

Prescrizioni Tecniche per

**RETE RADIO VHF PER SERVIZIO DI RADIO
SOCIALE (2M) E RADIO POLIZIA STRADALE (4M)**

Firenze, 25 febbraio 2019

Rev. 0 del 25/02/19 - pagine 32

D-0000-0004-19 rif.:PT Rete VHF Sociale PS.docx

IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO	
TIPO	Prescrizioni Tecniche
COMMITTENTE	Autostrade // Per L'Italia
UFFICIO	AD.ITS.ITP.IVS
AREA	Impianti Radio
DOCUMENTO ID	Rete radio VHF Sociale e PS
PROTOCOLLO	D-0000-0004-19
REVISIONE	0
LUOGO	FIRENZE
DATA	25/02/2019
NOME FILE	PT Rete VHF Sociale PS.docx

	NOME	DATA	RIFERIMENTO @
REDATTO	Danny Noferi Francesco Trallori	25/02/2019	danny.noferi@autostrade.it frallori@autostrade.it
VERIFICATO	Michele Cinque	03/04/2019	michele.cinque@autostrade.it

STORIA DELLE REVISIONI			
DATA	REVISIONE	DESCRIZIONE	AUTORE
25/02/2019	0	Prima Versione	Danny Noferi, Francesco Trallori

SOMMARIO

1	PREMESSA	5
2	TECNOLOGIA E ARCHITETTURE DI RIFERIMENTO	6
2.1	STANDARD DMR E RETROCOMPATIBILITÀ	6
2.2	DEFINIZIONI	6
2.3	DORSALE DI INTERCONNESSIONE	7
2.4	DORSALE DI INTERCONNESSIONE INTERNA ALLE GALLERIE	8
2.5	RICONFIGURAZIONE DELLA RETE	8
2.6	LOGICA DI CONTROLLO	8
2.7	ALIMENTAZIONE	9
2.8	POTENZA E FREQUENZE DI LAVORO	9
3	REQUISITI DI RETE	10
3.1	TOPOLOGIA DI RETE	10
3.2	CONNESSIONE CON LA SALA OPERATIVA	10
3.3	COLLEGAMENTO DA UTENTE PERIFERICO VERSO SRB	10
3.4	COLLEGAMENTO DA SRB VERSO UTENTE PERIFERICO	11
3.5	COLLEGAMENTI FRA UTENTI	12
3.6	ALLARMI E SEGNALAZIONI DI RETE	12
3.6.1	<i>Modalità Analogica</i>	12
3.6.2	<i>Modalità digitale</i>	13
4	REQUISITI DI STAZIONE RADIO BASE	14
4.1	COMPONENTI DI UNA STAZIONE	14
4.1.1	<i>Complesso di canale isofrequenziale</i>	14
4.1.2	<i>Complesso di interfacciamento alla dorsale di interconnessione</i>	14
4.1.3	<i>Complesso logica di gestione per stazioni in 1+1</i>	14
4.1.4	<i>Complesso logica di gestione Master di backup</i>	14
4.1.5	<i>Complesso di sincronizzazione di sito</i>	14
4.1.5.1	Complesso di sincronizzazione ed equalizzazione per stazioni senza GPS	15
4.1.6	<i>Posto Operatore Locale di Stazione</i>	15
4.1.7	<i>Posto Operatore Remoto</i>	16
4.1.8	<i>Stazione di energia</i>	16
4.1.8.1	Modulo di alimentazione	16
4.1.8.2	Batterie	17
4.2	CARATTERISTICHE FUNZIONALI DI RIFERIMENTO	18
4.2.1	<i>Caratteristiche generali</i>	18
4.2.1.1	Condizioni ambientali	18
4.2.1.2	Condizioni di alimentazione	18
4.2.1.3	Funzionamento duplex	18
4.2.1.4	Tipo di modulazione	18
4.2.1.5	Banda BF	18
4.2.1.6	Deviazione di frequenza	18
4.2.1.7	Livello nominale d'uscita BF	19
4.2.1.8	Impedenza d'ingresso RF in ricezione	19
4.2.1.9	Impedenza d'ingresso e d'uscita in BF	19
4.2.1.10	Oscillatore principale di stazione	19
4.2.1.11	Dispositivo automatico di equalizzazione	19
4.2.2	<i>Caratteristiche del trasmettitore</i>	20
4.2.2.1	Stabilità di frequenza in trasmissione	20
4.2.2.2	Protezione del trasmettitore contro forti disadattamenti sul circuito d'uscita	20
4.2.2.3	Potenza sul canale adiacente	20
4.2.2.4	Irradiazioni non essenziali	20

4.2.2.5	Protezione al canale utile	20
4.2.2.6	Bloccaggio o desensibilizzazione del ricevitore	21
4.2.2.7	Distorsione armonica in trasmissione	21
4.2.2.8	Rumore proprio del trasmettitore.....	21
4.2.2.9	Intermodulazione del trasmettitore.....	21
4.2.2.10	Fedeltà di trasmissione	21
4.2.2.11	Linearità in trasmissione	21
4.2.2.12	Caratteristiche di limitazione del modulatore del trasmettitore	21
4.2.3	<i>Caratteristiche del ricevitore</i>	21
4.2.3.1	Sensibilità del ricevitore	21
4.2.3.2	Risposta in ampiezza del limitatore del ricevitore.....	22
4.2.3.3	Indicazione della portante.....	22
4.2.3.4	Selettività sul canale adiacente	22
4.2.3.5	Protezione contro le risposte parassite.....	22
4.2.3.6	Protezione da intermodulazione	22
4.2.3.7	Desensibilizzazione Rx in funzione duplex.....	22
4.2.3.8	Fedeltà di ricezione	22
4.2.3.9	Distorsione armonica in ricezione	22
4.2.3.10	Rumore del ricevitore	22
4.2.3.11	Irradiazioni parassite.....	23
4.3	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	23
4.3.1	<i>Generalità</i>	23
4.3.2	<i>Connessioni</i>	23
4.3.3	<i>Indicatori luminosi</i>	23
4.3.4	<i>Armadio apparecchiature</i>	24
4.3.5	<i>Protezione degli apparati contro le sovratensioni e le sovracorrenti</i>	24
4.3.6	<i>Collegamento a massa - morsetto di terra</i>	24
4.3.7	<i>Standard meccanico</i>	24
5	ALLARMI E TELECONTROLLO DEL SISTEMA	25
6	CONDIZIONI DI FORNITURA	26
6.1	PRESCRIZIONI GENERALI RF E FREQUENZE DI LAVORO	26
6.2	CORSI DI FORMAZIONE	26
6.3	CERTIFICAZIONI, MANUALISTICA E DOCUMENTAZIONE.....	27
6.4	COLLAUDO IN FABBRICA	27
6.4.1	<i>Elenco delle prove di accettazione</i>	27
6.5	COLLAUDO IN SITO	28
6.5.1	<i>Elenco delle prove di accettazione</i>	28
6.6	RESPONSABILITÀ DELLA CONTRAENTE	29
7	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	30
	ALLEGATO I – MATRICE DI CONFORMITÀ	31
	BIBLIOGRAFIA	32

1 PREMESSA

La rete di radiocomunicazione di Autostrade per l'Italia è costituita da reti a raso in isofrequenza e da sistemi di altura in gamma VHF per i servizi relativi al canale Sociale e alla Polizia Stradale. Il servizio permette le comunicazioni tra il personale operativo in strada e il personale dei centri di controllo, al fine di coordinare le operazioni ordinarie (es. manutenzioni) e straordinarie (es. incidenti).

Sono oggetto del presente Capitolato le stazioni radio base per la diffusione del segnale e tutti i componenti necessari all'interconnessione tra le reti e le centrali di controllo. Lo scopo della presente specifica tecnica è quello di stabilire le norme e le caratteristiche tecniche, elettriche e meccaniche degli apparati.

2 TECNOLOGIA E ARCHITETTURE DI RIFERIMENTO

2.1 STANDARD DMR E RETROCOMPATIBILITÀ

La tecnologia di riferimento per le reti isofrequenziali ASPI è lo standard digitale europeo DMR – Digital Mobile Radio [1] Tier II, definito dalle specifiche tecniche ETSI TR 102 398 [2] e ETSI TS 102-361 p1-4 [3] [4] [5] [6], che garantisce un netto miglioramento della capacità di traffico, grazie alla gestione TDMA (Time Division Multiplexing Access) che consente di attuare due comunicazioni digitali contemporanee sullo stesso canale radio con canalizzazione a 12,5kHz.

La soluzione proposta dovrà altresì consentire la gestione trasparente all'utente di comunicazioni radio in modalità "dual-mode" automatica, ossia che utilizzano sia la modulazione digitale 4FSK@9,6kbit/s che la modulazione analogica FM.

La gestione della fonia analogica è di fondamentale importanza per garantire la massima interoperabilità con il vasto parco di apparati terminali analogici oggi in esercizio.

2.2 DEFINIZIONI

Vengono di seguito riportate alcune definizioni generali relative al servizio e agli apparati inerenti alla rete richiesta. A tali definizioni si farà riferimento nel seguito del presente Capitolato.

