione
Per RFI	03/31/2008	Per RFI	Per RFI	Per RFI	Per RFI
A		Prima emissione	S. Buoningontri 	C. Rossi  M. Memoli 	G. Bonafè  F. Senesi 
Per GETS		Per GETS	Per GETS	Per GETS	Per GETS
12		Dodicesima Emissione	A. Lucidi  F. Giorgi  M. Palombi 	N. Zingoni 	S. Bacherini 

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

Direzione Tecnica
Direzione NSSO
Progetto ATC

FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap
Sistema SSC

Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A

Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12

Foglio
2 di 51

INDEX OF REVISIONS

Rev.	Descriptions	Date
00	First Issue.	10/20/2005
01	Requirements added.	11/23/2005
02	Debris conditions added. Requirements revised.	12/14/2005
03	B Interface requirements added.	01/18/2006
04	B Interface reference added.	01/24/2006
05	Carrier Frequency Definition. Installation Requirements added. Requirements revised.	02/09/2006
06	Requirements revised.	06/15/2006
07	Requirements revised. Start-up requirements added.	07/28/2006
08	Revision according to RFI/Fondazione Marconi/GETS meeting in date 12/19/2006. Added norm references. Revised reference system definitions. Deleted requirements 5, 6, 18, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 55, 89, 105, 106, 107, 108, 109. Revised requirements 14, 15, 20, 21, 61, 63, 73, 81, 82, 88, 90, 91, 92, 100, 103. Added requirements 80 bis, 92 bis, 99 bis, 99 ter.	12/20/2006
09	Revision according to RFI/Fondazione Marconi/GETS meeting in date 02/12/2007. 50159-2 Reference Standard added. Revised reference system definitions. Merged requirements 101 and 102, 85 and 86. Deleted requirements 49, 50, 68, 69. Revised requirements 20, 74, 76, 77, 82, 95, 96, 99 ter. Added requirement 61bis.	02/28/2007
10	Revised requirement 96. Revised §3.2.3. Added requirement 59bis, 92b, 92c. – Edited by RFI with code RFI TC.PATC SR AP 02 G01B	04/20/2007
11	Added requirement 32 for 312 bit telegrams. Revised requirement 80 bis (debris on transponder)	10/04/2007
12	Revised requirements 99 bis and 99-ter (debris on receivers) – Edited by RFI with code RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	03/31/2008

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.



INDEX

1	SCOPE	8
2	REFERENCES	9
2.1	REFERENCE STANDARDS	9
2.2	DEFINITIONS, ACRONYMS AND ABBREVIATIONS	10
3	SPOT TRANSMISSION SYSTEM	12
3.1	ARCHITECTURAL LAYOUTS	12
3.1.1	Introduction	12
3.1.2	Units and Functions	12
3.1.3	Interfaces	13
3.1.3.1	Overall Configuration	13
3.1.3.2	External Interfaces	14
3.1.3.3	Internal Interfaces	14
3.1.3.4	Test Interfaces	14
3.1.4	Basic Functions	15
3.2	FUNCTIONAL REQUIREMENTS	16
3.2.1	Transponder Tele-carrying	16
3.2.2	Up-link Data Transmission	16
3.2.2.1	Information Flow	16
3.2.2.2	Filtering of Telegrams	16
3.2.2.3	Protection of Data	16
3.2.2.4	Air-gap Data Transmission, Protocols and Procedures	17
3.2.3	Cross-Talk Protection	17
3.2.4	Quality of the Data Transmission Channel	19
3.2.4.1	Data Capacity	19
3.2.4.2	P.M.	19
3.2.4.3	P.M.	19
3.2.4.4	Timing and Distance Requirements	19
3.3	CODING REQUIREMENTS	20
3.3.1	Introduction	20

3.3.1.1	Overview	20
3.3.1.2	312 bit telegram format	20
3.3.1.3	152 bit telegram format	20
3.3.2	Encoding Requirements	21
3.3.2.1	General	21
3.3.2.2	Channel coding: CRC-32	21
3.3.3	Telegram Switching	23
3.3.4	Decoding Requirements	23
3.4	MECHANICAL REQUIREMENTS	24
3.4.1	Reference Axes and Origins of Co-ordinates	24
3.4.2	Materials	25
3.4.3	Parts	25
3.4.4	Name Plates and Product Marking	27
3.4.5	Design	27
3.5	ELECTRICAL REQUIREMENTS	28
3.5.1	P.M.	28
3.5.2	P.M.	28
3.6	TEST REQUIREMENTS	28
4	UP-LINK TRANSPONDER	29
4.1	ARCHITECTURAL LAYOUTS	29
4.2	TRANSPONDER AIR-GAP INTERFACE	30
4.2.1	Transponder Tele-carrying	30
4.2.2	Up-link Data Transmission	30
4.2.3	Input/Output characteristic	32
4.2.3.1	Protocol	34
4.3	TRANSPONDER CONTROLLING INTERFACE	35
4.3.1	Introduction	35
4.3.2	Electrical Data	35
4.4	INSTALLATION REQUIREMENTS FOR TRANSPONDERS	36
4.4.1	Reference Axes	36
4.4.2	Installation Requirements	36
4.4.2.1	Transponder-TAG Standard Installation	36

4.4.2.2	Transponder Standard Installation	36
4.4.2.3	Transponder Non-Standard Installation	36
4.4.3	Distance between a Transponder and the adjacent track.....	37
4.5	SPECIFIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR TRANSPONDER	38
4.5.1	Operational Temperature	38
4.5.2	Storage	38
4.5.3	Sealing, Dust and Moisture	38
4.5.4	Mechanical Stress	38
4.5.5	Meteorological Conditions	38
4.5.6	Lightning	38
4.5.7	Chemical Conditions.....	39
4.5.8	Biological Conditions	39
4.5.9	Debris	40
4.6	SPECIFIC EMC REQUIREMENTS	40
4.6.1	Out-band Emission	40
4.6.2	Susceptibility	40
4.7	SPECIFIC ELECTRICAL REQUIREMENTS	41
4.7.1	General	41
4.7.2	Provisions against accidental contact with the traction power voltage	41
4.7.3	Insulation co-ordination.....	41
4.7.4	Dielectric Tests.....	41
5	ONBOARD RECEPTION EQUIPMENT	42
5.1	ARCHITECTURE	42
5.2	RECEIVER AIR-GAP INTERFACE	43
5.2.1	Carrier Transmission.....	43
5.3	UP-LINK DATA RECEPTION	44
5.3.1	Sensitivity	44
5.3.2	Decoding Requirements.....	44
5.3.3	Reporting.....	44
5.4	INSTALLATION REQUIREMENTS FOR RECEIVERS	46
5.4.1	Reference Axes.....	46
5.4.2	Installation Requirements	46

5.5	SPECIFIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR RECEIVERS	47
5.5.1	Operational Temperature	47
5.5.2	Storage	47
5.5.3	Sealing, Dust and Moisture	47
5.5.4	Mechanical Stress	47
5.5.5	Meteorological Conditions	47
5.5.6	Chemical Conditions	47
5.5.7	Biological Conditions	48
5.5.8	Debris	49
5.6	SPECIFIC EMC REQUIREMENTS FOR RECEIVERS.....	50
5.6.1	General	50
5.6.2	Out-band Emission	50
5.6.3	In-band Susceptibility	50
5.6.4	Out-band Susceptibility	51
5.7	SPECIFIC ELECTRICAL REQUIREMENTS	51

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1517 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 7 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 7 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 7 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

INDEX OF PICTURES



Figure 1 – Transmission System Interfaces.....	14
Figure 2 – Crosstalk protected zone (A)	17
Figure 3 – Reference Axes	24
Figure 4 – Reference Axis for Transponder and Receiver	25
Figure 5 – Transponder and its main Interfaces	29
Figure 6 – Typical modulated signal spectrum.....	31
Figura 7 - On-board Reception Equipment and its main interfaces.....	42

INDEX OF TABLES

Table 1 The 312 bit telegram format	20
---	----

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="804 331 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 331 1509 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 8 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="804 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 8 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 8 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

1 SCOPE

This norm is part of the overall set of normative background that constitutes the basis for the Technical Specification for Interoperability of SSC.

The wayside Transponder and the Onboard Reception Equipment are interoperability “Constituents” considered in this Norm.

