

autostrade//per l'italia

DIREZIONE GESTIONE RETE
INGEGNERIA DEGLI IMPIANTI
IMPIANTI DI VIABILITÀ

Prescrizioni Tecniche per

IMPIANTI RAI ISORADIO FM 103.3

Firenze, 02 agosto 2012

Rev. 3 del 09/01/20 - pagine 36

D-0000-0011-12 rif.:PT Impianto Isoradio.docx

IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO	
TIPO	Prescrizioni Tecniche
COMMITTENTE	Autostrade // Per L'Italia
UFFICIO	DIGR.IIM.VIA
AREA	Impianti Radio
DOCUMENTO ID	Impianto Isoradio
PROTOCOLLO	D-0000-0011-12
REVISIONE	3
LUOGO	FIRENZE
DATA	09/01/2020
NOME FILE	PT Impianto Isoradio - Rev. 3.docx

	NOME	DATA	RIFERIMENTO @
AUTORI	Alessia Innocenti	02/08/2012	
	Francesco Trallori	02/08/2012	frallori@autostrade.it
	Danny Noferi	13/12/2016	danny.noferi@autostrade.it

STORIA DELLE REVISIONI			
DATA	REVISIONE	NOTE	AUTORE
02/08/2012	0	Prima versione	Alessia Innocenti
			Francesco Trallori
02/07/2014	1	-	Francesco Trallori
13/12/2016	2	-	Danny Noferi
			Francesco Trallori
09/01/2020	3	Aggiornamento par. 4.7.1	Danny Noferi
			Francesco Trallori

1. GENERALITA' DEL SERVIZIO	5
2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	6
3. STAZIONE CAPO CATENA	8
3.1. MODULATORE CON CODIFICATORE STEREO E RDS	8
3.1.1. Segnale di riferimento di frequenza	10
3.1.2. Segnale di riferimento di tempo.....	10
3.1.3. Stabilità di frequenza della portante.....	10
3.1.4. Scostamento della frequenza della portante sotto modulazione.....	10
3.1.5. Codificatore stereo	10
3.1.6. Codificatore RDS.....	11
3.1.7. Caratteristiche del segnale di uscita nel funzionamento stereo.....	11
3.1.8. Caratteristiche del segnale di uscita nel funzionamento monofonico	13
3.2. CASSETTI OTTICI DI TRASMISSIONE	14
3.3. RICEZIONE SATELLITARE	14
3.4. SISTEMA DI SINCRONIZZAZIONE GPS.....	15
4. IMPIANTI RIPETITORI A RASO	17
4.1. CARATTERISTICHE GENERALI	17
4.2. AMPLIFICATORI DI POTENZA	17
4.2.1. Alimentazione degli amplificatori	18
4.2.2. Motherboard	19
4.2.3. Interfacce esterne.....	20
4.2.4. Display.....	20
4.2.5. Allarmi.....	21
4.3. LOGICA DI SCAMBIO	22
4.4. CASSETTI OTTICI PER RICEZIONE.....	23
4.5. CASSETTI OTTICI RIGENERAZIONE	25
4.6. FILTRO DOPPIA CAVITÀ	25
4.7. GESTIONE DA REMOTO	26
4.7.1. Teleallarmi.....	26
4.8. LAYOUT ARMADI	28
4.8.1. Armadio 30W	28
4.8.2. Armadio 300W	29
4.8.3. Armadio 500W	30
4.8.4. Armadio 1000W	31
5. ALTRI COMPONENTI	32
5.1. ANTENNE	32
5.2. RIPARTITORE FM BILANCIATO	32
5.3. COMBINATORE/ SEPARATORE DI BANDA VHF/UHF.....	33
5.4. UPS.....	33
5.4.1. Specifiche costruttive	33
5.4.2. Specifiche ambientali	34
5.4.3. Caratteristiche elettriche d'ingresso	34
5.4.4. Forma d'onda d'uscita.....	34
5.4.5. Caratteristiche elettriche di uscita in funzionamento a rete.....	34
5.4.6. Caratteristiche elettriche di uscita in funzionamento a batteria.....	35
5.4.7. Normative di riferimento.....	35
6. NORMATIVA.....	36
7. COLLAUDO	36

7.1.	COLLAUDO IN FABBRICA	36
7.2.	COLLAUDO IN SITO	36

1. GENERALITA' DEL SERVIZIO

Il servizio "ISORADIO" è un programma radiofonico in FM, diffuso in isofrequenza ed isomodulazione da una serie di stazioni dislocate lungo i tracciati autostradali, prevalentemente a raso. La distribuzione del segnale ai singoli impianti ripetitori avviene tramite due fibre ottiche, con una portante tipicamente sulla frequenza 103.3MHz generata nell'impianto capo-catena da un trasmettitore FM monofonico situato presso la sede del tronco autostradale da servire.

Gli apparati ottico/elettrici per la ricezione o rigenerazione del segnale 103.3MHz e gli apparati di diffusione sono alloggiati all'interno di shelter a chiusura stagna, opportunamente coibentati e condizionati, situati lungo il percorso autostradale o all'interno di fabbricati.

2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema si compone di due parti distinte: una parte centrale, composta dalle stazioni capo-catena (o capo-maglia) e una parte periferica, composta dai ripetitori a raso.

Le stazioni capo-catena [Capitolo 3] sono dislocate presso le Direzioni di Tronco e ricevono il segnale Isoradio da ponte radio, da satellite o da collegamento in fibra. Il segnale viene quindi modulato (in armadio costituito da 2 modulatori in configurazione 1+1) ed inviato ai trasmettitori ottici per la conversione del segnale a 103.3MHz da elettrico ad ottico. Se alla Direzione di Tronco afferiscono più tratte autostradali, ogni tratta avrà il proprio cassetto ottico costituito da 2 trasmettitori ottici che inseriscono il segnale modulato sulle due fibre dedicate al segnale. Da ogni capo catena, e per ciascuna tratta da coprire, si diramano quindi le due fibre (una preferenziale ed una di backup) dedicate unicamente al servizio Isoradio. Le stazioni capo catena sono quindi equipaggiate di:

- due modulatori;
- una logica di scambio;
- due cassette ottici per la trasmissione del segnale modulato sulle due fibre;
- sistema di sincronizzazione GPS per trasmissioni SFN.

La stazione capo catena può ricevere il segnale anche da satellite [Paragrafo 3.3], tramite una parabola da installare su traliccio o palo posto in prossimità. Il ricevitore satellitare si occuperà di ricevere il segnale dalla parabola e lo invierà in formato opportuno ai due modulatori in configurazione 1+1 (uno preferenziale e uno di riserva). La logica di scambio si occuperà di attivare uno dei due modulatori in base al loro stato di funzionamento. Il segnale in uscita da ogni modulatore dovrà essere inviato ai due trasmettitori ottici, che inseriranno il segnale sulle due fibre ottiche dedicate.