Rete isofrequenziale - Una rete isofrequenziale è una rete radiomobile nella quale tutte le stazioni ripetitrici necessarie per la copertura del territorio operano sullo stesso canale. In una rete isofrequenziale il collegamento fra due utenti serviti da ripetitori diversi utilizza un medesimo canale radio. Tutti i ripetitori operanti sul medesimo canale sono contemporaneamente in emissione per diffondere sul territorio il segnale fonia o dati emesso da un utente mobile (o da postazione fissa collegata alla rete).

Segnalazioni – Con il termine segnalazioni si intendono le informazioni che vengono scambiate nell'ambito della rete isofrequenziale fra gli utenti mobili e le stazioni ripetitrici e tra queste ultime e la Sala Operativa, per l'impegno e la tenuta del canale RF nella trasmissione della fonia e dei dati.

Sistema d'antenna - Indica il complesso costituito dalle unità circuitali che consentono di accoppiare i ricetrasmittitori ad una o più antenne e/o cavi fessurati.

Dorsale di interconnessione - È il sistema di trasmissione che consente il trasferimento dei segnali di traffico e di governo della rete fra le diverse stazioni ripetitrici. Le stazioni possono essere collegate con topologia lineare, a stella oppure mista.

I segnali di traffico confluiscono ad una stazione ripetitrice detta *master*, la quale provvede a inoltrarli unidirezionalmente a tutte le stazioni ripetitrici della rete per la loro re-irradiazione.

Stazione radio base (SRB) – La SRB (o *ripetitore*) è il complesso delle apparecchiature che realizzano la copertura di una certa area con un certo numero di canali RF. Essa comprende al

minimo un ricetrasmittitore diffusore per ogni canale RF, i relativi moduli di governo e di interfaccia verso il sistema di interconnessione e il complesso dei sistemi d'antenna.

Stazione capomaglia – È la stazione radio base responsabile dell'interconnessione fisica della rete con le sale operative. Può non essere diffondente.

Stazione master - È la stazione radio base nella quale viene effettuata la richiusura (fisica o logica) dei due sensi di trasmissione della dorsale di interconnessione. Tale richiusura definisce la stazione master come origine della rete per i segnali che devono essere irradiati da parte di tutte le stazioni ripetitrici della rete. Essa viene scelta in sede di progettazione d'impianto a seconda della logica e dell'architettura della rete, in aggiunta alla stazione master principale devono essere previste altre configurazioni di backup, al fine di garantire le funzionalità della rete anche in caso di interruzione di dorsale o di disservizi presso la stazione master designata.

2.3 DORSALE DI INTERCONNESSIONE

I sistemi radio oggetto della presente fornitura dovranno interfacciarsi alla rete ASPI sia per il trasporto dei segnali BF che per la parte di monitoraggio/gestione remota degli apparati.

La rete di trasporto e accesso ASPI è una rete Giga Ethernet basata su protocollo TCP/IP. I vari nodi sono connessi tra loro mediante link di livello 3. Non sono supportati protocolli multicast di sincronizzazione specifica, tranne nelle gallerie di lunghezza significativa (si veda il paragrafo 2.4). Non sono previste politiche specifiche di prioritizzazione del traffico radio. Non sono supportate modalità di distribuzione pacchetti multicast tra le varie stazioni radio base; il flusso dati (voce e segnalazioni) deve essere di tipo unicast.

ASPI renderà disponibile nei siti di installazione dei sistemi radio un'interfaccia rame 10/100Mbit/s per ciascuna stazione radio base.

Il trasporto dei dati sulla rete ASPI deve avvenire mediante protocolli standard. In particolare, il traffico generato dai sistemi radio per la parte relativa ai canali BF deve poter essere identificato e marcato fin dalla sorgente con i TAG standard previsti (TOS e DSCP); deve poter operare anche con TAG a livello di VLAN, se richiesto. I valori devono poter essere configurati secondo le specifiche di ASPI. Stessi requisiti devono essere rispettati dal traffico relativo al sistema di monitoraggio/gestione remota degli apparati.

In nessun caso devono essere previsti vincoli relativi alla configurazione delle macchine di rete (ad es. su indirizzi e VLAN).

In base alle condizioni di traffico, al carico della rete e alla disponibilità di più percorsi, il flusso dati (sia BF che monitoraggio/gestione) potrà attraversare macchine IP diverse (per tipologia e numero) nel corso del normale funzionamento: il sistema radio deve poter funzionare correttamente, dal punto di vista della sincronizzazione delle stazioni, anche durante tali variazioni della rete di trasporto e accesso.

I protocolli utilizzati per il trasporto su IP della parte BF dovranno limitare la dimensione dei pacchetti in modo da ottenere una occupazione di banda Ethernet pari ad un valore inferiore od uguale a 2 volte la dimensione del singolo canale voce, ovvero una banda massima di 128kbps.

2.4 DORSALE DI INTERCONNESSIONE INTERNA ALLE GALLERIE

Nelle gallerie dove gli apparati radio sono installati all'interno dei bypass o di apposite sale apparati, non c'è disponibilità di GPS per la sincronizzazione. In tali situazioni, i sistemi radio dovranno sincronizzarsi tra loro attraverso il protocollo 1588v2 PTP – Precision Time Protocol. In particolare, in relazione a questo protocollo, i sistemi radio dovranno poter supportare la configurazione di un numero variabile di pacchetti di sincronizzazione per secondo al fine di permettere le necessarie regolazioni in funzione del carico degli switch.

Dovrà essere possibile anche riutilizzare lo stesso segnale di sincronizzazione per l'impiego di futuri sistemi.

Per quanto riguarda la configurazione dei domini, deve poter essere possibile 'legare' una stazione radio base interna ad un gruppo di altre e devono essere possibili architetture gerarchiche per scegliere una stazione responsabile del sincronismo di un gruppo di stazioni.

2.5 RICONFIGURAZIONE DELLA RETE

Poiché il sistema di interconnessione tra le stazioni è costituito da una dorsale che prevede il reinstradamento automatico in caso di guasto, il sistema isofrequenziale dovrà automaticamente adattarsi alla nuova configurazione di rete.

Nel caso si verifichi l'interruzione della continuità della dorsale impiegata per l'interconnessione dei diffusori, è richiesto che la rete si equalizzi in modo automatico affinché sia garantita la medesima qualità nelle aree di sovrapposizione afferenti all'interruzione della dorsale.

I servizi relativi ai tratti a monte e a valle dell'interruzione non devono subire degrado della qualità; gli apparati dovranno riconfigurarsi automaticamente garantendo su tutta la rete la stessa qualità dei collegamenti del sistema originale, compreso il tratto autostradale coperto dalle stazioni a valle e a monte della rottura.

Le logiche di riconfigurazione devono comprendere anche meccanismi di backup delle funzionalità della stazione master: è richiesto che, nel caso di indisponibilità della master principale, altre stazioni (dette master secondarie o master di backup) siano in grado di assumere il ruolo di master e svolgerne le funzioni in maniera completamente trasparente per le altre stazioni radio base.

2.6 LOGICA DI CONTROLLO

Le stazioni ripetitrici devono essere equipaggiate con una logica di controllo in grado di gestire tutti i criteri che definiscono gli stati del canale e le configurazioni della stazione per il corretto funzionamento della rete. Vengono qui elencati alcuni dei comandi e dei criteri che il software di gestione equipaggiato nella logica di controllo deve realizzare.

- **Comando abilitazione/disabilitazione trasmettitore/ricevitore:** è il comando che abilita l'emissione/ricezione della portante radio da parte della stazione.
- **Comando abilitazione/disabilitazione canale fonia:** è il comando che abilita l'emissione della fonia da parte della stazione.
- **Impegno radio:** è un criterio logico disponibile come criterio di impegno della rete ogni

qualvolta una conversazione viene diffusa in rete impegnando il canale radio.

- **Impegno stazione:** segnala alla logica di controllo la presenza di un segnale analogico a radiofrequenza in grado di sbloccare il circuito di squelch del ricevitore con presenza di tono sub-audio valido; è un indice del tempo di accesso valido da broadcast alla stazione in esame.
- **Campo interferente:** segnala alla logica di controllo la presenza di un segnale analogico a radiofrequenza in grado di sbloccare il circuito di squelch del ricevitore senza la presenza di tono sub-audio valido; è un indice del tempo di accesso non valido da broadcast alla stazione in esame.

2.7 ALIMENTAZIONE

Nei siti dove andranno allocate le nuove apparecchiature è presente la tensione di rete 230Vac. Gli apparati dovranno avere un proprio sistema di alimentazione 230Vac/12Vdc, da allocarsi nell'armadio apparecchiature. Le batterie dovranno essere dimensionate per garantire il funzionamento della stazione per almeno 4 ore in caso di assenza della rete 230Vac.