The Norm considers specific application and environmental conditions for Transponders and Receivers that may have a direct impact on the achievable transmission performance.

A detailed coding strategy, involving telegram generation, transmission and reception, covers the issue of data protection against random error in the entire communication path.

The Norm specifies detailed functional and non-functional requirements for the Transponder, identified as a basic wayside constituent of interoperability.

A special focus is given to the air-gap interface, where the Transponder interacts with the On-board equipment. The air-gap requirements for the Transponder have been defined in all needed details in order to serve as a solid basis for the interoperability with any SSC compliant On-board equipment.

The Norm specifies a set of functional and non-functional requirements for the transmission parts of the Onboard equipment, that are deemed indispensable for the purpose of interoperability. Also in this case, a special focus is given to the air-gap interface, where the On-board Receiver interacts with the wayside Transponder.

2 REFERENCES

2.1 REFERENCE STANDARDS

Reference	Description	Issue
Ref. 1	CENELEC CEI EN 50126 Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS).	March 2000
Ref. 2	CENELEC CEI EN 50128 Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems.	April 2002
Ref. 3	CENELEC CEI EN 50129 Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling.	January 2004
Ref. 4	CENELEC CEI EN 50159-1 Railway Applications: Communication, signalling and processing systems Part 1 : Safety-related communication in closed transmission systems.	March 2001
Ref. 5	CENELEC CEI EN 50159-2 Railway Applications: Communication, signalling and processing systems Part 2 : Safety-related communication in open transmission systems.	August 1998
Ref. 6	CENELEC CEI EN 50121-1 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 1. General.	May 2001
Ref. 7	CENELEC CEI EN 50121-3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2. Equipment on board rolling stock.	May 2001
Ref. 8	CENELEC CEI EN 50121-4 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 4: Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus.	May 2001
Ref. 9	CENELEC CEI EN 50125-1 Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 1: Equipment on board rolling stock.	October 2000
Ref. 10	CENELEC CEI EN 50125-3 Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 3: Equipment for signalling and telecommunications.	June 2000
Ref. 11	CENELEC CEI EN 50155 Railway Applications Electronic equipment used on rolling stock.	April 2002
Ref. 12	CENELEC CEI EN 50155/A1 Railway Applications Electronic equipment used on rolling stock.	June 2004
Ref. 13	EN 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	October 1991

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

Reference	Description	Issue
Ref. 14	ETSI EN 300 440 Electromagnetic Compatibility and Radio spectrum matters (ERM); Short Range Devices; Radio equipment to be used in the 1GHz to 40GHz frequency range.	September 2001
Ref. 15	MIL-HDBK-217F – notice "Reliability Prediction of Electronic Equipment"	February 1995



2.2 DEFINITIONS, ACRONYMS AND ABBREVIATIONS

Reference	Description
BER	Bit Error Rate
Carrier signal	A signal transmitted by the Receiver used by the Transponder to send the modulated information upon passage.
Compatibility	Compatibility between two systems means that they can coexist under defined conditions without interfering with each other as to specified functions.
Contact Length	The distance between the place where a train becomes able to communicate with a device (e.g., a Transponder) to the place where communication becomes impossible.
Cross-talk	When a telegram is read from a Transponder that should not be read, e.g., a Transponder on another track.
Cross-talk protected zone	The zone where transmission is not intended to take place.
DPSK	Differential Phase Shift Keying
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power
FFFIS	Form Fit Function Interface Specification
Fixed Data	Data transmitted to the train, and that can only be changed by reconfiguration, i.e., data that does not change during normal railway operation.
Fixed Telegram	A telegram with fixed data in the Up-Link communication.
Interoperability	Interoperability between two systems means that they can operate mutually at a specified time and place as to specified function.
Lineside Electronic Unit (LEU)	A Wayside unit that interfaces the national Wayside Signalling Equipment and the Transponder. Specifically for the purpose of Up-link, it is a device for communicating variable signalling data to the controlled Transponders. LEU is not within the scope of this Norm.
LSB	Least Significant Bit
MSB	Most Significant Bit
Location Reference	A position in the track. For a single Transponder it refers to the reference mark of the Transponder.
On-board Reception Equipment	Consists of Receiver(s) and of the Reception Function. It functionally matches the air gap interface and the SSC Kernel.
Pitch	An angular deviation where the axis of rotation coincides with the Y axis. The positive rotation is anticlockwise.
Receiver	The On-board Reception Unit, with the main functions to transmit carrier to and receive signals from the Transponders through the air gap.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

Reference	Description
Spot Transmission System	Consists of LEU, Transponder, and On-board Reception Equipment.
Tele-carrying	The method used for providing the Carrier to a Transponder from a Receiver through the air gap.
Tilt	An angular deviation where the axis of rotation coincides with the X-axis. The positive rotation is anticlockwise.
Transponder	A wayside Transmission Unit whose main function is to receive carrier and transmit signals through the air gap.
Transponder Cross-talk Zone	The zone outside the Contact Zone.
Transponder Information	The information part of the Transponder Telegram (i.e., the telegram without CRC and synchronisation bits), i.e., the user bits.
Transponder Telegram	The Transponder Telegram consists of information, CRC and synchronisation bits.
MicroLink Receiver	An On-board module for intermittent transmission between track and train, that processes Up-link signals and telegrams from a Transponder. It interfaces the SSC Kernel and the Receiver.
MicroLink Receiver Function	An On-board function that processes Up-link and that interfaces the SSC Kernel and the On-board Receiver. This is not necessarily a physical device, and it is not a Constituent itself (but is part of the SSC On-board Constituent).
Up-link	All functions that are needed in the Transponder Transmission System to constitute the communication from the LEU, or from the fixed Transponder, to the SSC Kernel.
Valid Telegram	A Transponder Telegram fulfilling the coding requirements.
Variable Data	Data transmitted to the train and that may change during normal railway operation.
Yaw	An angular deviation where the axis of rotation coincides with the Z-axis. The positive rotation is anticlockwise.

	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p>	<p style="text-align: center;">Foglio 12 di 51</p>
<p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>		

3 SPOT TRANSMISSION SYSTEM

3.1 ARCHITECTURAL LAYOUTS

3.1.1 Introduction

The microLink Communication System is a safe spot transmission based system conveying safety related information between the wayside infrastructure and the train. Information transmitted from a Transponder to the On-board Reception Equipment has a fixed length.

Spot transmission is when a transmission path exists between the wayside equipment and the On-board Reception Equipment at discrete locations. The information is provided to the train only as the Receiver passes or stands over the corresponding Transponder.

It is assumed that information transmitted from track to train (Up-link) may include:

- a) signalling data;
- b) control data;
- c) position and geographical information;
- d) permanent speed restrictions;
- e) temporary speed restrictions;
- f) diagnostics;
- g) other information.