Il segnale Isoradio viene dunque distribuito ai siti a raso [Capitolo 4] già modulato alla frequenza 103.3MHz, tramite le due fibre ottiche dedicate di proprietà Autostrade. In ogni sito a raso viene prelevato una porzione del segnale in transito sulle due fibre tramite splitter ottici, installati su un telaio di sezionamento fibre ottiche. Il telaio di sezionamento viene collegato all'armadio apparati tramite due "bretelle" in fibra ottica; l'armadio apparati si occupa dell'amplificazione del segnale e della diffusione. I segnali in ingresso agli amplificatori sono già modulati in frequenza 103.3 MHz. I trasduttori da ottico a elettrico ricevono i segnali dalle due "bretelle" e li trasmettono agli amplificatori. Gli apparati sono in ridondanza utilizzando la logica di scambio.

Nei punti della rete dove la potenza del segnale residua sulle fibre di transito risulta troppo bassa, vengono inseriti dei cassette ottici rigeneratori, che amplificano il segnale e lo reinseriscono sulle fibre.

Tutti i siti a raso dislocati lungo il tracciato autostradale sono costituiti da rack 44U 19" equipaggiati di:

- un cassetto ottico per la ricezione e/o la rigenerazione del segnale proveniente dalle 2 fibre;
- due amplificatori FM/VHFII in configurazione 1+1;
- una logica di scambio 1+1 in configurazione doppio driver/doppio amplificatore (relè quattro porte in ingresso e quattro porte in uscita) tale da garantire l'utilizzo in configurazione incrociata;

- filtri di canale centrati sulla frequenza 103.3 MHz sia in uscita all'amplificatore finale che al modulo trasduttore ottico/elettrico;
- sistema UPS per garantire continuità di servizio anche in caso di mancanza rete.

Di seguito sono descritti nei dettagli i componenti di ciascuna stazione.

3. STAZIONE CAPO CATENA

Si richiede una stazione completamente ridondata 1+1, composta da due ricevitori satellitari, due modulatori FM con codificatori RDS, una logica di monitoring e commutazione dell'audio, una logica di scambio dei modulatori, due ricevitori GPS, cassetti ottici TX non ridondata (uno per tratta da servire), switch Ethernet, UPS e distribuzione rete.

Di seguito sono riportate le specifiche tecniche dei vari componenti.

3.1. MODULATORE CON CODIFICATORE STEREO E RDS

Il modulatore deve essere realizzato con tecnologia digitale a sintesi diretta corredato di codificatore stereo e codificatore RDS dinamico. Si richiede una deviazione di frequenza di ± 75 kHz e deve essere possibile sovramodulare il trasmettitore fino ad ottenere una deviazione di almeno ± 100 kHz.

Deve essere disponibile un ingresso per segnale multiplex stereofonico ed eventuali canali ausiliari in sottoportante, con banda da 40 Hz a 100 kHz con una impedenza maggiore o uguale a 2000 Ω . Il livello di ingresso deve essere regolabile tra 0 dBu e +12 dBu, a passi da 0,1 dB. Per ottenere una deviazione di frequenza di ± 75 kHz, tale ingresso può essere sia bilanciato che sbilanciato e deve essere possibile eseguire la regolazione della sensibilità d'ingresso sia in locale (mediante comandi frontali) che da remoto (attraverso interfaccia web).

L'ingresso per segnale monofonico, con banda da 40 Hz a 15 kHz, deve avere una impedenza maggiore o uguale a 2000 Ω e prevedere una rete di preenfasi con costante di tempo di 50 μ s. La preenfasi deve essere escludibile localmente mediante comando frontale o da remoto attraverso interfaccia web. Il livello di ingresso deve essere regolabile a passi da 0,1 dB tra 0 dBu e + 12 dBu, per ottenere una deviazione di frequenza di ± 75 kHz. Su tale ingresso deve inoltre essere inserito un filtro "passa basso" tale da assicurare una attenuazione di almeno 30 dB da 19 kHz a 100 kHz. Il presente ingresso monofonico può coincidere con uno dei due ingressi *left* e *right* che potranno assumere i quindi due seguenti stati di funzionamento: *left* o *mono/left*, *right* o *mono/right*. Tale ingresso può essere sia bilanciato che sbilanciato. La regolazione della sensibilità d'ingresso dovrà essere possibile localmente, mediante comandi frontali, e da remoto attraverso interfaccia web.

L'ingresso per canali ausiliari in sottoportante, con banda da 21 kHz a 100 kHz, deve essere sbilanciato e con una impedenza maggiore o uguale a 2000 Ω . Il livello di ingresso deve essere regolabile a step da 0,1 dB, tra -12 dBu e 3 dBu per ottenere una deviazione di frequenza di ± 10 kHz. Su tale ingresso deve inoltre essere inserito un filtro "passa alto" tale da assicurare una attenuazione di almeno 30 dB per frequenze fino a 19 kHz. Anche in questo caso dovrà essere possibile eseguire la regolazione della sensibilità d'ingresso localmente (comandi frontali) e da remoto (interfaccia web).

Gli ingressi *left* e *right* si riferiscono al codificatore stereo FM che viene richiesto integrato nel modulatore. Gli ingressi *left* e *right* dovranno essere bilanciati, avere banda passante da 40 Hz a 15 kHz, impedenza maggiore o uguale a 2000 Ω e possibilità di inserzione di rete di preenfasi con costante di tempo di 50 μ s. Dovrà essere possibile inserire o disinserire la preenfasi mediante comando frontale o da remoto attraverso interfaccia web. Il livello di ingresso dovrà essere regolabile a passi da 0,1 dB tra 0 dBu e + 12 dBu, per ottenere una deviazione di frequenza di ± 75 kHz. Ogni singolo ingresso dovrà prevedere un sistema di clipper che eviti sovramodulazioni in caso di overshoot dei segnali di ingresso. Tale circuito

dovrà prevedere le due seguenti modalità di funzionamento: “normal” e “hard”. Le due modalità di funzionamento dovranno differenziarsi fra loro per i tempi di intervento del circuito di limitazione. Nella modalità “normal”, i tempi di intervento dovranno essere più lenti (privilegiando così la qualità del segnale audio in ingresso, nel caso di overshoot). Nella modalità “hard” invece i tempi di intervento dovranno essere più rapidi, con un conseguente e repentino aumento della distorsione del segnale audio di ingresso. La gestione integrale della funzionalità dei presenti ingressi dovrà essere possibile mediante comandi frontali o da remoto attraverso interfaccia web.

L'ingresso digitale AES3/EBU con impedenza 110 Ω bilanciati e connettore XLR femmina, deve consentire come sensibilità di ingresso la gestione di segnali da 0 dBFs a -24 dBFs con regolazione a passi di 0.1 dB.

L'ingresso digitale ottico dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Tipo di connettore ottico: EIAJ RC-5720B
- Livelli di potenza: da -24 dBm a -14,5 dBm @ 15 Mbit/s
- Detector: fotodiode
- Input Format: AES/EBU (AES3)
- Input Data rate: 16 - 32 - 44,1 - 48 - 88,2 - 96 -192 kHz
- Sampling: until 24 bit
- Input Level: da -5 a -30 dBFs @ 75 kHz

AES-EBU Tech. 3250-E - Third edition jitter compliant.