2.8 POTENZA E FREQUENZE DI LAVORO

La potenza trasmissiva deve essere regolabile fino a 25W. Gli apparati ricetrasmittenti dovranno essere in grado di operare nelle seguenti canalizzazioni:

radio canale Sociale in gamma VHF 168 -173Mhz (canalizzazione 12.5kHz)

<i>Canale</i>	<i>Frequenza Rx (MHz)</i>	<i>Frequenza Tx (MHz)</i>
F1	168.025	172.625
F2	168.075	172.675
F3	168.225	172.825
F4	168.250	172.850
F5	168.275	172.875

radio canale Polizia Stradale in gamma VHF 76 - 79Mhz (canalizzazione 25kHz)

<i>Canale</i>	<i>Frequenza Rx (MHz)</i>	<i>Frequenza Tx (MHz)</i>
F1 66.10	76.950	78.350
F2 67.11	76.975	78.375
F3 68.12	77.000	78.400
F4 69.13	77.025	78.425
F5 70.14	77.050	78.450

Le frequenze di lavoro effettive saranno comunicate in occasione dei collaudi in fabbrica degli apparati.

3 REQUISITI DI RETE

La rete isofrequenziale oggetto del presente Capitolato ha come fine primario lo svolgimento del servizio di radiotelefonía mobile monocanale in semplice. Essa dovrà garantire un elevato grado di affidabilità e la migliore utilizzazione dello spettro delle frequenze.

La rete dovrà permettere le comunicazioni fra utenti comunque allocati all'interno della sua area di copertura e deve poter essere impiegata in qualunque tipo di servizio di fonía e/o dati.

La rete sarà formata da più stazioni ripetitrici, fra loro connesse mediante una dorsale di interconnessione che consentirà il trasferimento dei segnali di traffico e di gestione della rete.

Le stazioni ripetitrici dovranno realizzare la diffusione simultanea ed isofrequenziale di segnali a radiofrequenza modulati FM (da fonía o dati), quando la rete funziona in modalità analogica, oppure modulati 4FSK (da fonía o dati), quando la rete funziona in modalità digitale secondo lo standard DMR. La fonía e/o i dati tipicamente provengono da apparati di utente o da posti operatore remoti.

Il sistema deve poter funzionare a portanti comandate o fisse.

3.1 TOPOLOGIA DI RETE

La topologia di una rete isofrequenziale è caratterizzata dalla dislocazione (fisica e logica) delle stazioni ripetitrici che realizzano la copertura di una determinata area e dalla loro interconnessione.

La rete dovrà essere in grado di riconfigurarsi in modo automatico in caso di guasto o di interruzione del collegamento di dorsale e dovrà essere dotata di dispositivi di equalizzazione in grado di garantire automaticamente l'equalizzazione bidirezionale dei segnali. Dovrà inoltre essere possibile configurare due o più stazioni ripetitrici come stazioni master di backup, alle quali possano attestarsi le stazioni collegate in IP in caso di guasto della stazione master principale.

Dal punto di vista della sincronizzazione, là dove sia necessario ricorrere all'impiego del protocollo 1588v2, deve essere possibile configurare diversi domini per la sincronizzazione.

In particolare, deve poter essere individuato un sottogruppo di stazioni radio base satellite prive di visibilità GPS da associare ad una stazione radio base satellite con visibilità GPS che per il gruppo diventi (dal punto di vista del timing) la sorgente di clock mediante 1588v2. Non devono esserci limiti al numero di sottogruppi gestibili.

3.2 CONNESSIONE CON LA SALA OPERATIVA

Le reti radio oggetto del presente Capitolato sono connesse con una sala operativa che ha funzione di controllo e di coordinamento degli utenti della rete stessa. Tale collegamento è garantito da una stazione ubicata presso la Direzione di Tronco (stazione capomaglia).

La stazione capomaglia è richiesta con equipaggiamenti in configurazione 1+1, che prevedano le funzioni di interfaccia con le centrali operative (ASPI e PS). Generalmente è presente una sezione denominata Radio Network Front End (RNFE) ed una matrice audio analogica con interfacce 4 fili + E/M per collegare l'RNFE al sistema di gestione radiofonico costituito da consolle analogiche con PTT & MIC (posizionati in sala radio).

3.3 COLLEGAMENTO DA UTENTE PERIFERICO VERSO SRB

Il segnale irradiato da un generico terminale può interessare più stazioni ripetitrici; per un

corretto funzionamento isofrequenziale, il segnale che viene re-irradiato da tutte le stazioni ripetitrici deve essere unico.

I segnali che entrano in rete possono essere di tipo analogico oppure digitale.

La scelta del miglior segnale analogico viene effettuata da un dispositivo (voting) in grado di scegliere il segnale con il miglior rapporto S/N (signal/noise) fra quelli disponibili. In una topologia di rete lineare, ciascuna stazione opera in locale la scelta del segnale “migliore di stazione” che viene inviato alla stazione a monte. Il segnale scelto dall’ultima stazione diventa il segnale “migliore di sistema” e viene inviato ai trasmettitori di tutti i diffusori circolari.

In una topologia a stella, ogni stazione impegnata invia il segnale alla master che opera il voting e ridiffonde quello migliore.

Essendo l’apparato terminale in movimento la stazione che riceve meglio ad un dato istante può essere poco dopo in ombra, da qui la necessità di operare il voting in modo automatico, continuo e in tempo reale. La scelta del miglior segnale analogico dovrà avvenire per una variazione maggiore di 3 dB tra i SINAD misurati.

Analogamente, la funzione del voting digitale è quella di selezionare un solo pacchetto DMR tra tutti quelli ricevuti, con la frequenza di un pacchetto ogni 30 ms. La selezione viene operata secondo i seguenti criteri:

- si seleziona il pacchetto che presenta la più bassa probabilità di errore sul simbolo (valutando l’error vector);
- in presenza di due o più pacchetti a pari priorità, seleziona il pacchetto che presenta l’affidabilità più elevata;
- se ci sono due o più pacchetti con stessa priorità e affidabilità si seleziona il primo pacchetto ricevuto in ordine temporale.

Dopo aver effettuato la selezione del pacchetto DMR, il voting digitale scarta eventuali pacchetti provenienti da altri tributari nei successivi 30 ms.

3.4 COLLEGAMENTO DA SRB VERSO UTENTE PERIFERICO

Nei collegamenti da stazione ripetitrice verso l’utente periferico il funzionamento isofrequenziale deve essere garantito da una corretta gestione sia del segnale RF che del segnale di modulazione dei trasmettitori. In particolare, devono essere gestiti i seguenti aspetti:

- a) **portanti RF irradiate dai trasmettitori delle diverse stazioni ripetitrici** - la stabilità e la precisione necessarie a mantenere la frequenza dei segnali RF irradiati entro le tolleranze richieste per un corretto funzionamento isofrequenziale, devono essere ottenute come di seguito specificato:
 - sincronismo principale: mediante l’impiego di stazioni in grado di sincronizzarsi ad un unico segnale di riferimento a loro fornito basato sul sistema GPS e mediante l’impiego del protocollo PTP IEEE 1588v2 per le stazioni collocate all’interno delle gallerie.
 - sincronismo di back-up: mediante l’impiego di oscillatori ad alta stabilità tra loro indipendenti, uno per ogni stazione di diffusione.
- b) **Segnali di modulazione dei trasmettitori delle diverse ripetitrici** - i segnali che modulano i trasmettitori delle varie stazioni ripetitrici devono essere tra loro equalizzati in fase ed ampiezza. L’equalizzazione di fase nelle diverse tratte della dorsale di interconnessione dovrà essere realizzata come di seguito descritto:
 - si assume per definizione come origine della rete una determinata stazione ripetitrice (qualificata per definizione come stazione più a Ovest e definita stazione capomaglia

- nominale);
- le differenti lunghezze delle tratte di collegamento fra i ripetitori introdurranno ritardi differenti nella trasmissione del segnale; inoltre, essendo i ripetitori geograficamente in cascata, il ritardo introdotto da ogni tratta andrà a sommarsi a quello della successiva;
 - questi ritardi e quelli relativi alla equalizzazione delle zone equi campo in ridiffusione, dovranno essere compensati con dispositivi di equalizzazione quale l'equalizzatore di dorsale (dove il segnale da ridiffondere in rete subisce un ritardo sia dovuto alla tratta di collegamento tra una stazione e l'altra sia al tempo di attraversamento di ogni singola stazione).
 - Per compensare questi ritardi, ogni stazione sarà equipaggiata di un dispositivo che permetterà di effettuare una equalizzazione sia in fase che in ampiezza e tramite l'equalizzazione di ridiffusione per equalizzare zone specifiche dell'area di ridiffusione (tipicamente zone equi campo) mediante semplice impostazione della distanza (a passi minimi di 1Km) della stazione dalla zona da equalizzare.

3.5 COLLEGAMENTI FRA UTENTI

La conversazione a canale aperto si svolge in simplex ed è regolata dall'azionamento del tasto parla/ascolta (PTT) dell'apparato veicolare.

Alternativamente l'apparato terminale è in grado di effettuare chiamate selettive in fonia o dati secondo lo standard digitale DMR.

3.6 ALLARMI E SEGNALAZIONI DI RETE

3.6.1 Modalità Analogica

Sono utilizzati due tipologie di segnalazione:

- segnali per la gestione del sistema isofrequenziale (superaudio);
- segnali fra apparati di utente e struttura fissa della rete (subaudio).