3.1.2 Units and Functions

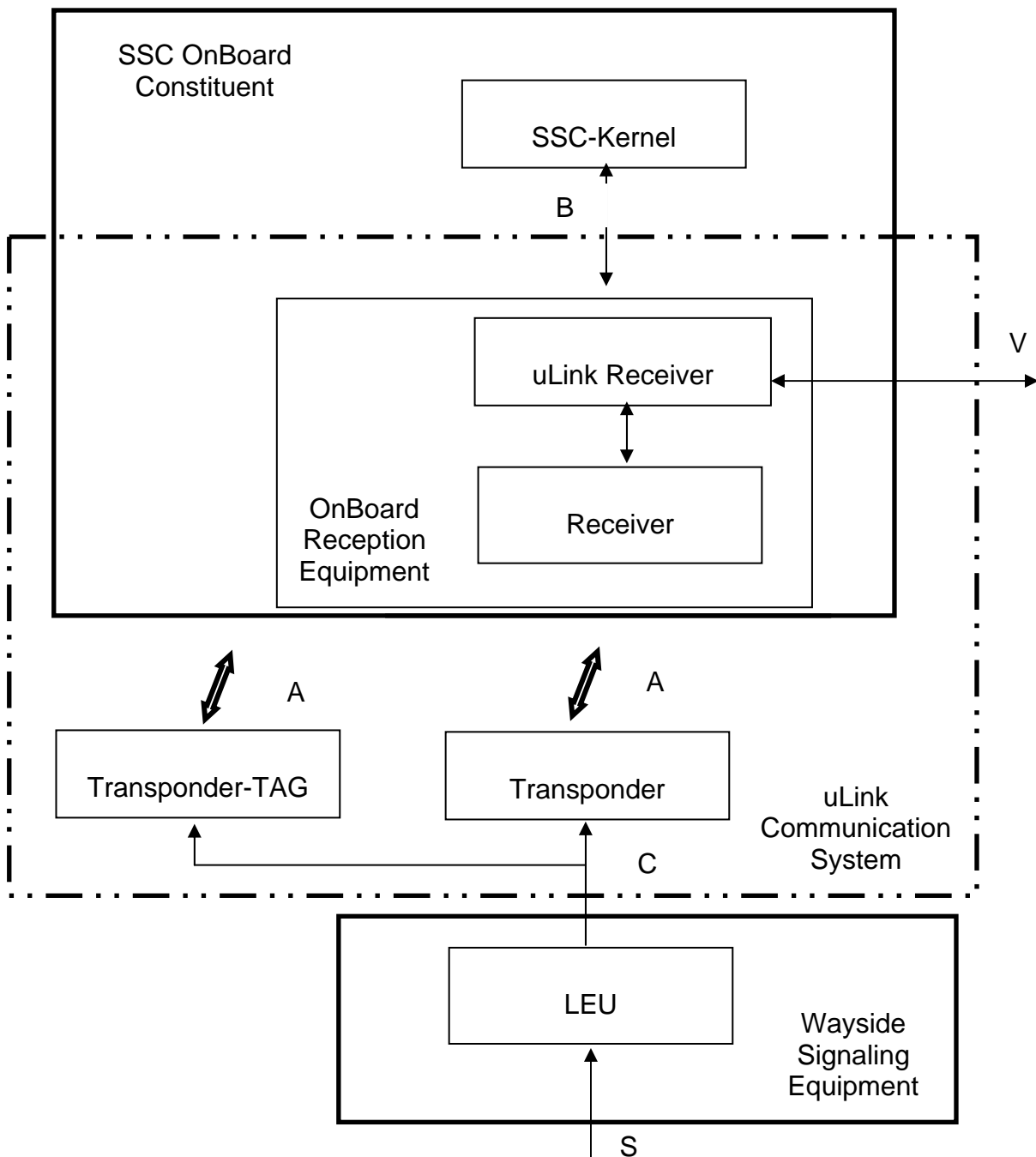
- [REQ 1] The microlink Communication System shall be formed by:
- i. On-board Reception Equipment;
 - ii. Transponder;
 - iii. Transponder TAG;
 - iv. LEU (Wayside Signalling Equipment).

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

3.1.3 Interfaces

3.1.3.1 Overall Configuration



A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.



	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p>	<p style="text-align: center;">Foglio 14 di 51</p>
	<p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>	

Figure 1 – Transmission System Interfaces

3.1.3.2 External Interfaces

[REQ 2] The external standardised interfaces for the microLink Communication System shall be:

- I. **Interface B:** this is defined as the interface between the On-board Reception Equipment and the SSC kernel;
- II. **Interface C:** this is defined as the wayside interface between the Transponder and the LEU. Telegrams are sent serially at the same data rate as in the Air Gap. This interface shall be splitted into the following sub-interfaces:
 - i. **Interface C1:** shall be an interface used for transmitting Up-link microLink telegrams from the LEU to the Transponder;
 - ii. **Interface C2:** shall be an interface used for supplying the Transponder-TAG with power from the LEU.
 - iii. **Interface C3:** shall be an interface used for supplying the Transponder with power from the LEU.

3.1.3.3 Internal Interfaces

[REQ 3] The internal standardised interface for the microLink Communication System shall be:

- I. **Interface A:**
 - i. **Interface A1:** shall be an interface used for transmitting the required carrier (Tele-carrying) from the Receiver to the Up-link Transponder;
 - ii. **Interface A2:** shall be an interface used for transmitting Up-link telegrams from the Up-link Transponder to the Receiver.



3.1.3.4 Test Interfaces

[REQ 4] The test interface for microLink Communication System shall be:

- I. **Interface V:** shall be an interface used for testing various properties of the microLink Receiver function. In particular, it shall include a specific sub-set

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p>	<p style="text-align: center;">Foglio 15 di 51</p>
	<p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>	

designed for testing the microLink Communication System. The interface shall not be required to be integrated in the operational equipment.

3.1.4 Basic Functions

On-board Reception Equipment functionality:

- I. Generation of Tele-carrying signal;
- II. Detection of Up-link Transponders;
- III. Up-link signal filtering and demodulation;
- IV. Physical Cross-talk protection;
- V. Immunity to environmental noise;
- VI. Checking of Up-link incoming data with respect to Coding Requirements;
- VII. Detection of telegram type and decoding;
- VIII. Extraction of user data;
- IX. Telegram Filtering;
- X. Management of Up-link telegram switching within a Transponder passage;
- XI. Support for Transponder Localisation (for vital and non-vital purposes);
- XII. Detection of Bit Errors;
- XIII. Detection of message errors.

Wayside microLink Equipment functionality:



- XIV. Reception of Tele- carrying signal;
- XV. Up-link signal generation;
- XVI. Data management;
- XVII. Support to programming and management of operational/programming mode.

[REQ 5] P.M.

[REQ 6] P.M.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

 <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	 <p>GE Transportation</p>					
<p>Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 383">Foglio 16 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> <td data-bbox="1385 383 1520 427"></td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 16 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12	
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 16 di 51					
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12						

3.2 FUNCTIONAL REQUIREMENTS

3.2.1 Transponder Tele-carrying

- [REQ 7] The On-board Reception Equipment shall provide a Tele-carrying signal used for activating Up-link Transponders.
- [REQ 8] The vehicle mounted Receiver shall transmit this signal to the Transponder via Interface A.

3.2.2 Up-link Data Transmission

3.2.2.1 Information Flow

- [REQ 13] The microLink Communication System shall be capable of receiving information from the Wayside Signalling Equipment, and passing this information to the SSC Kernel.
- [REQ 14] The microLink Receiver function shall make all the received data available to the SSC Kernel.
- [REQ 15] Information shall be correlated in such a way that the SSC Kernel can identify that certain information is transmitted from a certain Transponder.

3.2.2.2 Filtering of Telegrams



When telegrams are switched while they are received by the On-board Reception Equipment, then the microLink Receiver function should normally make the latest received telegram available to the SSC Kernel .

The information received from Transponders should be filtered and analysed by the microLink Receiver function.

3.2.2.3 Protection of Data

- [REQ 16] Protection of the data against air-gap noise effects and noise induced hazards in the receiving and transmitting equipment¹ shall be sufficient in order to ensure bit error detection to the extent that is specified by the coding requirements.

¹ Noise induced hazards are for example random disturbances leading to faults in the functions of the receiver.

	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p>	<p style="text-align: center;">Foglio 17 di 51</p>
	<p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>	

3.2.2.4 Air-gap Data Transmission, Protocols and Procedures

[REQ 17] Data transmission shall be performed without handshaking in Interface A.

3.2.3 Cross-Talk Protection

The cross-talk protected zone is a geometrical area where the communication between a Receiver and a Transponder should not occur.