In riferimento agli ingressi di cui sopra deve essere possibile eseguire la selezione degli ingressi localmente, (comandi frontali) e da remoto (interfaccia web).

I segnali presenti sugli ingressi non utilizzati non devono disturbare il segnale dell'ingresso attivo; il disaccoppiamento tra gli ingressi deve essere di almeno 70 dB. Per ogni ingresso di cui sopra deve essere previsto un allarme di assenza segnale modulante. Tale allarme deve generare una segnalazione locale e deve essere riscontrabile anche su interfaccia web; l'allarme deve essere attivabile o escludibile mediante comandi frontali o da remoto. Per l'attivazione di ogni singolo allarme di assenza segnale modulante deve essere possibile impostare un livello di soglia da -20 dBr a -50 dBr, a passi di 1 dB, riferiti alla relativa sensibilità d'ingresso impostata. Per l'attivazione di ogni singolo allarme di assenza segnale modulante deve essere possibile impostare un tempo di ritardo da 10 sec a 120 sec a passi di 1 sec.

Il modulatore deve consentire il funzionamento Mono - RDS. Il modulatore deve consentire l'impostazione della deviazione massima di picco. Tale regolazione deve permettere di selezionare valori da 50 kHz a 100 kHz a passi di 1 kHz. La deviazione massima impostata deve essere legata alle impostazioni dei seguenti valori: sensibilità di ingresso, livello della sottoportante 19 kHz e livello sotto portante RDS 57 kHz.

Il modulatore deve consentire la trasmissione nella banda 87.5-108 MHz. Deve essere possibile impostare la frequenza di trasmissione a passi da 50 kHz. La frequenza di trasmissione impostata deve essere riscontrabile su interfaccia web e da pannello frontale.

Il modulatore deve consentire di impostare un ritardo statico fra i segnali di ingresso e quelli di uscita da 0 a 900 μ sec. Tale ritardo dovrà essere impostabile a passi di 0,1 μ sec.

Il modulatore digitale, nella sua interezza, dovrà essere gestibile via Ethernet. La gestione deve quindi includere tutte le funzionalità del codificatore stereo e del codificatore RDS. Il modulatore digitale deve prevedere la possibilità di esportare, via Ethernet, un file di

configurazione contenente tutte le informazioni sulle funzionalità audio, RF ed RDS impostate.

3.1.1. Segnale di riferimento di frequenza

Il segnale di riferimento di frequenza esterno dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- ingresso con connettore BNC;
- forma d'onda sinusoidale;
- frequenza 10 MHz;
- livello accettato 0,5 V – 2 V;
- impedenza 50 Ω ;
- return loss > 28 dB.

3.1.2. Segnale di riferimento di tempo

Il segnale di riferimento di tempo esterno dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- ingresso con connettore BNC;
- forma d'onda rettangolare;
- frequenza 1 pps;
- livello accettato TTL;
- ampiezza impulso 100 $\mu\text{s} \pm 10 \mu\text{s}$;
- trigger sul fronte di salita;
- impedenza 50 Ω ;
- return loss > 28 dB.

3.1.3. Stabilità di frequenza della portante

Lo scostamento di frequenza della portante dal valore nominale in assenza di modulazione non deve superare ± 10 Hz in assenza del riferimento esterno a 10 MHz. Lo scostamento di frequenza della portante dal valore nominale in assenza di modulazione non deve superare ± 1 Hz in presenza del riferimento esterno a 10 MHz. In accordo con i precedenti punti, le tolleranze suddette devono essere rispettate entro 5 minuti dall'accensione del trasmettitore.

In assenza del riferimento esterno a 10 MHz, il modulatore deve passare automaticamente sul riferimento interno.

3.1.4. Scostamento della frequenza della portante sotto modulazione

Per una deviazione di frequenza di ± 75 kHz, lo scostamento della frequenza centrale della portante non deve superare ± 20 Hz in assenza del riferimento esterno a 10 MHz. Per una deviazione di frequenza di ± 75 kHz, lo scostamento della frequenza centrale della portante non deve superare ± 1 Hz in presenza del riferimento esterno a 10 MHz.

3.1.5. Codificatore stereo

Il codificatore stereo deve essere parte integrante del modulatore digitale FM. Deve essere possibile gestire integralmente il codificatore stereo sia mediante comandi locali sia mediante comandi remoti disponibili su interfaccia web. Oltre alla gestione integrale degli ingressi, dal codificatore stereo deve essere possibile inserire e disinserire la sottoportante a 19 kHz e

variarne il livello da -15 dB a -25 dB, rispetto al livello massimo del segnale multiplex modulante. La regolazione deve essere a passi di 0,1 dB. Come richiesto, la regolazione della sottoportante 19 kHz deve essere di tipo relativo e di conseguenza l'unità di misura utilizzata per l'allineamento deve essere il dB. In riferimento alla suddetta sottoportante 19 kHz, deve essere possibile visualizzarne i valori impostati (sia da pannello frontale che da interfaccia web).

L'unità di misura della regolazione della sensibilità degli ingressi left e right deve essere il dBu. Il valore della sensibilità degli ingressi left e right impostata deve corrispondere al livello del segnale audio di ingresso che determina il 100% della deviazione. Nel calcolo della deviazione massima devono essere considerati automaticamente anche i contributi dei livelli impostati per le sottoportanti 19 kHz e 57 kHz.

Un livello del segnale audio di ingresso superiore al valore della relativa sensibilità impostata deve provocare l'intervento del circuito di clipper. Tale intervento deve essere segnalato su interfaccia web e da pannello frontale.

Su interfaccia web e da pannello frontale deve essere possibile visualizzare la misura di picco o RMS del livello del segnale audio presente agli ingressi.

3.1.6. Codificatore RDS

Il codificatore RDS deve essere parte integrante del modulatore digitale FM. Dovrà essere possibile gestire integralmente il codificatore RDS sia mediante comandi locali sia mediante comandi remoti disponibili su interfaccia web. Dovrà essere possibile inserire e disinserire la sottoportante 57 kHz RDS e variarne il livello da -20 dB a -35 dB rispetto al livello massimo del segnale multiplex modulante. La regolazione dovrà essere a passi di 0,1 dB. In riferimento alla suddetta sottoportante a 57 kHz, dovrà essere possibile visualizzarne da pannello frontale e su interfaccia web i valori impostati. Come richiesto, la regolazione della sottoportante 57 kHz deve essere di tipo relativo e di conseguenza l'unità di misura utilizzata per l'allineamento deve essere il dB.

Il segnale RDS generato deve essere rispondente alla norma CENELEC EN 50067 e successivi aggiornamenti. Il codificatore RDS deve supportare i servizi dinamici e deve essere integralmente compatibile con quanto previsto dalla raccomandazione EBU SPB490 e successivi aggiornamenti.