Ogni stazione ripetitrice deve essere equipaggiata con una logica di controllo cui spetta la gestione di tutti i criteri che definiscono gli stati del canale e le configurazioni della stazione stessa per il corretto funzionamento della rete.

Le segnalazioni di gestione devono essere realizzate mediante toni in banda superaudio da 300÷3400Hz (la banda di fonia utilizza le frequenze da 300÷3100Hz). Lo scopo e la designazione di tali segnalazioni è sotto riportato.

- a) **Impegno rete da utente terminale: criterio M** - È generato nell'unità logica di una stazione in funzionamento analogico durante la ricezione di campo da parte di un utente radio-mobile. Permette l'attivazione del sistema di voting della stazione ripetitrice posta immediatamente a monte della dorsale.
- b) **Trasmissione rete: criterio E** - È generato dalla stazione capo maglia in funzionamento analogico. Consente di mettere in trasmissione simultaneamente tutti i trasmettitori della rete.
- c) **Continuità di dorsale** - Ha come scopo la gestione della riconfigurazione della rete in due tronconi separati in caso di interruzione del collegamento di dorsale fra due stazioni.
- d) **Portante di inversione di banda** - Serve per trasmettere correttamente il segnale sulla dorsale di interconnessione.
- e) **Sincronismo di back-up** - serve a garantire il sincronismo di rete anche in caso di

indisponibilità o guasto della sorgente di sincronismo principale.

Le segnalazioni subaudio sono realizzate con toni continui sul collegamento radiomobile e costituiscono la chiave di accesso alla rete, quando funzionante in modalità analogica. L'unità di canale deve disporre dei circuiti relativi alla rivelazione dei toni subaudio analogici per l'accesso in rete da parte degli utenti.

3.6.2 Modalità digitale

Fare riferimento allo standard DMR [2] [3] [4] [5] [6].

4 REQUISITI DI STAZIONE RADIO BASE

Il presente capitolo ha lo scopo di fornire la descrizione generale, la composizione e le caratteristiche particolari delle apparecchiature radio che vengono impiegate nella realizzazione di stazioni ripetitrici atte a funzionare in una rete isofrequenziale.

4.1 COMPONENTI DI UNA STAZIONE

4.1.1 Complesso di canale isofrequenziale

È il complesso che governa l'emissione radio, l'isofrequenza e l'instradamento dei segnali utili (fonia/dati) e delle segnalazioni super-audio da/verso il sistema di interconnessione.

Il ricetrasmittitore ed i filtri di duplexer ed i branching d'antenna possono essere parte del complesso.

Il ricetrasmittitore di tipo sintetizzato deve poter funzionare su ciascun canale scelto tra una gamma prestabilita senza necessità di nuova taratura. La scelta (nella banda di frequenza) deve poter avvenire sia tramite posto operatore locale (o analogo dispositivo a vista dell'operatore) sia da remoto tramite il sistema di supervisione.

4.1.2 Complesso di interfacciamento alla dorsale di interconnessione

È il complesso che realizza la funzione di interfaccia di stazione verso la dorsale di interconnessione. Deve prevedere al suo interno i circuiti di protezione di equalizzazione di ampiezza e di controllo automatico di livello.

L'unità dovrà prevedere una interfaccia di tipo IP per servizio.

4.1.3 Complesso logica di gestione per stazioni in 1+1

Le stazioni radio base sono richieste equipaggiate di logica per la gestione delle configurazioni 1+1, che prevedono l'utilizzo di due stazioni radio base con le parti radio di ridiffusione collegate tramite ibrido RF ad un unico sistema d'antenna.

4.1.4 Complesso logica di gestione Master di backup

Ciascuna stazione radio base deve essere equipaggiata di logica per la gestione della funzionalità master di backup. Tale funzionalità prevede che le stazioni radio base all'accensione si colleghino alla stazione master, che comunicherà loro l'indirizzo IP della stazione master di backup. Le stazioni radio base dovranno mantenere con la stazione master di backup un collegamento a basso traffico in modo da poter essere gestite da quest'ultima in caso di guasto della stazione master.

Ciascuna stazione radio base deve poter essere configurata come master di backup, e in ciascuna rete radio devono poter esistere più di un master di backup, ciascuno con differente priorità.

4.1.5 Complesso di sincronizzazione di sito

Il complesso sistema di antenna GPS di sito dovrà essere composto da doppia antenna GPS. La stazione radio base presente in sito deve essere equipaggiata di un doppio ricevitore GPS in

configurazione 1+1; le due antenne GPS saranno collegate ai due ricevitori di stazione, affinché, anche in presenza del guasto di un ricevitore, la stazione continui a ricevere il segnale GPS tramite l'altra antenna.

Il sistema dovrà altresì comprendere i necessari cavi coassiali RG223 con connettori SMA per codini di collegamento alla stazione isofrequenziale e alle antenne GPS.

Le antenne devono essere progettate per operare in esterno h24 ed essere protette da una cupola resistente alle intemperie, alle alte temperature, alla radiazione ultravioletta e all'ambiente salino. Alla base della cupola protettiva deve essere presente il connettore, tipo N o TNC, posizionato all'interno in modo da proteggere il punto di connessione dalle infiltrazioni. Devono essere fornite complete della staffa di fissaggio a palo o su fabbricato e della bulloneria necessaria in acciaio inox.

Caratteristiche elettriche/radioelettriche

– GNSS	GNSS-1, GNSS-2
– Polarizzazione	circolare
– VSWR	< 2,0
– Impedenza	50 Ω
– Guadagno	> 30 dB
– Tensione di alimentazione	3,3 – 12 Vcc / 30mA max
– Pattern	360° (piano orizzontale), 90° (piano verticale)

Caratteristiche meccaniche

– Dimensioni	Ø 80 mm, h 70 mm
– Peso	200 g
– Connessione	N o TNC femmina
– Materiale	base di alluminio e cupola plastica
– Resistenza all'azione del vento	fino a 180 km/h
– Montaggio	a tubo

Caratteristiche ambientali

– Temperatura di esercizio	-40 °C +75 °C
----------------------------	---------------

4.1.5.1 Complesso di sincronizzazione ed equalizzazione per stazioni senza GPS

Il complesso di sincronizzazione ed equalizzazione per stazioni senza GPS prevede l'utilizzo della dorsale LAN per il trasporto dei segnali di sincronismo ed è basato sul protocollo PTP IEEE-1588v2. Le stazioni radio base previste all'interno delle gallerie devono prevedere questa tipologia di sincronismo.

4.1.6 Posto Operatore Locale di Stazione

Ciascuna stazione dovrà essere dotata di interfaccia uomo – macchina (Man Machine Interface - MMI) comprendente un display alfanumerico e una tastiera per la configurazione dei principali parametri dell'apparato e per effettuare la misurazione dei principali parametri radioelettrici.

Ogni stazione radio base deve essere munita di posto operatore locale che consenta la comunicazione con la sala operativa e con gli utenti periferici, allo scopo di agevolare le operazioni

manutenzione e per le condizioni di emergenza su autostrada.

Il posto operatore locale di ciascuna stazione radio base presente nel sito deve essere provvisto di una sezione audio locale, con altoparlante e microfono con PTT per consentire comunicazioni di servizio in modalità analogica a canale aperto e di vocoder AMBE+2 per realizzare chiamate in modalità digitale secondo lo standard DMR.

Da tale posto operatore dovrà essere possibile effettuare comunicazioni sia in rete che in locale, ovvero senza che la stazione interferisca con le altre stazioni della rete.

Il funzionamento del posto operatore deve essere quindi garantito anche con la stazione ripetitrice scollegata dalla rete IP.

Non sono accettate soluzioni che prevedono:

- componenti non di tipo industriale;
- componenti non nativi e in associazione a qualsivoglia dispositivo esterno;
- componenti con SW/FW non industriali e/o che richiedono aggiornamenti tramite Internet.

4.1.7 Posto Operatore Remoto

Ogni stazione radio base deve essere dotata di interfaccia a 4 fili + E/M, per la gestione della fonia con funzione di POR – Posto Operatore Remoto. Il POR dovrà essere gestito con priorità, ossia come utente preferenziale, e dovrà quindi potersi sovrapporre ad una eventuale conversazione già in corso.

4.1.8 Stazione di energia

Presso ciascun sito sarà presente una sorgente di energia in corrente alternata; la fornitura, per ogni stazione radio base, dovrà comprendere apposita stazione di energia composta da modulo di alimentazione 230Vac/12Vcc, pacco batterie di emergenza e caricabatterie, da allocarsi nell'armadio apparecchiature. La stazione di energia deve essere fornita su di una meccanica idonea all'installazione all'interno dell'armadio rack 19" (lo stesso che ospita anche le apparecchiature delle stazioni radio base). Il raffreddamento deve essere di tipo naturale senza ventole.