Consider the reference system (X; Y; Z) of Figure 3. The cross-talk protected zones referred to a Transponder installed in (X_T; Y_T; Z_T), as indicated in [REQ 76], are the volumes defined by the intersection of the following planes and shown in Figure 2:

A Zone: $Y \leq Y_T - 3800 \text{ mm}$
 $3400 \leq Z \leq 3600 \text{ mm}$

B Zone : $Y \geq Y_T + 500 \text{ mm}$
 $3400 \leq Z \leq 3600 \text{ mm}$

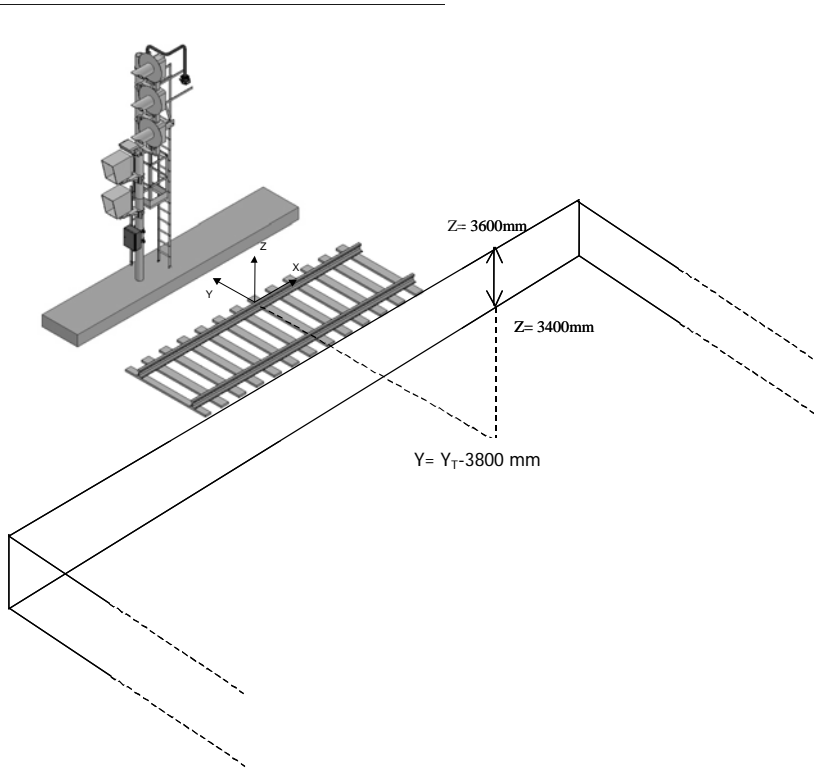




Figure 2 – Crosstalk protected zone (A)

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="798 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1517 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 18 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="798 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 18 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 18 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

[REQ 18] P.M.
[REQ 19] P.M.

[REQ 20] When a Receiver is in the Cross-talk protected zone, according to the installation requirements [REQ 96] and [REQ 97], the BER shall be more than 10^{-1} if there is communication between the Transponder and the Receiver.



[REQ 21] Metallic objects shall be outside the Metal Free Area between the Transponder and the Receiver. The Metal Free Area is defined by the First Fresnel Zone:

T.B.D.

[REQ 22] P.M.
[REQ 23] P.M.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 19 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 19 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 19 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

3.2.4 Quality of the Data Transmission Channel

3.2.4.1 Data Capacity

[REQ 24] The communication shall be possible for Up-link at a maximum vehicle speed of 150 km/h.

3.2.4.2 P.M.

[REQ 25] P.M.

[REQ 26] P.M.

[REQ 27] P.M.

3.2.4.3 P.M.

[REQ 28] P.M.

[REQ 29] P.M.



3.2.4.4 Timing and Distance Requirements

[REQ 30] The maximum time delay between a bit on Interface C1 at the Transponder end of the interface and the corresponding bit on Interface A1 shall be 30 μ s.

[REQ 31] The time delay between the end of transmission of the current Transponder in a cluster of Transponders (Transponder TAG + Transponder), and the availability of data for the SSC Kernel (location reference information and the data from this current Transponder) shall be less than 1s.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

 <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	 <p>GE Transportation</p>				
<p>Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1517 387" rowspan="2">Foglio 20 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 20 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 20 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

3.3 CODING REQUIREMENTS

3.3.1 Introduction

3.3.1.1 Overview

Depending on the system application, one of the following telegram length shall be provided:

- 312 bit telegram length
- 152 bit telegram length

The telegram format shall allow for quantitative evaluation of the effect of random bit errors, burst errors, and all combinations thereof, with particular attention to the potential problems of telegram change and format misinterpretation (long as short and vice versa).

3.3.1.2 312 bit telegram format

[REQ 32] The 312 bit telegram format shall be:

TRAINING SEQUENCE	HEADER	DATA	CRC32
16 bits	8 bits	256 bits	32 bits

Table 1 The 312 bit telegram format

3.3.1.3 152 bit telegram format

[REQ 33] The 152 bit telegram format shall be:



TRAINING SEQUENCE	HEADER	DATA	CRC32
16 bits	8 bits	96 bits	32 bits

Table 2 The 152 bit telegram format

Where the bits of the telegram are denoted b_{n-1} , b_{n-2} , ..., b_1 , b_0 (with $n = 151$). The numbering with descending indices (from left to right) is chosen such that “left” and “right” conform with Table 2 The 152 bit telegram format. The telegram shall be with a block of Training-Sequence consisting of 16 bits (“unique word”) for receiver synchronization; the hexadecimal value of these bits is 0xE25D from the MSB to the

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

 <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	 <p>GE Transportation</p>				
<p>Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 427" rowspan="2">Foglio 21 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 21 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 21 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

LSB. The HEADER block consists of k1=8 bits. The DATA block consists of k2 user bits. Consider k as k1+k2. The last block is the CRC-32 for the encoding requirements.

[REQ 34] The order of transmission shall be from left to right.

3.3.2 Encoding Requirements

3.3.2.1 General

The following notation is used. With any binary n-tuple $v = [v_{n-1}, v_{n-2}, \dots, v_1, v_0]$, we associate the binary polynomial $v(x) := v_{n-1}x^{n-1} + v_{n-2}x^{n-2} + \dots + v_1x + v_0$ (in more mathematical terms, a “bit” is an element of the finite field GF(2), and a “binary polynomial” is an element of the ring GF(2)[2]).

For any two binary polynomials $c(x)$ and $d(x)$, $Rc(x)[d(x)]$ denotes the remainder of the division of $d(x)$ by $c(x)$. That is, the unique polynomial $r(x)$ of degree less than the degree of $c(x)$ such that $d(x) = q(x)c(x) + r(x)$, for some polynomial $q(x)$ (all additions are to be performed mod 2).

3.3.2.2 Channel coding: CRC-32

Channel codes add redundant information into the transmitted data stream so that the receiver can detect errors caused by the channel. This implies that the incorrect message is rejected.

Channel coding improves error performance (energy efficiency) trading off a reduction in data rate (bandwidth efficiency).

[REQ 35] The coding strategy shall use the binary cyclic redundancy check (CRC) defined by the subsequent polynomial of degree 32 ,i.e. (CRC-32):



$$P(X) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X^1 + 1$$

[REQ 36] This polynomial shall guarantee a Hamming distance 7 between the code words.

The code word is generated adding to the DATA block $p = 32$ bit that represent the remainder $r(x)$ obtained dividing the polynomial representing the HEADER+DATA block $d(x)$ shifted by $(p-1)$ positions, by $p(x)$:

A termine 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



Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1516 383" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 22 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 425">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 22 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 22 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

$$\frac{x^{p-1}d(x)}{p(x)} = q(x) + \frac{r(x)}{p(x)}$$

The polynomials satisfy:

$$R(p(x))\left[x^{p-1}d(x) + r(x)\right] = 0$$

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 23 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 23 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 23 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

3.3.3 Telegram Switching

[REQ 37] The transmitter shall send telegrams continuously.

[REQ 38] If the transmitter switches to a new telegram, the receiver must process the latest one.



3.3.4 Decoding Requirements

[REQ 39] Any used receiver shall be at least as good as the following one:

1. Consider a window of (k+p) consecutive received bits after the training-sequence is locked;
2. Is the parity-check satisfied, i.e., are the first (k+p) bits (considered as a polynomial) divisible by p(x)? If not, go to 1.
3. At this point, the telegram is considered safe.
4. Output the user bits (HEADER and DATA) toward the SSC-Kernel.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1516 383" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 24 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 425">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 24 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 24 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

3.4 MECHANICAL REQUIREMENTS

3.4.1 Reference Axes and Origins of Co-ordinates

In general the origin of co-ordinates is in the plane of the top of rails and in the outer of the track close to the wayside signal as indicated in Figure 3.

Directions are defined according to three reference axes related to the rails:

- I. X-axis parallel with the rails.
- II. Y-axis at right angles across the rails, and which is level with the top of rails.
- III. Z-axis directed upwards, at right angles to the rail plane.