Il codificatore RDS deve disporre di connettore RS232 DB9 pin F per ingresso dati dinamici su protocollo UECP (EBU - SPB 490).

Deve essere consentita la programmazione di servizio PS variabile. Deve essere possibile trasmettere un solo PS statico o l'alternanza di due o più (massimo 5) PS. La frequenza di alternanza deve essere impostabile da 2 sec a 10 sec.

Il codificatore RDS deve consentire la memorizzazione di n.4 distinti dataset. Il codificatore RDS deve consentire la commutazione dei dataset mediante comando UECP e mediante comando parallelo.

Il codificatore RDS deve consentire la gestione del servizio TA mediante comando UECP e mediante comando parallelo.

L'impostazione degli indirizzi UECP "site address" e "encoder address" deve essere possibile mediante interfaccia web.

3.1.7. Caratteristiche del segnale di uscita nel funzionamento stereo

Il segnale di uscita nel funzionamento stereo utilizzando gli ingressi MPX e left/right, deve avere le caratteristiche riportate di seguito.

Caratteristica ampiezza/frequenza (ingresso MPX)

La caratteristica ampiezza/frequenza deve avere un andamento uniforme da 40 Hz a 100 kHz, con le seguenti tolleranze:

- Da 40 Hz fino a 43 kHz: entro $\pm 0,2$ dB
- Oltre 43 kHz fino a 53 kHz: entro $\pm 0,3$ dB
- Oltre 53 kHz fino a 100 kHz: entro $\pm 0,5$ dB

Detta caratteristica deve essere rilevata alla deviazione di frequenza costante di ± 75 kHz.

Distorsione non lineare (ingresso MPX)

La distorsione armonica totale nell'intervallo di frequenza tra 40 Hz e 15 kHz, con una deviazione di frequenza di ± 75 kHz, non deve essere superiore allo 0,3%. Con una deviazione di ± 100 kHz la distorsione armonica non deve superare il doppio del limite sopraindicato. La misura viene effettuata mediante un distorsimetro avente una banda passante fino a 100 kHz. La misura della distorsione non lineare nell'intervallo di frequenza tra 5 kHz e 100 kHz viene effettuata con il metodo dei due toni di eguale ampiezza (F_1 e F_2) distanti in frequenza 1 kHz, la cui somma dia luogo ad una deviazione di frequenza di ± 75 kHz (ingresso MPX). Per mezzo di un demodulatore di misura collegato ad un voltmetro selettivo, si deve valutare la percentuale del prodotto di intermodulazione di secondo ordine (d_2) a frequenza differenza $F_2 - F_1$ e la somma dei due prodotti di terzo ordine (d_3) a frequenze differenza $2F_2 - F_1$ e $2F_1 - F_2$. Riferendo le percentuali alla somma delle ampiezze dei due toni all'uscita del demodulatore di misura, valgono i seguenti limiti:

- Intervallo 5 kHz - 15 kHz: $d_2 \leq 0,1\%$; $d_3 \leq 0,3\%$
- Intervallo 15 kHz - 100 kHz: $d_2 \leq 0,3\%$; $d_3 \leq 0,5\%$

Con una deviazione di frequenza di ± 100 kHz i fattori di tono differenziale non devono superare il doppio dei limiti sopraindicati.

Modulazione sincrona MA (ingresso MPX)

Modulando il trasmettitore con una frequenza di 400 Hz con una deviazione di frequenza di ± 75 kHz, il valore della modulazione di ampiezza sincrona risultante deve essere contenuto entro -45 dB riferito alla modulazione di ampiezza 100% della portante.

Rumore di fondo MA (ingresso MPX)

Il rumore di fondo MA non pesato deve essere contenuto entro -55 dB. Esso è espresso dal valore efficace del rumore MA, riferito alla modulazione di ampiezza 100% della portante. La misura viene effettuata con il trasmettitore non modulato con l'ingresso di modulazione chiuso con un resistore schermato di 2000 Ω .

Rapporto segnale/disturbo sui canali A e B codificati (ingressi left e right)

Il rapporto segnale/disturbo non pesato sui canali A e B codificati deve essere maggiore di 65 dB. Esso è espresso dal rapporto tra il livello ottenibile in uscita al decodificatore (quando il trasmettitore viene modulato con una sinusoide di 400 Hz di ampiezza tale da produrre una deviazione di ± 75 kHz) e il valore efficace del rumore.

La misura del rumore viene effettuata con il trasmettitore non modulato e con gli ingressi del decodificatore chiusi con un resistore schermato di 600 Ω .

Distorsione non lineare sui canali A e B codificati (ingressi left e right)

La distorsione armonica totale nell'intervallo di frequenza tra 40 Hz e 7,5 kHz, modulando i canali A e B separatamente per ottenere una deviazione di frequenza di ± 75 kHz, non deve essere superiore allo 0,3%.

I prodotti non armonici, nell'intervallo di frequenza da 7,5 kHz fino a 15 kHz, espressi dai fattori di tono differenziale, non devono essere superiori allo 0,5%.

La misura viene effettuata modulando separatamente i canali A e B con una deviazione di frequenza di ± 75 kHz.

Diafonia lineare tra i canali A e B codificati (ingressi left e right)

La diafonia lineare tra i canali A e B codificati, misurata modulando detti canali separatamente con una deviazione di frequenza di $+ 75$ kHz e ricorrendo all'impiego di un voltmetro selettivo, deve rispettare i seguenti limiti:

- Intervallo 40 Hz - 120 Hz: ≤ -40 dB
- Intervallo 120 Hz - 10 kHz: ≤ -43 dB
- Intervallo 10 kHz - 15 kHz: ≤ -40 dB

Diafonia non lineare tra i canali A e B codificati (ingressi left e right)

La diafonia non lineare, misurata modulando i canali A e B separatamente con una deviazione di frequenza di ± 75 kHz e ricorrendo all'impiego di un distorsionometro per eliminare la diafonia lineare, deve rispettare i seguenti limiti:

- Intervallo 40 Hz - 10 kHz: ≤ -55 dB
- Intervallo 10 kHz - 15 kHz: ≤ -50 dB

3.1.8. Caratteristiche del segnale di uscita nel funzionamento monofonico

Il segnale di uscita nel funzionamento monofonico utilizzando l'ingresso mono deve avere le caratteristiche riportate di seguito.

Caratteristica ampiezza/frequenza

La caratteristica ampiezza/frequenza deve avere un andamento corrispondente ad una preenfasi con una costante di tempo di 50 μ s, con una tolleranza di $\pm 0,5$ dB tra 40 Hz e 17,5 kHz. Detta caratteristica deve essere rilevata alla deviazione di frequenza costante di ± 75 kHz.

Distorsione non lineare

La distorsione armonica totale nell'intervallo di frequenza tra 40 Hz e 15 kHz, con una deviazione di frequenza di ± 75 kHz, non deve essere superiore allo 0,3%. Con una deviazione di frequenza di ± 100 Hz la distorsione armonica non deve superare il doppio del limite sopraindicato.