Deve essere previsto un quadro di distribuzione, fornito completo dei seguenti componenti minimi:

- n.1 interruttore magnetotermico bipolare generale per la protezione e il sezionamento della linea di alimentazione a tensione di rete, adeguatamente dimensionato dotato del contatto ausiliario per la segnalazione dello stato dell'interruttore;
- n.1 interruttore di protezione e sezionamento del circuito di batteria, adeguatamente dimensionato e dotato del contatto ausiliario per la segnalazione dello stato dell'interruttore;
- n.1 interruttore di protezione e sezionamento distinto per ciascun carico, adeguatamente dimensionato e dotato del contatto ausiliario per la segnalazione dello stato dell'interruttore;
- n.1 interruttore di protezione e sezionamento di scorta e dotato del contatto ausiliario per la segnalazione dello stato dell'interruttore;
- n.1 morsettiera di attestazione dei circuiti e dei segnali.

4.1.8.1 Modulo di alimentazione

È richiesto un sistema di alimentazione in corrente continua sviluppato per il settore delle telecomunicazioni, di tipologia modulare; oltre a convertire la tensione di rete a corrente alternata, la stazione di energia deve garantire la continuità d'esercizio alla stazione radio base per almeno 4 ore. La stazione di energia deve essere in tecnologia switching, composta da almeno tre moduli raddrizzatori 230Vca/12Vcc 300W con corrente d'uscita 10 A. La stazione deve essere protetta da un interruttore magnetotermico bipolare presente nel quadro di distribuzione e deve alimentare i carichi e il gruppo di accumulatori attraverso distinti interruttori di protezione e sezionamento opportunamente dimensionati. Deve essere dotata di un sistema di protezione LVD (Low Voltage Disconnect) in grado di aprire il circuito di batteria in assenza della tensione di rete e al raggiungimento di una tensione minima di batteria impostabile ma capace di richiudersi autonomamente al ripristino della tensione di rete.

Devono essere rispettate e certificate con adeguati documenti la compatibilità elettromagnetica CISPR 022, EN 55022, IEC 1000-3-2 la sicurezza elettrica EN 60950 e la marcatura CE.

Per il telecontrollo delle stazioni di energia è richiesto un modulo controllore programmabile sviluppato con tecnologia a microprocessore e dotato di un display LCD e di una tastiera a pulsanti per la programmazione dei parametri e di una serie di led per la segnalazione locale degli stati e degli allarmi. Il modulo controllore deve essere in grado di controllare i raddrizzatori, gli accumulatori e i sensori di temperatura.

4.1.8.2 Batterie

Il gruppo batterie deve essere composto da almeno 2 monoblocchi 12V 60Ah e deve essere alloggiato all'interno del vano dedicato nella stazione di energia. Il vano batterie deve essere corredato di un sensore termico che deve riportare al controllore programmabile il valore della temperatura ambiente del vano per effettuare la compensazione termica in fase di carica.

La singola batteria deve essere per utilizzo stazionario e per telecomunicazioni, contraddistinta da lunga durata (12 anni); deve essere realizzata in tecnologia ad elettrolito assorbito AGM regolata da valvola (VRLA), ermetica senza manutenzione. La batteria deve avere accesso frontale, realizzata con piastre impastate, con griglie realizzate in lega Pb/Ca/Sn, elettrolita completamente assorbito in separatori in fibra di vetro ad elevatissima microporosità, contenitore e coperchio in ABS ritardante la fiamma secondo normative IEC 707 FV0 e UL 94 V0, contenitore e coperchio termosaldati, equipaggiata con valvole di sicurezza unidirezionali per permettere ai gas in eccesso di uscire in caso di sovraccarica

Caratteristiche elettriche

Tensione	12 V (nominale)
Capacità	60 Ah @ 20 °C, 1,80 V/el in 10 ore
Resistenza interna	≤ 6,3 mΩ (IEC 60896 21-22)
Autoscarica	< 2%

Caratteristiche meccaniche

Dimensioni	105x280x260 mm (L x P x A), indicative
------------	--

Conformità, certificazioni e omologazioni

- Requisiti per batterie VRLA CEI IEC 60896 Parte 22

- Test per batterie VRLA CEI IEC 60896 Parte 21
- Classificazione VRLA BS 6290 Parte 4
- UL
- EUROBAT "Long Life" (12 anni)

4.2 CARATTERISTICHE FUNZIONALI DI RIFERIMENTO

4.2.1 Caratteristiche generali

4.2.1.1 Condizioni ambientali

La stazione radio base deve essere in grado di operare nelle seguenti condizioni ambientali:

- temperatura di funzionamento $-30^{\circ} \div +60^{\circ}\text{C}$
- umidità relativa
 - o campo nominale: $20\% \div 75\%$
 - o campo esteso: 90% per $T < 50^{\circ}\text{C}$ senza condensazione

4.2.1.2 Condizioni di alimentazione

Le condizioni di alimentazione di apparato, salvo diversa indicazione, devono essere quelle riportate nel seguito:

- sorgente di energia in corrente alternata presente nel luogo di installazione
- tensione di alimentazione nominale 12 Vcc
- massima variazione della tensione di alimentazione rispetto al valore nominale $\pm 15\%$
- variazione di frequenza $47 \div 53\text{Hz}$.

4.2.1.3 Funzionamento duplex

L'apparato deve poter operare in modalità duplex, con passo di duplice di 4.6 MHz per la gamma "Sociale/2m" (160 MHz) e di 1.4 MHz per la gamma "Polizia/4m" (80 MHz).

4.2.1.4 Tipo di modulazione

L'apparato deve operare con modulazione di frequenza FM/PM in modalità analogica e 4FSK in modalità digitale secondo lo standard DMR - Digital Mobile Radio definito dalle specifiche tecniche ETSI TS 102-361.

4.2.1.5 Banda BF

La banda BF che può transitare sulla dorsale di collegamento si estende da 300 a 3400Hz, all'interno di tale gamma la fonia va da 300 a 3100Hz.

4.2.1.6 Deviazione di frequenza

La deviazione di frequenza nominale (misurabile con un tono in ingresso a 1kHz e potenza di -10 dBm) deve essere di $1,5\text{kHz} \pm 100\text{Hz}$ (gamma "Sociale/2m" con canalizzazione a 12,5kHz) oppure di $3\text{kHz} \pm 200\text{Hz}$ (gamma "Polizia/4m" con canalizzazione a 25kHz).

La massima deviazione di frequenza (misurabile inserendo immettendo ai morsetti di ingresso BF del trasmettitore un segnale variabile in frequenza da 300 a 3000Hz con livello 20 dB più alto del valore nominale) non deve superare il valore di $2,5\text{kHz} \pm 300\text{Hz}$ (gamma "Sociale/2m").

con canalizzazione a 12,5kHz) e di 5kHz \pm 600Hz (gamma "Polizia/4m" con canalizzazione a 25kHz).

4.2.1.7 Livello nominale d'uscita BF

Il livello di uscita BF dall'unità di interfacciamento deve essere -10dBm \pm 0,5 dB in corrispondenza della deviazione standard e per segnale RF ricevuto pari a -80dBm.

4.2.1.8 Impedenza d'ingresso RF in ricezione

L'ingresso RF del ricevitore deve essere di tipo sbilanciato con impedenza nominale pari a 50 Ohm.

4.2.1.9 Impedenza d'ingresso e d'uscita in BF

Gli ingressi e le uscite di BF che si interfacciano alle dorsali devono essere bilanciati o simmetrici ed avere un valore nominale di impedenza di 600 Ohm.

4.2.1.10 Oscillatore principale di stazione

In caso di rete non ancora sincronizzata con GPS l'oscillatore dovrà fornire il riferimento di frequenza a tutte le unità di canale della stazione ripetitrice, con le seguenti caratteristiche:

- | | | |
|----|---------------------------|---|
| a) | campo di regolazione: | \pm 4 ppm |
| b) | stabilità a breve termine | \pm 0,05 ppm |
| c) | stabilità a lungo termine | \pm 0,3 ppm al primo anno
\pm 4 ppm al decimo anno |

4.2.1.11 Dispositivo automatico di equalizzazione

Nel caso la rete supporti tale soluzione, ogni apparato deve essere previsto un dispositivo di equalizzazione in grado di equalizzare zone specifiche dell'area di ridiffusione (tipicamente zone equi campo).

In particolare, dovrà essere garantita l'equalizzazione di tutta la banda base per permettere il recupero delle distorsioni di ampiezza e di fase introdotte sia dalle apparecchiature di ridiffusione, sia dalla dorsale di interconnessione; l'equalizzazione dovrà essere attiva sia in downlink (da Master a stazione radio base) che in uplink (da stazioni radio base verso Master), per garantire la corretta ricezione dei dati anche nel passaggio da una stazione radio base all'altra. Il dispositivo di equalizzazione sarà tale quindi da rendere disponibile un canale perfettamente equalizzato, adatto sia per comunicazioni in fonia che per trasmissione dati; il massimo errore di ritardo assoluto e quello di ampiezza dei segnali demodulati nelle aree di sovrapposizione e provenienti da due ridiffusori dovranno essere rispettivamente contenuti entro i \pm 2 μ s e \pm 0,5dB (nella banda 300 - 3000Hz).