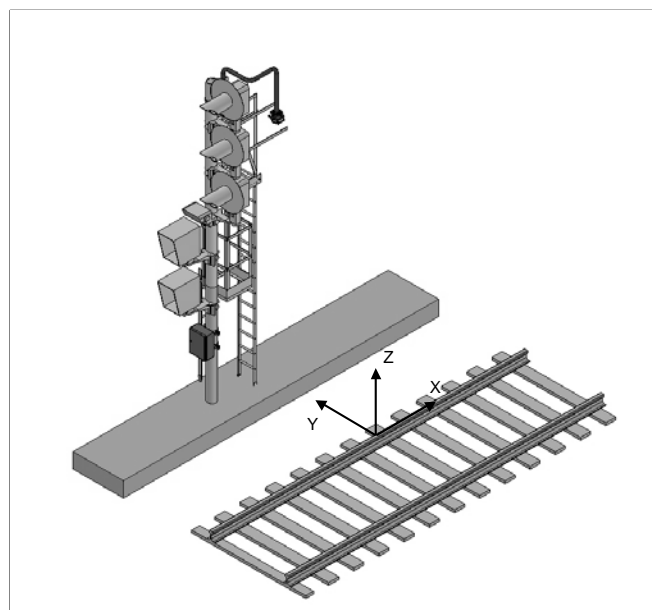




Figure 3 – Reference Axes

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1527 430" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 25 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 430">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 25 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 25 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

When explicitly referred to the Transponder and Receiver, the origin of co-ordinates is the phase center of the antennas and directions are described below, according to Figure 4:

- I. The Y-axis is in the direction of the maximum directivity of the antenna.
- II. The Z-axis is in the direction of the Electric Field.
- III. The X-axis is in the direction of the Magnetic Field.

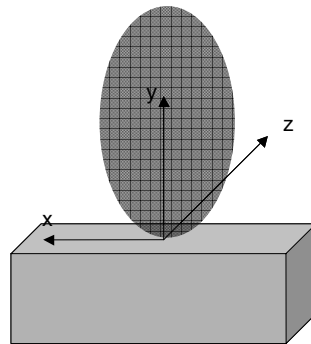


Figure 4 – Reference Axis for Transponder and Receiver

3.4.2 Materials

Consideration shall be made of fire safety of materials used in the design of enclosures and external cabling of the equipment.

All hazardous materials used in the design of the equipment shall be identified and appropriate warnings shall be provided.

[REQ 40] P.M.

[REQ 41] P.M.

3.4.3 Parts

[REQ 42] On-board hardware modules shall be protected against Electrostatic Discharge (ESD), and fulfill Item 9.2 of Table 9 in EN 50121-3-2.

[REQ 43] Wayside hardware modules shall fulfill Item 1.4 of Table 1 in EN 50121-4.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.



Direzione Tecnica
Direzione NSSO
Progetto ATC

**FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap
Sistema SSC**



Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A

Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12

**Foglio
26 di 51**

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 387" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 27 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 27 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 27 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

3.4.4 Name Plates and Product Marking

The Transponder equipment shall be designed so as to clearly identify all modules by means of permanently affixed labels. Each label should contain the generic name, type, unique serial number, and modification status.

Application configuration specific items shall be readily and clearly identifiable as such. All warning labels shall clearly identify the hazardous condition to which they pertain and be clearly visible under maintenance conditions.

All ESD susceptible items shall be clearly identified.

[REQ 44] P.M.

[REQ 45] P.M.

[REQ 46] P.M.

[REQ 47] P.M.

3.4.5 Design

The Transponder and Receiver equipments should be designed to operate without external forced air cooling.

The Transponder and Receiver equipments designs should ensure that the number of common spares is maximized.

[REQ 48] Plug-in modules used in the Transponder and Receiver equipments shall employ keying (either mechanical, or by other means) to prevent incorrect insertion.



The Transponder and Receiver equipments should be designed so that free wiring is minimized.

Transponder and Receiver equipments modules should not require application configuration at the production stage except by replacement of programmable devices or by alteration of pre-defined links.

Transponder and Receiver equipments should be mounted in either racking and/or closed boxes as appropriate and shall be designed for easy removal for maintenance purposes.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="799 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 28 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 383 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 28 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 28 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

3.5 ELECTRICAL REQUIREMENTS

3.5.1 P.M.

P.M.

3.5.2 P.M.

[REQ 49] P.M..



[REQ 50] P.M.

3.6 TEST REQUIREMENTS

- [REQ 51] All microLink products and systems shall include provisions for allowing testability of the respective functional and RAMS requirements in all phases of their lifecycle.
- [REQ 52] Test points or diagnostic interfaces that are accessible whilst the microLink equipment is in normal operation shall be protected in such a way that a short circuit to ground or any other accidental contact shall not cause failures or malfunctions of the equipment.
- [REQ 53] All built-in diagnostic provisions supporting the testability of microLink equipment shall be suitably interlocked to prevent any possible interactions with its normal operation other than under test conditions. Suitable protections shall be adopted to inhibit diagnostic test functions to be misinterpreted as prime operational functions.
- [REQ 54] The microLink equipment shall support logging, and attempt to facilitate the reporting, of all failures or misoperations of the microLink Communication System detected in performing prime operational functions as well as during self test or diagnostic operations.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1517 387" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 29 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 29 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 29 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

4 UP-LINK TRANSPONDER

4.1 ARCHITECTURAL LAYOUTS

The Transponder is a device that receives a microwave carrier generated by the Receiver, modulates it and transmits it, as Up-link signal, to the Receiver.

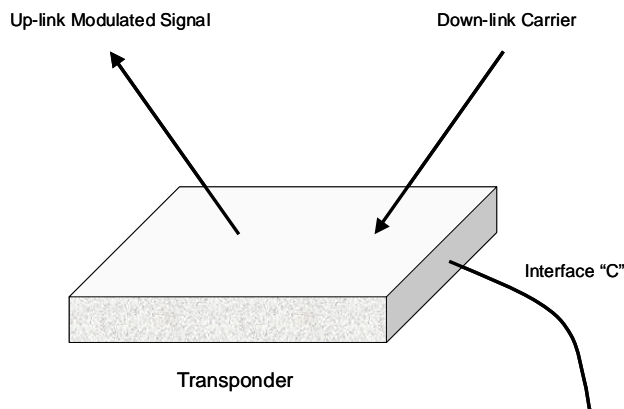




Figure 5 – Transponder and its main Interfaces

[REQ 55] P.M.

[REQ 56] The origin of the data carried by the Up-link signal shall be a non-volatile memory in the Transponder, or a serial data-link referenced as Interface C.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 383" rowspan="2" style="text-align: center;">Foglio 30 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 30 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 30 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

4.2 TRANSPONDER AIR-GAP INTERFACE

4.2.1 Transponder Tele-carrying

[REQ 57] An Up-link Transponder shall be able to operate compliantly with sub-clause 4.2.2, when being powered by the microwave 5.8GHz carrier signal as specified in [REQ 89] and [REQ 90].

4.2.2 Up-link Data Transmission

[REQ 58] An Intermediate Frequency (IF) local reference shall produce the signal used for differential phase shift keying (DPSK) modulation of the Uplink data.

[REQ 59] This signal represents the sub-carrier that modulates the 5.8GHz carrier signal coming from the Receiver. The IF shall have two different values, depending on the type of wayside signal: 10.7 MHz (left signal) or 13 MHz (right signal) with ± 1 KHz tolerance.

[REQ 59bis] The Transponder EIRP shall be less than +14dBm, according to ETSI EN 300 440 [Ref. 14] when powered by $P_t \leq -20$ dBm (P_t defined in 4.2.3).

[REQ 60] The mean data rate shall be 33.3 kbit/s \pm 50 ppm.

[REQ 61] When random user data is transmitted, the up-link signal spectrum analyzed within 100KHz bandwidth around the IF shall have 2 typical deep notch, centered in IF and spaced 66.6 ± 1 KHz. As an example, the typical signal spectrum is shown in Figure 6.