Rapporto segnale-disturbo

Il rapporto segnale-disturbo non pesato riferito alla frequenza di 400 Hz con una deviazione di ± 75 kHz deve essere maggiore di 68 dB.

3.2. CASSETTI OTTICI DI TRASMISSIONE

I cassette ottici nell'impianto capo-catena comprendono due trasmettitori elettro-ottici per la conversione del segnale da RF (103.3 MHz) a ottico. Il sistema deve essere progettato per operare su tratte di lunga distanza. I cassette ottici sono da realizzare in rack da 19" e 3 unità con moduli estraibili. Il modulo comprende una parte RF di ingresso adattata sull'intera banda FM; questa parte viene divisa in due: una monitoria, che viene utilizzata nel caso della rigenerazione per la diffusione (che presenta lo stesso segnale di ingresso) ed una che va a modulare in classe B il laser. Il laser è di tipo DFB (Distributed Feedback Laser) optoisolato, a basso rumore, che lavora in 3^a finestra (1550 nm) ed eroga una potenza ottica di circa 3 dBm ottici. Il modo di propagazione è monomodale 9/125 μm e il connettore ottico è di tipo SC/PC. Le altre finestre a 850 nm e 1310 nm non sono più utilizzate.

La stazione capo-catena contiene un numero di cassette ottici di trasmissione pari al numero di tratte autostradali da servire. Ogni Rack è quindi composto da:

- 2 filtri FM 103.3 MHz con AGC e doppia uscita a 10 dBm;
- 2 trasmettitori ottici laser;
- 1 modulo interfaccia allarmi contatti;
- 2 moduli alimentazione duale AC 220 Vac / DC 24 Vdc funzionanti in "OR" in maniera ridondata.

Le caratteristiche dei cassette ottici sono riepilogate nella tabella seguente.

Specifiche generali	
Impedenza di ingresso RF	50 Ω
Connettore	SMA
Return loss IN	≥ 23 dB
Banda passante di modulazione	88-108 MHz
Livello nominale di ingresso	5 dBm
Livello nominale di monitoria	5 dBm
Specifiche ottiche	
Diodo laser:	DFB Optoisolato
Lunghezza d'onda	1550 nm (terza finestra)
Propagazione	fibra monomodale 9/125 μm
Pot. ottica di uscita 3dbm	$\pm 0,5$ dB
Stabilità in temperatura	$\pm 0,5$ dB (-10 / +50 C°)
Adattamento ottico	≥ 35 dB
RIN (relative intensity noise)	≤ -145 dBHz
Connettore ottico di uscita	SC-PC
Return loss connettore	≥ 45 dB

3.3. RICEZIONE SATELLITARE

La stazione capo-catena può ricevere il segnale anche da satellite tramite una parabola da installare su traliccio o palo posto in prossimità.

Il ricevitore satellitare si occupa di ricevere il segnale dalla parabola e lo invia in formato opportuno ai 2 modulatori 1+1. La logica di scambio attiva uno dei due modulatori in base al

loro stato di funzionamento. Il segnale in uscita da ogni modulatore è inviato ai due trasmettitori ottici, che inseriscono il segnale sulle 2 FO dedicate.

Le caratteristiche consigliate della parabola sono:

Apertura effettiva	1.8 m (consigliata)
Range di frequenza	10,95 – 12,75 GHz (Banda Ku)
Polarizzazione	Lineare (opzionale pol. Circolare)
Guadagno di centro banda	45,5 dBi
Larghezza del lobo a – 3 dB	0,99°
Temp. di rumore dell'antenna a 30° di elevazione	23° K
VSWR massimo	1,3:1
Temperatura	-50°C a 80°C
Regolazione Azimuth	360°
Regolazione elevazione	10° - 70°
Materiale riflettore	poliestere rinforzato in fibra di vetro

Le caratteristiche richieste per il ricevitore satellitare sono:

Range di frequenze d'ingresso	950 - 2150 MHz, symbol rate 1 - 45 Msym/s
Livello del segnale di ingresso	-75 - 20 dBm
Input	DVB-S 1 - 45 Msym/s, DVB-S/S2, ASI, Gigabit IP
Output	ASI, Gigabit IP
Output audio	analogico e AES/EBU digitale
Output dati	seriale, IP, RS232
Decodifica	audio e RDS
Monitoraggio	tramite SNMP per i parametri RF e MPEG

3.4. SISTEMA DI SINCRONIZZAZIONE GPS

Il sistema di sincronizzazione con GPS serve alla generazione dei riferimenti di tempo/frequenza (PPS/10 MHz) necessari per le trasmissioni in modalità SFN. È costituito da due ricevitori GPS con commutazione dei segnali PPS/10 MHz e doppia alimentazione. Il sistema di sincronizzazione ridondato deve essere alloggiato in un contenitore tipicamente da una unità, idoneo per montaggio su armadio e/o telaio delle dimensioni di 19" standard.

L'apparato deve essere omologato CE e ottemperante a tutte le norme europee vigenti in materia di sicurezza elettrica e compatibilità elettromagnetica. Il sistema in argomento è un generatore di frequenza e di tempo che accetta come ingresso il segnale proveniente da un'antenna GPS.

Il sistema di riferimento tempo/frequenza deve essere ridondato. Per garantire elevata continuità di funzionamento e presenza dei segnali PPS e 10 MHz necessari per la sincronizzazione dei trasmettitori funzionanti in modalità SFN, sono richiesti i seguenti accorgimenti e funzionalità:

- doppio sistema di ricezione GPS comprensivo di oscillatore di riferimento ad alta stabilità;

-
- sistema di scambio dei segnali di sincronizzazione PPS e 10 MHz da rendere disponibili in uscita verso i trasmettitori DVB-T;
 - otto uscite disponibili per il segnale PPS e altrettante otto per il riferimento 10 MHz;
 - commutazione dei segnali PPS e 10 MHz automatica quando il ricevitore GPS preferenziale non può garantirne la presenza, la precisione e/o stabilità richieste;
 - possibilità di commutazione in uscita dei segnali PPS e 10MHz in modalità manuale;
 - il sistema di scambio deve permettere il ripristino del riferimento preferenziale prescelto sia in modalità automatica che manuale;
 - ridondanza sull'alimentazione da rete (con due alimentatori a 230 Vca distinti e protetti) e commutazione delle tensioni di alimentazioni senza l'utilizzo di componenti elettro-meccanici;
 - segnalazione locale e remota di avaria del singolo alimentatore.

I segnali di uscita dai generatori richiesti sono:

- un impulso per secondo (PPS);
- segnale sinusoidale 10 MHz.

Le caratteristiche dei segnali 10 MHz e PPS sono già riportate nei sottoparagrafi 3.1.1 e 3.1.2.

4. IMPIANTI RIPETITORI A RASO

4.1. CARATTERISTICHE GENERALI

I sistemi sono previsti nelle seguenti versioni:

- trasmettitori 30W 1+1
- trasmettitore 300W 1+1
- trasmettitore 500W 1+1
- trasmettitore 1000W 1+1

Tutti i tipi di amplificatori devono essere dotati di led luminosi che segnalano la presenza dell'alimentazione, ROS elevato e -3 dB sulla potenza di uscita. Sul display dovranno essere leggibili i valori di tensione Vcc, potenza RF di uscita e potenza RF riflessa.