Il sistema dovrà essere in grado di adattarsi e continuare a funzionare regolarmente anche nei seguenti casi:

- dorsale con il reinstradamento automatico in caso di interruzione della stessa
- situazioni in cui il supporto fisico dei canali costituenti le interconnessioni di dorsale venga variato a causa di eventuali degrading

- variazioni di apparati
- permuta di canali di interconnessione di dorsale

Il dispositivo automatico di equalizzazione dovrà correggere la distorsione di ampiezza e di fase delle dorsali, in modo automatico, dando ovviamente priorità alle comunicazioni in atto.

4.2.2 Caratteristiche del trasmettitore

4.2.2.1 Stabilità di frequenza in trasmissione

Tutte le stazioni radio base, in regime di funzionamento normale, dovranno essere agganciate ad un opportuno segnale di riferimento. In questo caso la differenza fra le frequenze di trasmissione di tutte le stazioni radio base appartenenti al sistema dovrà essere inferiore a $\pm 0,05$ ppm. A tale scopo tutte le stazioni radio base dovranno essere provviste di doppio ricevitore GPS (in configurazione ridondata 1+1) (come da paragrafo 4.1.5).

In caso di mancanza del segnale di riferimento principale (funzionamento normale) la stabilità di ogni stazione radio base dovrà restare inferiore a $\pm 0,001$ ppm.

Altresì, in caso di ricetrasmittitore sincronizzato dall'oscillatore principale di stazione (capo maglia), il valore di misura della frequenza RF in trasmissione non deve presentare errori, rispetto al suo valore nominale, superiori a 1Hz. Tale valore è comprensivo sia della precisione di frequenza, sia della stabilità a lungo termine (1 anno).

4.2.2.2 Protezione del trasmettitore contro forti disadattamenti sul circuito d'uscita

L'apparato alimentato e in emissione, non deve subire alcun danno nel caso sui morsetti d'antenna si abbia, anche per un periodo di tempo prolungato, un circuito aperto, un cortocircuito o qualsivoglia altra condizione di disadattamento. Per tale ragione è richiesta la protezione con un dispositivo circolatore/isolatore.

4.2.2.3 Potenza sul canale adiacente

Per passo di canalizzazione di 25kHz (gamma "Polizia/4m") la potenza emessa su ciascuno dei due canali adiacenti deve essere inferiore di 75dB rispetto alla potenza del trasmettitore in regime di trasmissione continua.

Per passo di canalizzazione di 12,5kHz (gamma "Sociale/2m") la potenza emessa su ciascuno dei due canali adiacenti deve essere inferiore di 65dB rispetto alla potenza del trasmettitore in regime di trasmissione continua.

La misura deve essere eseguita con trasmettitore modulato con un segnale alla frequenza di 1250Hz avente un livello di 20dB superiore a quello necessario ad ottenere il 60% della deviazione massima (3kHz per canalizzazione a 25kHz e 1,5kHz per canalizzazione a 12,5kHz).

4.2.2.4 Irradiazioni non essenziali

È richiesto un livello non superiore a -36dBm tra 9kHz e 1GHz.

4.2.2.5 Protezione al canale utile

Deve essere compresa tra -8dB e 0dB per canalizzazione a 25kHz e tra -12dB e 0dB per canalizzazione a 12,5kHz.

4.2.2.6 Bloccaggio o desensibilizzazione del ricevitore

Non deve essere inferiore a 90dB.

4.2.2.7 Distorsione armonica in trasmissione

Immettendo ai connettori di ingresso BF dell'unità di interfacciamento il segnale di riferimento, il residuo di distorsione armonica in trasmissione non deve superare il valore del 2% (larga banda) riferito al tono a 1kHz a deviazione nominale.

4.2.2.8 Rumore proprio del trasmettitore

Il rapporto segnale/rumore dovuto al trasmettitore, misurato all'uscita di un demodulatore di misura con il segnale corrispondente alla deviazione standard, non deve essere inferiore a 52dB per canalizzazione a 25kHz e 48dB per canalizzazione a 12,5kHz, misurati con filtro psfometrico.

4.2.2.9 Intermodulazione del trasmettitore

Il prodotto di intermodulazione del trasmettitore deve essere di almeno 70dB al di sotto del livello RF emesso dal trasmettitore stesso (con utilizzo di circolatore esterno).

4.2.2.10 Fedeltà di trasmissione

Immettendo ai morsetti di ingresso BF dell'unità di interfacciamento un segnale sinusoidale fra 300 e 3000Hz, le variazioni di ampiezza rispetto alla deviazione di frequenza prodotta dal segnale di riferimento devono essere contenute entro il limite di +/- 1dB riferito ad un tono di 1000Hz.

4.2.2.11 Linearità in trasmissione

Immettendo ai morsetti di ingresso BF dell'unità di interfacciamento il segnale di riferimento con livello variabile da -20 a +0dB rispetto al valore nominale, gli scarti dalla linearità della deviazione di frequenza, riferiti alla deviazione prodotta dal segnale di riferimento al livello nominale, devono essere contenuti entro $\pm 0,5$ dB.

4.2.2.12 Caratteristiche di limitazione del modulatore del trasmettitore

Immettendo ai morsetti d'ingresso BF del trasmettitore un segnale modulante di 1kHz con un livello tale che la deviazione di frequenza risulti pari al 20% della deviazione massima ammissibile e aumentando poi il livello del segnale di 20 dB, la deviazione di frequenza deve essere contenuta entro il 70% ed il 100% della massima deviazione ammissibile.

4.2.3 Caratteristiche del ricevitore

Per le misure delle caratteristiche sottoelencate, fare riferimento alle norme ETS 300 086, salvo ove diversamente indicato.

4.2.3.1 Sensibilità del ricevitore

Il livello del segnale RF immesso al connettore del ricevitore, con frequenza pari a quella di accordo del ricevitore stesso e modulazione standard, necessario per produrre un livello di SINAD di 20 dB, con modulazione FM, rilevato psfometricamente sull'uscita BF dell'unità di

interfacciamento, non deve superare il valore di -115dBm a 25kHz di canalizzazione e -112 dBm per canalizzazione a 12,5kHz.

4.2.3.2 Risposta in ampiezza del limitatore del ricevitore

Immettendo al connettore d'antenna del ricevitore un segnale RF con livello variabile tra -107dBm e 0dBm, modulato in frequenza con modulazione standard alla frequenza di 1kHz le variazioni di livello del segnale sull'uscita BF devono essere contenute entro 2dB.

4.2.3.3 Indicazione della portante

Deve essere presente una segnalazione visiva posta sul frontale che indichi l'attivazione del circuito di squelch. La presenza della portante deve essere evidenziata anche se questa non ha associato il tono subaudio.

4.2.3.4 Selettività sul canale adiacente

Il rapporto in dB fra il livello del segnale interferente ed il livello del segnale utile non deve essere inferiore a 70dB per passo di canalizzazione di 25kHz (gamma "Polizia/4m").

Il rapporto in dB fra il livello del segnale interferente ed il livello del segnale utile non deve essere inferiore a 60dB per passo di canalizzazione di 12,5kHz (gamma "Sociale/2m").

4.2.3.5 Protezione contro le risposte parassite

Deve essere superiore a 80 dB.

4.2.3.6 Protezione da intermodulazione

Deve essere migliore di 70 dB.

4.2.3.7 Desensibilizzazione Rx in funzione duplex

Non deve superare 1 dB.

4.2.3.8 Fedeltà di ricezione

Immettendo ai morsetti d'antenna del ricevitore un segnale RF alla frequenza di accordo del ricevitore stesso con livello -60dBm, modulato in frequenza da un segnale sinusoidale di frequenza variabile fra 300 e 3000Hz, le variazioni di livello del segnale sull'uscita BF rispetto al livello del segnale di riferimento a 1kHz devono essere contenute in +/-1dB su tutta la banda.

4.2.3.9 Distorsione armonica in ricezione

Immettendo ai connettori di ingresso BF dell'unità di interfacciamento il segnale di riferimento, il residuo di distorsione armonica in ricezione non deve superare il valore del 2% (larga banda) riferito al tono a 1kHz a deviazione nominale.

4.2.3.10 Rumore del ricevitore

Il rapporto segnale/rumore misurato sull'uscita dell'unità di interfacciamento immettendo nel ricevitore stesso un segnale RF non modulato alla sua frequenza di accordo con potenza -60 dBm, non deve essere inferiore a 52dB per canalizzazione a 25kHz e 48dB per canalizzazione a 12,5kHz misurati con filtro psfometrico.

4.2.3.11 Irradiazioni parassite

Dovranno essere inferiori a -57dBm tra 9kHz e 1GHz.

4.3 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

4.3.1 Generalità

Tutte le parti necessarie ad espletare le funzioni richieste dovranno essere contenute in uno o più pannelli: sulla parete frontale di questo vi dovranno essere tutti i ponticelli di sezionamento previsti precedentemente descritti e i necessari led di allarme.

Nella costruzione degli apparati si devono impiegare componenti aventi caratteristiche industriali.

Le apparecchiature devono essere interamente allo stato solido e devono impiegare il minor numero possibile di dispositivi elettromeccanici, con preferenza per i relé di tipo dry reed. Le apparecchiature devono inoltre poter sopportare senza danno alcuno le temperature di funzionamento entro i limiti di -30°C e +60°C.