[REQ 61bis] The Error Vector Magnitude (EVM) of the signal modulated by the Transponder shall be less than 7%.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

Direzione Tecnica
Direzione NSSO
Progetto ATC

FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap
Sistema SSC

Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A

Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12

Foglio
31 di 51

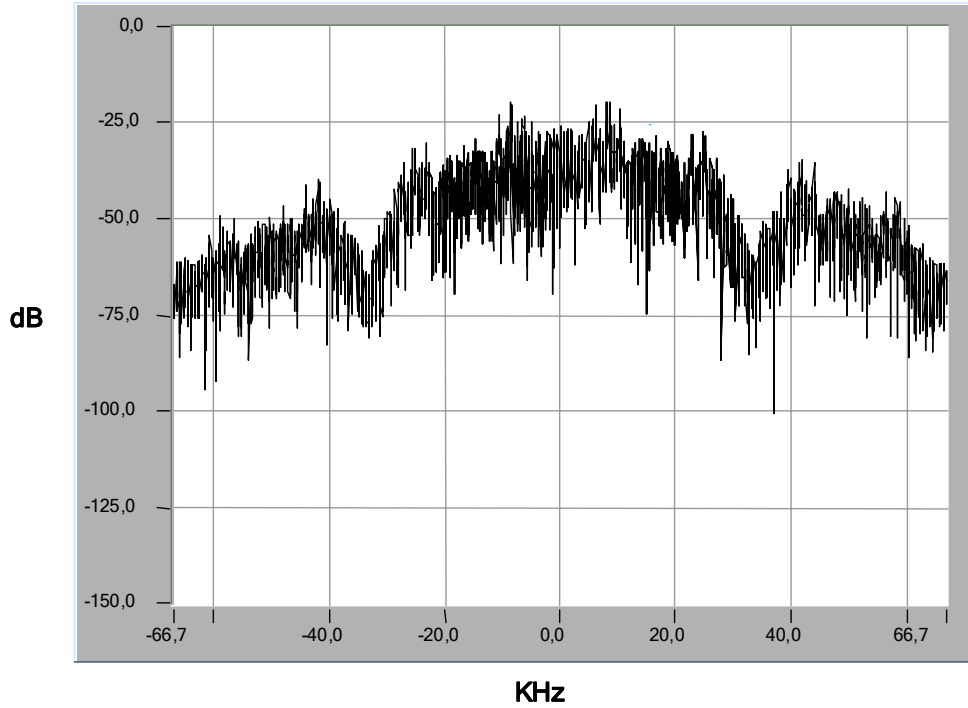




Figure 6 – Typical modulated signal spectrum

	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p> <p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>	<p style="text-align: right;">Foglio 32 di 51</p>

4.2.3 Input/Output characteristic

[REQ 62] The Transponder Antenna shall have the following characteristics:

Polarization	Vertical (E field parallel with Y reference axis defined in 3.4.1)
Cross-Polarization rejection	> 15 dB

The Input/Output characteristic of a Transponder is given by the following expression:

$$G_{TR} = (P_{rx} + L_{sys} - G_{rx} + L_{fr}) - (P_{tx} - L_{sys} + G_{tx} - L_{ft}) = P_r - P_t$$

where:

- P_{tx} is the power transmitted to a reference antenna transmitting toward the transponder
- P_{rx} is the power received from a reference antenna receiving from the transponder
- G_{tx} is the gain of the reference transmitting antenna in the transponder direction
- G_{rx} is the gain of the reference receiving antenna in the transponder direction
- L_{fr} is the Free Space Path Loss referred to the distance between the transponder and the receiving reference antenna
- L_{ft} is the Free Space Path Loss referred to the distance between the transponder and the transmitting reference antenna
- L_{sys} is the system loss
- P_r is the analytical value of the output power of the transponder
- P_t is the analytical value of the input power of the transponder

[REQ 63] The Input/Output characteristic shall be within the areas shown in figure t.b.d. for E plane and figure t.b.d. for H plane.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.





Direzione Tecnica
Direzione NSSO
Progetto ATC

**FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap
Sistema SSC**

Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A

Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12

**Foglio
33 di 51**

	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p>	<p style="text-align: center;">Foglio 34 di 51</p>
<p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>		



4.2.3.1 Protocol

4.2.3.1.1 Procedures

- [REQ 64] The Up-link telegram shall be sent uninterrupted as long as the Up-link Transponder receives a signal power from the On-board Receiver.
- [REQ 65] The Up-link transmission shall be transparent from Interface C to Interface A. This means that all received data shall be transmitted by the Up-link Transponder. The data shall be transmitted in FIFO order.
- [REQ 66] When receiving a signal compliant with [REQ 90]:
- I. Transponder shall start to transmit the DPSK modulated up-link signal no later than 5 ms.
 - II. Transponder Tag shall start to transmit the DPSK modulated up-link signal no later than 15 ms.

4.2.3.1.2 Synchronization

- [REQ 67] The telegrams shall be sent cyclically. The OnBoard Reception Equipment needs for awaiting the start bit of one telegram. (The data protection properties of this code are described in sub-clause 3.3).

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="799 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 387" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 35 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 35 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 35 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

4.3 TRANSPONDER CONTROLLING INTERFACE

4.3.1 Introduction

This sub-clause defines the interface C between the Transponder constituent and the Lineside Electronic Unit (LEU).

[REQ 68] P.M.

[REQ 69] P.M.

4.3.2 Electrical Data

[REQ 70] The Telegram Signals shall be composed by a data line and a clock line (data valid on positive edge of clock).

[REQ 71] The Clock Rate shall be 33.333KHz \pm 50 ppm.



[REQ 72] The data line and a clock line shall be compliant with the industrial standard RS485.

[REQ 73]

1. The Power Supply for Transponder shall be 8÷10 Vdc.
2. The Power Supply for Transponder Tag shall be 9÷30 Vdc.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

 <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	 <p>GE Transportation</p>	
<p>Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p>FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>	<p>Foglio 36 di 51</p>

4.4 INSTALLATION REQUIREMENTS FOR TRANSPONDERS

4.4.1 Reference Axes

See 3.4.1.

4.4.2 Installation Requirements

4.4.2.1 Transponder-TAG Standard Installation

[REQ 74] The standard installation for Transponder Tag shall be achieved moving the relative system of Figure 4 from the superimposition with the reference system of Figure 3:

1. Move the Origin of the relative system in the point (0; 1200 ÷ 1400 mm; 4800 ÷ 5000 mm).
2. Rotate $180^\circ \pm 5^\circ$ around Z axis (Yaw)
3. Rotate $0^\circ \pm 5^\circ$ around Y axis (Pitch)
4. Rotate $-15^\circ \pm 5^\circ$ around X axis (Tilt)

[REQ 75] The Transponder-TAG shall be installed 100 ± 30 m before the corresponding signal.

4.4.2.2 Transponder Standard Installation

[REQ 76] The standard installation for Transponder shall be achieved moving the relative system of Figure 4 from the superimposition with the reference system of Figure 3:

1. Move the Origin of the relative system in the point (0; 1200 ÷ 1600 mm; 4600 ÷ 5000 mm).
2. Rotate $180^\circ \pm 5^\circ$ around Z axis (Yaw)
3. Rotate $0^\circ \pm 5^\circ$ around Y axis (Pitch)
4. Rotate $-30^\circ \pm 5^\circ$ around X axis (Tilt)



4.4.2.3 Transponder Non-Standard Installation

[REQ 77] When the installation environment doesn't allow the standard installation for Transponder of [REQ 76], the installation shall be achieved moving the relative system of Figure 4 from the superimposition with the reference system of Figure 3:

1. Move the Origin of the relative system in the point (0; 1200 ÷ 1600 mm; 4200 ÷ 4600 mm).
2. Rotate $180^\circ \pm 5^\circ$ around Z axis (Yaw)
3. Rotate $0^\circ \pm 5^\circ$ around Y axis (Pitch)

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 37 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 37 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 37 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					



4. Rotate $-30^{\circ} \pm 5^{\circ}$ around X axis (Tilt)

4.4.3 Distance between a Transponder and the adjacent track

[REQ 78] The minimum distance between a Transponder and the adjacent track shall be (Y axis): 4.5m.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 383" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 38 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 38 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 38 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

4.5 SPECIFIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR TRANSPONDER

4.5.1 Operational Temperature

[REQ 79] The Transponder shall fulfil one of the classes of sub-clause 4.3 (Temperature) of EN 50125-3.

4.5.2 Storage

During transit and storage, i.e., within a maximum of two weeks, the Transponder should not be damaged by exposure to ambient temperatures in the following range:

- T_{min} = -40°C
- T_{max} = +70 °C

During storage, the ambient temperature should not exceed the following range:

- T_{min} = +15 °C
- T_{max} = +35 °C

4.5.3 Sealing, Dust and Moisture

[REQ 80] The Transponder enclosures shall be designed as to allow correct operation at the IP65 environmental rating as defined in EN 60529.

All exposed modules and sub-assemblies used in the Transponder equipment should be sealed against the effects of moisture, mould growth and contamination.