Sui sistemi da 500W e 1000W sono da prevedere dei driver da 30/100W prima dell'amplificatore finale.

4.2. AMPLIFICATORI DI POTENZA

Le unità di amplificazione di potenza RF devono essere a larga banda, in grado di fornire le seguenti potenze d'uscita variabili:

- da 0 a 30 W, controllata da un ALC RF con accoppiatore direzionale con direttività di circa 28 dB e una sonda RF di - 50 dB;
- da 0 a 300 W, controllata da un ALC RF con accoppiatore direzionale con direttività di circa 28 dB e una sonda RF di - 50 dB;
- da 100 a 500 W, controllata da un AGC RF con accoppiatore direzionale con direttività di circa 28 dB e una sonda RF di - 50 dB;
- da 100 a 1000 W, controllata da un AGC RF con accoppiatore direzionale con direttività di circa 28 dB e una sonda RF di - 50 dB;

Gli amplificatori FM devono poter essere interrogati tramite un PC o altri sistemi che utilizzano lo stesso protocollo di comunicazione tramite le porte RS232, RS485 e LAN.

L'amplificatore di potenza è assemblato su un dissipatore e, per evitare emissioni su frequenze indesiderate, è schermato tramite un apposito schermo chiuso.

La potenza massima dell'amplificatore deve essere riducibile tramite comando in locale o attraverso il PC di programmazione sia in locale che da remoto, a passi di -3dB (eventualmente anche in modalità continuativa) fino ad un massimo di -6dB rispetto alla potenza massima nominale.

Di seguito sono riportate le caratteristiche richieste a seconda della potenza dell'amplificatore.

Potenza di uscita RF: 30 W

Tipo di progetto:	a stato solido
Gamma di frequenza operativa:	FM da 87,5 a 108 MHz
Ingresso RF Livello segnale:	Normale 8 dBm Massimo 15 dBm Danni all'amplificatore 23 dBm
Connettore di ingresso (RF IN):	Impedenza 50 Ohm; tipo BNC se posizionato sul pannello frontale o tipo N se posizionato sul pannello posteriore
Connettore di uscita:	Femmina tipo N
VSWR (ROS):	< 1,5:1

Emissioni spurie:	< - 90 dBc
Attenuazione Off Lock:	> 60 dBc
Rapporto S/N (pesato):	> 83 dB (riferito a ± 75 kHz)
Soppressione delle armoniche:	< -75 dBc
Consumo:	< 550 VA
Alimentatore:	230 V _{CA} ± 15 %, monofase
Gamma operativa climatica:	da 0 a 45°C

Potenza di uscita RF: 300 W

Variazioni rispetto alle caratteristiche del 30 W da segnalare:

Consumo: < 800 VA

Potenza di uscita RF: 500 W

Variazioni rispetto alle caratteristiche del 30W da segnalare:

Connettore di uscita: Femmina tipo 7/16

Rapporto S/N (pesato): > 73 dB (riferito a ± 75 kHz)

Consumo: < 900 VA

Potenza di uscita RF: 1000 W

Variazioni rispetto alle caratteristiche del 30W da segnalare:

Connettore di uscita: Femmina tipo 7/16

Rapporto S/N (pesato): > 73 dB (riferito a ± 75 kHz)

Consumo: < 1800 VA

4.2.1. Alimentazione degli amplificatori

L'alimentatore per la versione degli amplificatori da 30W è di tipo *switching SMPS (switch-mode power supply)*: la tensione di ingresso può variare ± 15 % e può avere una frequenza di 50/60 Hz.

Di seguito sono elencate le caratteristiche dell'alimentatore.

- Lo stadio alimentatore deve convertire la tensione di rete raddrizzata a un valore di uscita di 28,5 V. La frequenza di funzionamento è di 70 kHz.
- Deve essere presente un filtro con lo scopo di limitare le emissioni generate dall'alimentatore inviate verso il cavo di alimentazione e proteggere l'apparato da sovratensioni e dal rumore proveniente dalla rete.
- L'SMPS deve essere protetto da sovracorrente durante l'accensione. All'ingresso deve avere un fusibile di protezione generale dell'alimentatore.
- Lo stadio deve essere intrinsecamente protetto da sovraccarichi e corto circuiti e fornire diversi segnali al controller (es. valore della corrente di uscita e la tensione di uscita). Per minimizzare i residui della modulazione AM, il ripple a 100 Hz sulla tensione di uscita deve essere inferiore a 20 mVPP a pieno carico.
- L'efficienza di conversione totale deve essere $> 0,75$.
- Il trasformatore deve fornire le tre tensioni di alimentazione ausiliaria a +15 V, -15 V e +5 V, oltre a una tensione di +24 V. Le tensioni di +15 V, -15 V e +5 V alimentano tutti gli integrati dell'apparato e la tensione di +24 V alimenta la ventola. Il circuito deve essere protetto da sovraccarichi, corto circuiti sulle tensioni di uscita.

L'alimentatore per la versione degli amplificatori da 300W, da 500W e da 1000W è di tipo *switching SMPS* ed è un convertitore CA/CC dotato di limitatore della corrente di spunto, sovracorrente e di protezioni termiche. Deve fornire inoltre le tensioni ausiliarie per alimentare i circuiti elettronici esterni e la ventola.

Di seguito sono elencate le ulteriori caratteristiche dell'alimentatore:

- Protezione termica: questa condizione si verifica quando la temperatura misurata dal PTC eccede il massimo valore ammesso. La protezione viene attivata ogni volta che la corrente di uscita supera il massimo valore, o nel caso in cui la temperatura ambientale ecceda i 45°C, o nel caso in cui si fermi la ventola. Quando ciò si verifica, l'alimentatore entra in modalità stand-by disattivando così i controller dell'SMPS. Le ventole continuano a raffreddare l'SMPS. Quando la temperatura si riporta sotto il valore di soglia prestabilito, l'SMPS si riattiva abbandonando la condizione di stand-by e riattivando il normale funzionamento dell'alimentatore.
- Protezioni di limitazione dei picchi di corrente: l'SMPS deve essere protetto da sovracorrente durante l'accensione utilizzando un PTC e un circuito dotato di relè. Il relè si attiva quando la fase di accensione è completata mettendo in cortocircuito il PTC. Inoltre, l'alimentatore ausiliario viene protetto contro la corrente di spunto che può verificarsi durante l'accensione.
- Protezione da sovracorrente: questa condizione si verifica quando la corrente di uscita supera il valore il massimo valore. Quando la protezione da sovracorrente viene attivata, la tensione di uscita viene limitata al di sotto di 48 V, mantenendo così il valore della corrente di uscita quasi costante. L'SMPS si ripristina automaticamente quando viene rimossa la condizione di sovracorrente.