Non saranno accettate soluzioni utilizzanti ricetrasmittitori in associazione a qualsivoglia dispositivo esterno di sincronizzazione / equalizzazione / voting di altra derivazione: le stazioni ripetitrici dovranno essere nativamente dotate di tutti i sistemi necessari (HW e SW) per la sincronizzazione, l'equalizzazione, la compensazione dei ritardi e quant'altro necessario al corretto funzionamento della rete in modalità sincrona.

La realizzazione costruttiva dei complessi deve consentire di eseguire facilmente tutte le operazioni di manutenzione.

4.3.2 Connessioni

I complessi costituenti la stazione devono essere provvisti delle seguenti connessioni:

- morsetti o connettori di alimentazione;
- connettori per il collegamento dei circuiti BF;
- connettori RF di tipo N femmina posti sul retro dell'apparato per gli ingressi e le uscite RF.

4.3.3 Indicatori luminosi

Sulla stazione radio devono essere presenti segnalazioni che consentano di visualizzare almeno gli stati elencati nel seguito:

- presenza alimentazione
- stato di occupato
- apparato in trasmissione
- stazione capomaglia
- stazione di transito
- stazione terminale
- stato di autotest
- campo RF ricevuto (l'indicazione dovrà essere tarata in dBm con un range compreso almeno tra -60 e -110 dBm) [opzionale]
- potenza in trasmissione (l'indicazione dovrà essere tarata in dBm con un range compreso almeno tra +30 dBm e +43 dBm) [opzionale]

4.3.4 Armadio apparecchiature

Si prescrive la predisposizione degli apparati per l'installazione in apposito armadio cablato esistente con struttura per cestelli a 19" e con altezza compresa tra 42 e 44UT già previsto dalla Committente.

4.3.5 Protezione degli apparati contro le sovratensioni e le sovracorrenti

Le apparecchiature devono essere adeguatamente protette contro le sovratensioni che possono provenire dai circuiti esterni. Per la protezione dei circuiti interni e delle sovracorrenti si devono impiegare fusibili e/o interruttori automatici i quali sono obbligatori per i circuiti di alimentazione.

4.3.6 Collegamento a massa - morsetto di terra

Le parti metalliche usualmente non in tensione devono essere collegate al sostegno metallico delle stesse. Il sostegno deve essere munito di apposito morsetto di terra.

4.3.7 Standard meccanico

I moduli costituenti le stazioni radio base devono essere strutturati meccanicamente per il fissaggio al telaio tramite le sole battute frontali.

L'affidabilità e la semplicità di manutenzione delle stazioni ripetitrici sarà garantita da una struttura di tipo modulare, basata su unità specifiche, ciascuna delle quali sarà dedicata a precise macrofunzioni (ad esempio ricevitore, trasmettitore, monitoraggio delle comunicazioni, POL etc.). Le singole unità devono essere estraibili frontalmente per facilitare le operazioni di manutenzione e/o la sostituzione in caso di guasto, ed essere il più possibile omogenee con quelle delle stazioni ripetitrici analoghe per tipologia di gamma (al fine di massimizzare il livello di intercambiabilità).

I collegamenti di alimentazione e di dorsale devono essere ospitati su moduli estraibili dedicati per facilitarne la sostituzione in caso di guasto.

5 ALLARMI E TELECONTROLLO DEL SISTEMA

Il controllo e la gestione di tutte gli apparati radio oggetto di fornitura devono essere possibili sia localmente che in modalità remota. Ciascun apparato dovrà essere dotato di un sistema di autodiagnostica che verifichi l'efficienza di tutte le funzioni e renda disponibili eventuali allarmi sui canali sotto descritti.

1. Gli allarmi principali devono essere visualizzabili con indicazioni luminose a led, posizionate direttamente sul frontale dell'apparato e tramite il posto operatore locale.
2. Le apparecchiature dovranno avere apposita interfaccia di rete (alla quale verrà assegnato un indirizzo IP fornito dalla Committente) e tutte le informazioni e gli allarmi devono essere resi disponibili su una pagina web, consultabile attraverso i maggiori browser (Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer).
3. Gli allarmi e i telecontrolli devono essere disponibili anche tramite protocollo SNMP (Simple Network Management System); a tal proposito, la Contraente fornirà alla Committente apposito file MIB descrittore degli apparati forniti.
4. Tutti gli allarmi devono infine essere inoltrati al sistema ASPI di gestione allarmi "Xalert", le cui specifiche sono descritte nel documento "60 - GestioneAllarmiImpianti_Standard_1_5.pdf" fornito in allegato alle presenti prescrizioni tecniche.

La raccolta delle informazioni di telecontrollo deve avvenire in maniera continua e non deve essere avvertita dall'utenza; il canale di telesorveglianza deve essere indipendente e separato rispetto a quelli utilizzati per la fonia ed utilizzare una connessione Ethernet LAN su canale separato di servizio. Il sistema radio dovrà avere un indirizzo IP dedicato alla parte di telecontrollo.

6 CONDIZIONI DI FORNITURA

6.1 PRESCRIZIONI GENERALI RF E FREQUENZE DI LAVORO

Tutte le radio devono essere programmate. La programmazione deve essere eseguita con le frequenze sotto indicate con canalizzazione a 12.5kHz. In particolare, da CH1 a CH5 i canali analogici normali, da CH6 a CH10 le dirette analogiche, da CH11 a CH20 le normali digitali DMR con doppio slot A e B e da CH21 a CH24 le dirette digitali DMR.

ANALOGICHE NORMALI		
CH.1	TX 168.025 MHz	RX 172.625 MHz
CH.2	TX 168.075 MHz	RX 172.675 MHz
CH.3	TX 168.225 MHz	RX 172.825 MHz
CH.4	TX 168.250 MHz	RX 172.850 MHz
CH.5	TX 168.275 MHz	RX 172.875 MHz

ANALOGICHE DIRETTE		
CH.6	TX 172.625 MHz	RX 172.625 MHz
CH.7	TX 172.675 MHz	RX 172.675 MHz
CH.8	TX 172.825 MHz	RX 172.825 MHz
CH.9	TX 172.850 MHz	RX 172.850 MHz
CH.10	TX 172.875 MHz	RX 172.875 MHz

DMR NORMALI		
CH.11 DMR1A	TX 168.025 MHz	RX 172.625 MHz
CH.12 DMR1B	TX 168.025 MHz	RX 172.625 MHz
CH.13 DMR2A	TX 168.075 MHz	RX 172.675 MHz
CH.14 DMR2B	TX 168.075 MHz	RX 172.675 MHz
CH.15 DMR3A	TX 168.225 MHz	RX 172.825 MHz
CH.16 DMR3B	TX 168.225 MHz	RX 172.825 MHz
CH.17 DMR4A	TX 168.250 MHz	RX 172.850 MHz
CH.18 DMR4B	TX 168.250 MHz	RX 172.850 MHz
CH.19 DMR5A	TX 168.275 MHz	RX 172.875 MHz
CH.20 DMR5B	TX 168.275 MHz	RX 172.875 MHz

DMR DIRETTE		
CH.21 DMR6A	TX 167.300 MHz	RX 167.300 MHz
CH.22 DMR6B	TX 167.300 MHz	RX 167.300 MHz
CH.23 DMR7A	TX 171.900 MHz	RX 171.900 MHz
CH.24 DMR7B	TX 171.900 MHz	RX 171.900 MHz

Il tono subaudio per i canali analogici da CH1 a CH5 dovrà essere impostato su 110,9Hz, mentre il tono subaudio per i canali digitali verrà comunicato successivamente.

Dovrà essere fornita la tabella in formato cartaceo ed elettronico della programmazione eseguita, riportante lo stato generale di programmazione e tutte le ulteriori caratteristiche.

6.2 CORSI DI FORMAZIONE

La fornitura comprenderà alcune sessioni di corso d'istruzione, da effettuare presso la sede della Committente; ciascuna sessione sarà di durata di n. 4 giornate feriali (consecutive, con orario 9-

17). La Contraente dovrà rendere disponibile presso la sede della Committente la strumentazione RF per effettuare delle misure dimostrative sugli apparati di fornitura.

Dovrà essere spiegato nel dettaglio (con l'ausilio di un PC) la modalità di programmazione con il software di gestione\programmazione, insieme agli elementi di corredo e collegamento.

Dovrà essere reso disponibile in formato cartaceo ed elettronico un manuale operatore che riporti le misure RF eseguite e le operazioni principali del software.

Il numero dei partecipanti al corso è generalmente non superiore a 10 unità.

6.3 CERTIFICAZIONI, MANUALISTICA E DOCUMENTAZIONE

È richiesta la consegna del Certificato di Immissione sul Mercato di tutti gli apparati forniti, rilasciato dal Ministero delle Telecomunicazioni, come vincolo della fornitura in oggetto.

È richiesta la consegna del certificato di interoperabilità (IOP) tra gli apparati forniti ed i terminali in dotazione alla Contraente.