4.5.4 Mechanical Stress

The Transponder should fulfil applicable parts of sub-clause 4.13 (Vibration and Shocks) of EN 50125-3.

4.5.5 Meteorological Conditions



The Transponder should fulfil applicable parts of sub-clauses 4.4 (Humidity), 4.5 (Wind), 4.6 (Rain), 4.7 (Snow and Hail), 4.8 (Ice), and 4.9 (Solar Radiation) of EN 50125-3.

4.5.6 Lightning

The Transponder should as a minimum fulfil item 1.5 of Table 1 in EN 50121-4.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p>GE Transportation</p>	
<p>Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>	<p>Foglio 39 di 51</p>

4.5.7 Chemical Conditions



The Transponder should fulfil applicable parts of sub-clause 4.11 (Pollution) of EN 50125-3.

4.5.8 Biological Conditions

The Transponder should fulfil applicable parts of sub-clause 4.11 (Pollution) of EN 50125-3.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="799 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 387" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 40 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 40 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 40 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

4.5.9 Debris

[REQ 80 bis] The Transponder shall guarantee the performance specified at [REQ 63] with debris levels defined in the following table.

Material	Thickness
Oil and Grease	1 mm
Dust	1mm
Dry Snow	30 mm
Wet Snow (20% water)	5 mm

Table 3 - Debris levels for Transponder

4.6 SPECIFIC EMC REQUIREMENTS

4.6.1 Out-band Emission



[REQ 81] The emission from the Transponder shall comply with the applicable emission levels specified in CELELEC EN 50121-4 §5 [Ref. 8] and ETSI EN 300 440 [Ref. 14].

4.6.2 Susceptibility

[REQ 82] The Up-link Transponder shall comply with the applicable items of table 1 and table 2 in sub-clause 6.2 of EN 50121-4. (This requirement does not apply for the in-band frequency band for the frequency range ± 500 KHz centred on the Sub carrier frequency).

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p>	<p style="text-align: center;">Foglio 41 di 51</p>
<p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>		

4.7 SPECIFIC ELECTRICAL REQUIREMENTS

4.7.1 General

- [REQ 83] The installation of the Transponders and the related Transponder controlling interface cables shall be provided with suitable means to ensure:
- I. protection of persons against electric shock hazard (e.g., stepping over the Transponder);
 - II. protection of equipment against damage due to over-voltage.

4.7.2 Provisions against accidental contact with the traction power voltage

- [REQ 84] In accordance with sub-clause 6.2.1 of EN 50122-1, the parts that are located inside the “Overhead contact line zone, or pantograph zone” (as defined in sub-clause 3.3.8 of EN 50122-1), shall be protected according to the provisions defined in sub-clauses 6.2.3 and 6.2.4 of EN 50122-1.

4.7.3 Insulation co-ordination

- [REQ 85] For the insulation co-ordination according to EN 50124-1, special attention shall be given to sub-clause 6.1 of EN 50124-1. For the Transponder, the following parameters apply:
- I. Over-voltage category OV4 shall be considered for the Transponder either in stand-alone use. The Rated Impulse Voltage (UNi) shall be determined on the basis of Table A.1 of EN 50124-1.
 - II. Pollution degree PD4A shall be considered for parts that are placed outdoors (the Transponder itself, and the Transponder controlling interface cable).



- [REQ 86] P.M.

4.7.4 Dielectric Tests

- [REQ 87] Dielectric tests shall be carried out on specimen of stand alone Transponders, or on typical arrangements of Transponders with the Transponder controlling interface cable, in order to verify the fulfilment of the insulation requirements of subclause 4.7.3 above. Tests shall be organised and carried out in accordance with Annex B of EN 50124-1.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

 <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	 <p>GE Transportation</p>					
<p>Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="794 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1516 383">Foglio 42 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="794 383 1385 425">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> <td data-bbox="1385 383 1516 425"></td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 42 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12	
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 42 di 51					
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12						

5 ONBOARD RECEPTION EQUIPMENT

5.1 ARCHITECTURE

The On-board Reception Equipment is part of the SSC-board Constituent, and has the main functions to generate Tele-carrying signals to the Transponder, to receive and process Up-link signals from the Transponder, to constitute the interface between the air-gap (Interface 'A') and the SSC-Kernel. The On-board Reception Equipment includes a Receiver, and a functional block denominated the Micro-Link Receiver.

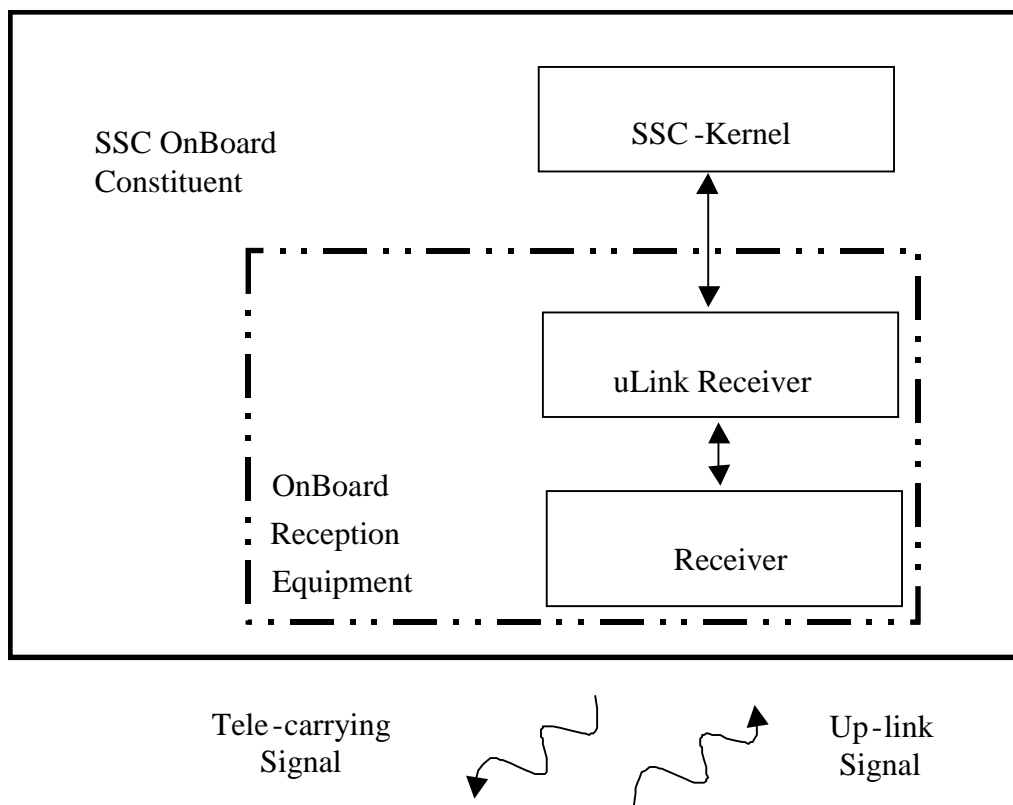




Figura 7 - On-board Reception Equipment and its main interfaces

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>		
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p>	<p style="text-align: center;">Foglio 43 di 51</p>
<p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>		

5.2 RECEIVER AIR-GAP INTERFACE

[REQ 88]

- The Receiver Antenna shall have the following characteristics:

Polarization	Vertical (E field parallel with Y reference axis defined in 3.4.1)
Cross-Polarization rejection	> 15 dB

- Using a sample Transponder with -12 ± 1 dB gain, transmitting a pseudo-random sequence, the BER (Bit Error Rate) measured at the Receiver shall be:

Distance	Angle (E and H plane)	BER
200 \pm 2 cm	$\pm 65^\circ$	$< 10^{-6}$

5.2.1 Carrier Transmission

[REQ 89] P.M.

[REQ 90] The carrier, depending on the Receiver type (left or right), shall be at frequency of 5.810 GHz or 5.750 GHz with a tolerance of ± 20 MHz.

[REQ 91] The On-board Receiver shall provide a Continuous Wave (CW) carrier to the wayside Transponder and the EIRP shall be less than +14dBm, according to ETSI EN 300 440 [Ref. 14].