4.2.2. Motherboard

Gli amplificatori devono essere completamente gestiti tramite una *motherboard* con le caratteristiche di seguito espresse.

- Microprocessore, completo di batteria tampone per alimentare l'orologio di sistema (solo in caso di mancanza di tensione di rete).
- Porta di comunicazione R232 per la gestione dei programmi di controllo remoto.
- Supporto per le schede di interfaccia remote.
- Protezione di temperatura dell'amplificatore.
- Misura di corrente e tensione dello stadio finale dell'amplificatore.
- Gestione del segnale RF di ingresso.
- Misura della potenza del segnale RF di ingresso ed eventuale commutazione tramite switch RF sulla resistenza di carico interno nei casi stabiliti.
- Misura della potenza RF diretta e riflessa, funzione ALC sul segnale RF.

In funzione del livello del segnale RF, uno switch deve provvedere a trasferire il segnale RF allo stadio finale dell'amplificatore, oppure a commutarlo su un opportuno carico integrato nella motherboard. In quest'ultimo caso, l'ingresso dello stadio di potenza viene caricato a massa con una resistenza.

Devono essere previste delle soglie di isteresi per passare dallo stato "RF presente" a quello "RF assente" e viceversa. Nel seguito vengono forniti degli esempi di criteri di commutazione.

Criteri di scambio dello switch RF
Posizione switch:

Carico interno	se	RF IN assente
Carico interno	se	Stand-by attivo
Carico interno	se	Ext-Squelch attivo
Carico interno	se	Mancanza Interlock
Carico interno	se	Blocco per allarme
Soglia isteresi:		
>6 dBm		RF presente
<4 dBm		RF assente
Criteri di accensione del LED RF IN (verde)		
LED spento	se	RF IN assente
LED acceso	se	RF IN presente

Sotto le soglie di RF IN indicate l'amplificatore va in blocco per "mancanza RF IN".
Si richiede inoltre che:

- Sopra le soglie indicate sia sempre garantita la massima stabilità.
- La potenza tipica di pilotaggio deve essere +8 dBm.
- Il valore massimo di ingresso non deve superare 15 dBm (valori del segnale di ingresso superiori a 23 dBm possono comportare danni ai componenti dell'amplificatore).

4.2.3. Interfacce esterne

Devono essere presenti le seguenti interfacce verso l'esterno:

- Porta RS485 in/out per trasferimento dati.
- Porta RJ45/LAN (U10) per comunicazioni via HTTP.
- Porta DB15 con segnali analogici relativi a diversi parametri di funzionamento dell'amplificatore e segnali logici per telesegnali e telecomandi.

4.2.4. Display

Tutti i dati degli amplificatori devono essere visualizzati sul display LCD del pannello frontale. A titolo di esempio, si riporta un possibile layout del menu principale e delle grandezze visualizzabili a display.

Measures	Consente di verificare i seguenti parametri operativi dell'amplificatore (RF Input, Power, PA Voltage, PA Current, PA Temp, Time, ...).
Setting	Consente di impostare dei parametri operativi dell'amplificatore (protetto da password) ad esempio StandBy, Output Power, Time Set, Device Address, ...
EventLog	Consente di consultare l'elenco degli allarmi (interlock, PLL sganciato, ecc.) e eventi (apparecchio acceso, spento, in stand-by, ecc.) verificatisi durante il funzionamento.

Status	Consente di verificare lo stato dell'apparecchio (ingresso BF, preenfasi, indirizzo LAN, revisione software, ecc.).
--------	---

Per quanto riguarda l'EventLog, la memoria dell'apparecchio deve essere in grado di ricordare fino a 100 allarmi/eventi, ciascuno contrassegnato con un numero progressivo. Se l'apparecchio ha già in memoria 100 eventi/allarmi, al verificarsi di un ulteriore evento/allarme verrà cancellato l'evento 0 (quello più vecchio) e gli altri verranno decrementati di un numero per consentire la memorizzazione del nuovo evento/allarme che verrà contrassegnato con 99 (gestione First In First Out).

4.2.5. Allarmi

Il display deve mostrare sempre lo stato dell'apparecchio: in condizioni di normale funzionamento ad esempio potrà essere visualizzato un messaggio "Normal" oppure "OK". Al verificarsi di un allarme, tale messaggio deve essere sostituito da un messaggio appropriato che sarà stabilmente mostrato per tutto il tempo in cui persiste il motivo dell'allarme. Quando vengono ripristinate le normali condizioni di funzionamento, il display tornerà a mostrare il precedente messaggio.

La seguente tabella riporta alcuni esempi di possibili allarmi che potrebbero apparire sul display.

Allarme	Significato
Low Power	Scarsa potenza RF di uscita (cioè -3 dB o meno rispetto quella impostata).
EEprom Flt	Si è verificato un errore non recuperabile nella memoria non volatile (l'apparecchio viene forzato in modalità standby mode per ragioni di sicurezza).
EEprom Wrn	Si è verificato un errore recuperabile nella memoria non volatile (il software è stato in grado di correggerlo).
Interlck	Contatto di Interlock aperto (l'apparecchio viene forzato in modalità standby).
Exc SWR	Il valore della potenza riflessa ha raggiunto 1/10 della potenza di uscita RF impostata (oppure è superiore). In tale condizione la potenza di uscita R.F. viene automaticamente ridotta per motivi di sicurezza.
PS Overload	Sovraccarico dell'alimentatore che alimenta l'amplificatore di potenza RF.
Vaux Fail	Malfunzionamento dell'alimentatore che alimenta l'unità della logica di controllo.
SWR Block	Se SWR Block è ON l'unità blocca la potenza in uscita dopo quattro allarmi VSWR consecutivi. Il reset è possibile.
Low RF IN	Questo allarme è attivo quando il segnale R.F di ingresso manca o è di valore inferiore alla soglia prevista.
Low Power	Allarme attivo se la potenza di uscita è inferiore al valore impostato.

Over Temperature	Allarme attivo per sovratemperatura del dissipatore (soglia 80°C).
Unbal	Potenza sbilanciata eccessiva nel modulo amplificatore di potenza RF.
PA Overheat	La temperatura (misurata sul dissipatore dell'amplificatore di potenza RF) è superiore a 85 °C.
Over Pwr	Potenza di uscita RF eccessiva (superiore del +20% rispetto quella impostata).
PS Overheat	Surriscaldamento dell'alimentatore che alimenta l'amplificatore di potenza RF.
PS Fault	Malfunzionamento dell'alimentatore che alimenta l'amplificatore di potenza RF.
EEprom Err	Problemi hardware nella gestione della memoria non volatile.

4.3. LOGICA DI SCAMBIO

L'unità di scambio ha il compito di monitorare gli apparati di ricezione ottica e trasmissione FM ed attuare eventuali commutazioni dei relè coassiali per passare dall'apparato guasto all'apparato di scorta.