Rientrano inoltre nella fornitura le seguenti attività:

- applicazione su ogni singolo apparato di matricola adesiva (fornita da Autostrade) e sua registrazione su documento elettronico MS Excel in abbinamento al numero seriale del produttore;
- documento generale in formato MS Excel riportante la lista di matricole ASPI abbinate ai seriali del produttore;

6.4 COLLAUDO IN FABBRICA

Si provvederà al collaudo a campione di tutte le parti descritte nelle prescrizioni e nel relativo contratto niente escluso, con verifiche visive delle parti meccaniche accessorie e verifiche funzionali di tutte le parti HW e SW degli apparati.

La Contraente dovrà provvedere ad allestire un banco prova con la strumentazione RF necessaria per la verifica RF della parte RTX e GPS.

È necessario altresì disporre in laboratorio di due sistemi ripetitori ponte radio (di fornitura) e di almeno 3 apparati terminali analogici (non di fornitura) e 3 apparati terminali DMR (non di fornitura), per una simulazione reale di funzionamento che comprenda tutte le possibili modalità di funzionamento.

Si provvederà altresì al collaudo del software di gestione e programmazione in modalità offline presso la fabbrica; successivamente sarà facoltà della Committente richiedere alla Contraente un'eventuale verifica congiunta presso una Direzione di Tronco, qualora il software dovesse essere installato in rete aziendale e necessitare di aggiornamenti periodici online.

Le prove di accettazione in fabbrica saranno effettuate in occasione della fornitura con metodologia statistica, effettuando le misure sottoelencate su una quantità di armadi completi in numero non superiore al 30% dei complessi da fornire. In caso di non corrispondenza le misure saranno effettuate sull'intero lotto. In caso di rispondenza alle misure e di rilevamento guasti in fase di installazione verranno applicate le condizioni del contratto di fornitura.

6.4.1 Elenco delle prove di accettazione

Per l'accettazione del complesso ricetrasmittitore in fabbrica devono essere eseguite prove indicate nel seguito:

GENERALI

- Verifica delle funzionalità di ciascuna stazione radio base, sia in modalità stand-alone che rete, e della completezza dell'equipaggiamento secondo quanto prescritto nelle presenti specifiche.

TX

- misura della potenza RF nominale
- verifica della deviazione nominale
- misura della massima deviazione di frequenza in trasmissione
- misura della deviazione del tono subaudio in ridiffusione
- verifica della linearità in trasmissione

RX

- rilevamento della sensibilità del ricevitore
- soglia di blocco del circuito di squelch
- soglia di sblocco del circuito di squelch
- rilevamento della distorsione armonica in ricezione
- sensibilità del decoder del tono subaudio in accesso

ALLARMI/POL

- verifica degli allarmi di stazione da locale
- verifica degli allarmi di stazione da centro remoto
- verifica del programma di telesorveglianza e telecomandi
- verifica delle prestazioni del POL

ALIMENTAZIONE

- verifica del sistema di alimentazione da rete e da batteria.

6.5 COLLAUDO IN SITO

Le prove di accettazione in impianto saranno effettuate al termine delle installazioni con metodologia statistica, effettuando le misure sottoelencate su una quantità di armadi completi in numero non superiore al 30% dei complessi installati. In caso di non corrispondenza le misure saranno effettuate sull'intero lotto. In caso di rispondenza alle misure e di rilevamento guasti in fase di installazione verranno applicate le condizioni del contratto di fornitura.

6.5.1 Elenco delle prove di accettazione

Per l'accettazione della rete isofrequenziale in impianto devono essere eseguite le prove indicate nel seguito:

PER SINGOLO SITO

- misura della potenza RF nominale a monte del gruppo di branching
- misura della potenza RF nominale a valle del gruppo di branching su tutte le uscite presenti
- verifica della deviazione nominale del trasmettitore
- misura della massima deviazione di frequenza in trasmissione
- misura della deviazione del tono subaudio in ridiffusione
- verifica della linearità in trasmissione
- misura del Return LOSS delle antenne di ridiffusione e dei cavi fessurati
- rilevamento della sensibilità del ricevitore
- soglia di blocco del circuito di squelch

-
- soglia di sblocco del circuito di squelch
 - sensibilità del decoder del tono subaudio in accesso
 - misura della desensibilizzazione ambientale sul ricevitore circolare
 - verifica degli allarmi e del sistema di telesorveglianza
 - verifica del sistema alimentazione
 - verifica della durata delle batterie in assenza di alimentazione (prova da effettuarsi non per singolo sito ma su uno a campione)
 - controllo della riconfigurazione della rete in caso di interruzione di dorsale (e suo ripristino automatico) se presente
 - verifica della funzionalità del posto operatore locale

GENERALI DI SISTEMA

- verifica della richiusura ad anello (se presente)
- verifica della qualità del collegamento radiomobile in base alla scala dei valori riportati nelle norme CCIR Rep. 358-4 (la qualità deve essere superiore a livello 4)
- verifica del sistema di telesorveglianza e telecomandi

6.6 RESPONSABILITÀ DELLA CONTRAENTE

La Contraente è responsabile di tutte le lavorazioni eseguite nonché dell'accertamento delle qualità dei materiali prescritti dal presente documento. Eventuali irregolarità o discordanze tecniche che possano pregiudicare la realizzazione dovranno essere comunicate tempestivamente e per iscritto alla Committente.

La costruzione dovrà essere eseguita a regola d'arte, nel rispetto delle vigenti norme di buona tecnica ed antinfortunistica. La Contraente si assume la piena responsabilità per le conseguenze civili e penali che possano derivare dall'inosservanza di tali Norme.

7 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli apparati devono essere omologati presso il Ministero dello Sviluppo Economico e devono rispettare il quadro normativo europeo in materia. Per tale motivo, si richiede di allegare la dichiarazione di conformità in riferimento alla direttiva RED Radio Equipment Device 2014/53/UE ed eventuali aggiornamenti. Si ricorda che è responsabilità del fabbricante (o di chi immette sul mercato l'apparecchiatura) provvedere alla marcatura CE e che tale marchio è l'unico modo per dimostrare la rispondenza dell'apparecchio ai requisiti stabiliti per legge (sicurezza elettrica, compatibilità elettromagnetica, uso efficace dello specchio radioelettrico). Si richiede inoltre alla Contraente di allegare una certificazione ISO 9001 in corso di validità.

ALLEGATO I – MATRICE DI CONFORMITÀ

Rif.	Voce	Conformità [Y/N]	Motivazione
2	Tecnologia e architettura di riferimento		
2.1	Standard DMR e retrocompatibilità		
2.3	Dorsale di interconnessione		
2.4	Dorsale di interconnessione gallerie		
2.5	Riconfigurazione della rete		
2.6	Logica di controllo		
2.7	Alimentazione		
2.8	Potenza e frequenze di lavoro		
3	Requisiti di rete		
3.1	Topologia di rete		
3.2	Connessione con la sala operativa		
3.3	Collegamento da utente a SRB		
3.4	Collegamento da SRB a utente		
3.5	Collegamento tra utenti		
3.6	Allarmi e segnalazioni di rete		
4	Requisiti di stazione radio base		
4.1	Componenti di una stazione		
4.2	Caratteristiche funzionali di riferimento		
4.3	Caratteristiche costruttive		
5	Allarmi e telecontrolli del sistema		
6	Condizioni di fornitura		
6.1	Prescrizioni RF e frequenze di lavoro		
6.2	Corsi di formazione		
6.3	Certificazioni, manualistica e documenti		
6.4	Collaudo in fabbrica		
6.5	Collaudo in sito		
6.6	Responsabilità della contraente		
7	Normativa di riferimento		

Data

Nome del legale rappresentante

Timbro e firma

.....

.....

.....

BIBLIOGRAFIA

- [1] «DMR Association,» 2019. [Online]. Available: <https://www.dmrassociation.org/index.html>.
- [2] *ETSI TR 102 398 Digital Mobile Radio (DMR) General System Design*, 2013.
- [3] *ETSI TS 102 361-1 Digital Mobile Radio (DMR) Systems - Part 1: DMR Air Interface (AI) protocol*, 2017.
- [4] *ETSI TS 102 361-2 Digital Mobile Radio (DMR) Systems - Part 2: DMR voice and generic services and facilities*, 2017.
- [5] *ETSI TS 102 361-3 Digital Mobile Radio (DMR) Systems - Part 3: DMR data protocol*, 2017.
- [6] *ETSI TS 102 361-4 Digital Mobile Radio (DMR) Systems - Part 4 DMR trunking protocol*, 2018.
- [7] Francesco Trallori, Danny Noferi - Autostrade per l'Italia - Impianti di Viabilità e Sicurezza, *Prescrizioni Tecniche per la realizzazione di RETE RADIO ISOFREQUENZA PER IL CANALE DEI VIGILI DEL FUOCO DEL II° PIANO DI SICUREZZA DELLE GALLERIE*, 2018.
- [8] Francesco Trallori - Autostrade per l'Italia - Impianti di Viabilità e Sicurezza, *Prescrizioni Tecniche per la realizzazione di RETE RADIO ISOFREQUENZA PER il canale SOCIALE - POLIZIA STRADALE - VVF nella tratta autostradale A1 Bologna - Firenze*, 2014.