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

5.3 UP-LINK DATA RECEPTION

5.3.1 Sensitivity

[REQ 92] Using a sample Transponder with -12 ± 1 dB gain, transmitting a pseudo-random sequence, the BER (Bit Error Rate) measured with a faced Receiver shall be:

Distance	BER
30±1 cm	$<10^{-6}$
100±1 cm	$<10^{-6}$
200±2 cm	$<10^{-6}$
400±5 cm	$>10^{-3}$

[REQ 92a] The left (right) Receiver shall comply to [REQ 92] with an interferent signal at 50MHz distance, generating at the left (right) Receiver antenna a power level equivalent to the level generated by the right (left) Receiver.

[REQ 92b] The left (right) Receiver shall comply to [REQ 92] when the Intermediate Frequency of the sample Transponder is ± 1 kHz shifted from the nominal value of [REQ 59].

[REQ 92c] The left (right) Receiver shall comply to [REQ 92] when the Mean Data Rate from the sample Transponder is ± 50 ppm shifted from the nominal value of [REQ 60].

5.3.2 Decoding Requirements



See sub-clause 3.3.

5.3.3 Reporting

[REQ 93] After the Transponder passage data shall be available to the SSC Kernel.

[REQ 94] Different telegrams, possibly received during a telegram switching, are required to be reported.



[REQ 95] If more than one valid telegram is received by the On-board Reception Equipment from a single Transponder (due to telegram switching), then all the

	 <p>GE Transportation</p>				
<p>Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1517 427" rowspan="2">Foglio 45 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 45 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 45 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

telegrams should be reported to the SSC Kernel. The SSC Kernel shall process the latest one.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 383" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 46 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 46 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 46 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

5.4 INSTALLATION REQUIREMENTS FOR RECEIVERS

5.4.1 Reference Axes

See 3.4.1.

5.4.2 Installation Requirements



[REQ 96] The standard installation for the Receiver on the train shall be achieved moving the relative system of Figure 4 from the superimposition with the reference system of Figure 3:

1. Move the Origin of the relative system in the point (0; 400÷700 mm; 3500÷3800 mm).
2. Rotate $0^\circ \pm 5^\circ$ around Z axis (Yaw)
3. Rotate $0^\circ \pm 5^\circ$ around Y axis (Pitch)
4. Rotate $45^\circ \pm 5^\circ$ around X axis (Tilt)

[REQ 97] The Receiver shall be installed near the train cab within 5m from the buffer (X axis).

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p>	<p style="text-align: right;">Foglio 47 di 51</p>
<p style="text-align: center;">FFFIS Specifica dei Requisiti di Air Gap Sistema SSC</p>	<p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>	

5.5 SPECIFIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR RECEIVERS

5.5.1 Operational Temperature

[REQ 98] The Receiver shall fulfil one of the classes of the sub-clause 4.3 (Temperature) of EN 50125-1.

5.5.2 Storage

During transit and storage, i.e., within a maximum of two weeks, the Receiver should not be damaged by exposure to ambient temperatures in the following range:

- T_{min} = -40 °C
- T_{max} = +85 °C

During such storage, the ambient temperature should not exceed the following range.

- T_{min} = +15 °C
- T_{max} = +35 °C

5.5.3 Sealing, Dust and Moisture

[REQ 99] The Receiver enclosures shall be designed as to allow correct operation at minimum at the IP65 environmental rating as defined in the EN 60529.

The Receiver should be sealed against the effects of moisture, mould growth and contamination.

5.5.4 Mechanical Stress

The Receiver should fulfil applicable parts of the sub-clause 4.12 (Vibrations and Shocks) of EN 50125-1.

5.5.5 Meteorological Conditions



The Receiver should fulfil applicable parts of sub-clauses 4.4 (Humidity), 4.5 (Air movement), 4.6 (Rain), 4.7 (Snow and Hail), 4,8 (Ice), and 4.9 (Solar Radiation) of EN 50125-1.

5.5.6 Chemical Conditions

The Receiver should fulfil applicable parts of sub-clause 4.11 (Pollution) of EN 50125-1.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.



	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 383">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1517 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 48 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 383 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 48 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 48 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

5.5.7 Biological Conditions

The Receiver should fulfil applicable parts of sub-clause 4.11 (Pollution) of EN 50125-1.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 GE Transportation	
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<p>Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</p> <p>Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</p>	<p style="text-align: right;">Foglio 49 di 51</p>

5.5.8 Debris

[REQ 99 bis] The Receiver shall guarantee the performance specified at [REQ 88] with debris levels defined in the following table.

Material	Thickness
Water	0,5 mm
Oil	0,5 mm
Grease	1mm
Dust	1mm

Table 4 - Debris levels for Receiver

[REQ 99 ter]

1. The Receiver shall provide melting of ice and snow deposited on top of antennas (deicing) when the ambient temperature is at -40°C , according to the following table.



Material	Thickness	Time to melt
Ice	10 mm	30 min
Snow	10 mm	30 min

Table 5 - Deicing for Receiver

2. The deicing system power consumption shall be less than 75W at 24Vdc supply voltage.
3. When the train moves at 150 Km/h the Receiver shall avoid depositing of ice and snow by maintaining the temperature on top of antennas over 5°C .

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="796 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1520 387" rowspan="2" style="text-align: center;">Foglio 50 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="796 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 50 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 50 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

5.6 SPECIFIC EMC REQUIREMENTS FOR RECEIVERS

5.6.1 General

This considers only aspects related to radiation in the air-gap.

5.6.2 Out-band Emission

- [REQ 100] The emission from the SSC On-board Reception Equipment shall comply with the applicable emission levels specified in EN 50121-3-2 §7 [Ref. 7] and ETSI EN 300 440 [Ref. 14].

5.6.3 In-band Susceptibility



Shape of noise bursts, time duration, and frequency distribution are among the most prominent features affecting the susceptibility characteristics of the On-board Reception Equipment. They are strongly dependent on the type of electrification and of the electrical/electronic devices in actual use. The noise level in the air-gap zone is generally dependent on the geometry and the position of the possible noise sources (radiating cables, reflecting surfaces, etc.), with respect to the position chosen for the Receiver installation.

No harmonised standards exist to date on this kind of susceptibility issue.

- [REQ 101] The SSC On-board Reception Equipment shall be able to operate compliantly with this Norm, when being exposed to the radiated noise of transient burst nature that is typically present in the air-gap during the normal train operation, due to emission from electrical traction drives, cables, and engines. Therefore, each supplier of On-board Reception Equipment shall responsibly define suitable models representing worst case susceptibility conditions and modes (with reference to the recalled ones) that may be possible within the range of application cases of his commercial interest. The definition of the noise environment and the suitability of the elaborated models are a matter of shared responsibility between suppliers of On-board Reception Equipment, rolling stock devices, and infrastructure devices. Specific compatibility cases may be needed (to be decided on a case by case basis). The supplier of the On-board Reception Equipment shall then coherently prove the fulfilment of the functionality and the availability requirements for the On-board Equipment, as defined in this Norm, by adequate simulation of such worst case susceptibility conditions and modes during functional Laboratory Tests.

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.

	 <p style="text-align: right;">GE Transportation</p>				
<p style="text-align: center;">Direzione Tecnica Direzione NSSO Progetto ATC</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="798 324 1385 387">Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A</td> <td data-bbox="1385 324 1517 427" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Foglio 51 di 51</td> </tr> <tr> <td data-bbox="798 387 1385 427">Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12</td> </tr> </table>		Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 51 di 51	Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12
Codifica RFI: RFI TC.PATC SR AP 02 E01A	Foglio 51 di 51				
Codifica GETS: FFFIS-PRG-SSC-001 REV.12					

[REQ 102] P.M.

5.6.4 Out-band Susceptibility

[REQ 103] Radiated immunity requirements shall comply with the applicable items of table 9 in clause 8 of EN 50121-3-2 [Ref. 7]. (This requirement does not apply for the frequency range ± 500 kHz centred on the Tele-carrying carrier frequency). Radiated immunity requirements shall comply with ETSI EN 300 440 [Ref. 14].

5.7 SPECIFIC ELECTRICAL REQUIREMENTS

[REQ 104] The On-board Reception Equipment shall comply with the applicable electrical requirements of EN 50155 [Ref. 11].

A termine 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

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della GE Transportation Systems SpA e vengono comunicate solo per l'uso per il quale sono state fornite. Questo documento non può essere copiato, né riprodotto, né essere divulgato sotto nessuna forma al di fuori dello scopo per cui esso è stato fornito, salvo valida autorizzazione scritta della GE Transportation Systems SpA.