La logica di scambio riceve attraverso un telecomando l'informazione che indica la presenza dell'uscita RF dal trasduttore ottico. Secondo i criteri di commutazione deve ruotare il relè coassiale (4 porte N) per incrociare il ricevitore ottico A con l'amplificatore B. Per la sorveglianza degli amplificatori A e B sono utilizzate le monitorie RF che restituiscono un segnale RF direttamente proporzionale al livello di potenza di uscita. Quindi la logica di scambio può attuare gli scambi del relè coassiale d'uscita se il livello RF scende sotto una soglia minima preconfigurata.

La logica di scambio deve presentare un pannello con le seguenti informazioni:

- pannello sinottico e LED indicanti lo stato del sistema (sorgente selezionata, presenza RF IN, stato amplificatore, amplificatore in antenna);
- una parte con i tasti di comando e di controllo ed un display.

La logica di scambio deve permettere di eseguire lo scambio temporizzato del ramo di diffusione master con il ramo slave e viceversa. L'impostazione deve essere possibile da comandi frontali o da remoto con base giorno/orario (ad esempio scambio ogni giorno alle 24.00, scambio ogni 30 giorni, etc.). Lo scopo è l'utilizzo complessivo e programmato delle risorse diffusive.

I cavi di collegamento sono del tipo RG214. I relè 4 porte N devono avere caratteristiche pari o superiori ai modelli di riferimento SPINNER BN 754067 con:

- frequenza: da 0 a 1 Ghz
- VSWR: $\leq 1,04$
- Isolamento: ≥ 80 dB
- Insertion Loss: $\leq 0,05$ dB
- Potenza: $\leq 0,75$ KW

4.4. CASSETTI OTTICI PER RICEZIONE

Presso tutti gli impianti a raso è previsto un cassetto ottico per la ricezione del segnale. Il cassetto ottico deve essere composto da due ricevitori ottici, due alimentatori e due sistemi di filtraggio.

I ricevitori ottici servono per la conversione RF del segnale ottico proveniente dalla stazione capo-catena. Ogni ricevitore deve operare in 2^a e 3^a finestra (1310 ÷ 1550 nm) e deve essere progettato per collegamenti ottici lunghi. Il ricevitore deve fornire una uscita RF di +5 dBm, stabile entro ±0.5 dB, nell'intera gamma di lavoro.

Di seguito sono riportate alcune caratteristiche tecniche richieste.

- Connettore Ottico: SC-PC Receptacle
- Banda Ottica Operativa: 1310 – 1550 nm.
- Adattamento Ottico: > 35 dB
- Range Operativo: 0 / -45 dBm ottici (1310 – 1550 nm.)
- C/N a – 40 dBm Ottici: > -100 dBc
- Livello FM out: + 10 dBm +/- 1 dB
- Connettore FM out: SMA Femmina 50 Ohm
- Temperatura Operativa: 0 / 50 C°
- Meccanica Compatibile Rack 19 Pollici 3 U Europa 220 mm
- Innesto guidato a slitta
- Fissaggio con viti frontali

Il modulo deve generare un allarme di preavviso (LED giallo) se la potenza del segnale ricevuto scende a – 35 dBm ed uno di fuori servizio (LED rosso) se scende a -45 dBm.

La misura delle caratteristiche si effettua con analizzatore di spettro con i seguenti parametri.

- Span 1 Mhz
- Resolution Bandwidth 10 Khz
- Video Bandwidth 10 Hz
- Delta Marker 200 Khz (rispetto alla portante 103.3 Mhz)

L'andamento del livello di uscita RF rispetto alla potenza ottica ricevuta deve presentare i seguenti valori:

Potenza Ottica ricevuta	S/N su RF	Livello di Uscita RF
- 15 dBm	≥ -85 dB	10 dBm ± 0.5 dB
- 20 dBm	≥ -85 dB	10 dBm ± 0.5 dB
- 25 dBm	≥ -80 dB	10 dBm ± 0.5 dB
- 30 dBm	≥ -80 dB	10 dBm ± 0.5 dB
- 35 dBm	≥ -75 dB	8 dBm ± 0.5 dB
- 40 dBm	≥ -75 dB	8 dBm ± 0.5 dB
- 45 dBm	≥ -70 dB	7 dBm ± 0.5 dB

Ogni cassetto ottico deve essere dotato di due alimentatori, posti in “OR” per avere un sistema di alimentazione a riserva attiva.

Il modulo alimentatore comprende un sistema raddrizzatore ed un ingresso per la continua 24 Vcc. Il raddrizzatore parte da un ingresso 220 Vca ed un relè realizza l'allarme di mancanza alimentazione. Le caratteristiche degli alimentatori sono di seguito riportate.

-
- Ingressi: 2 Frontali
AC 90 – 260 Vac 40 / 400Hz 50 VA Spina Standard
DC 24 Vdc Isolato 18-36 V DB 9 Poli 6-7 +V 8-9 –V 3A
 - Uscite: 5 V 3.5 A
35 V 25 mA (Pin Tia Biasing)
 - Funzionamento: Continuo
 - Configurazione prevista per Ridondanza 1 + 1
 - Scambio automatico senza interruzione
 - Indicazioni: AC IN Led Verde
DC IN Led Verde
Fail Led Rosso
 - Temperatura di lavoro: 0 / 50 C°
 - Meccanica Compatibile Rack 19 Pollici
 - Innesto guidato a slitta
 - Fissaggio con Viti frontali

Ogni cassetto ottico deve essere dotato di due filtri RF centrati sulla frequenza di diffusione del servizio (generalmente 103,3 MHz). Di seguito sono riportate alcune caratteristiche tecniche richieste.

- Tipo filtro: prefiltra a elica seguito da AGC
- Banda: selettiva 103.3 MHz +/- 250 KHz
- Risposta in Banda: +/- 0,5 dB
- Livello ingresso: +10 / - 10 dBm
- Connettori: I/O SMA Femmina 50 Ohm
- Adattamenti: 20 dB
- Uscite: 2 Livello + 10 dBm +/- 0,5 dB con AGC
- Squelch: Regolabile da Frontale +10/0 dBm IN
- Isolamento uscita in squelch: -50 dB min.
- Allarmi: Livello FM in Basso / Squelch Attivo -> Led Rosso
- Temperatura di lavoro: 0 / 50 C°
- Meccanica Compatibile Rack 19 Pollici 3 U Europa 220 mm
- Innesto guidato a slitta
- Fissaggio con Viti frontali

Oltre ai blocchi descritti, il cassetto ottico deve prevedere anche un modulo di interfaccia con la finalità di portare verso l'esterno le segnalazioni di allarme tramite contatti di relè provenienti dalle singole unità sopra descritte.

Si richiede infine la presenza di un modulo IP per il monitoraggio da remoto tramite porta Ethernet, in grado di inoltrare le informazioni sugli allarmi delle singole unità tramite protocollo SNMP.

4.5. CASSETTI OTTICI RIGENERAZIONE

Alcuni siti a raso con impianto di diffusione devono essere equipaggiati con rigeneratori ottici posti generalmente nei siti dove la misura di ingresso della potenza ottica risulta inferiore ai limiti consentiti dagli amplificatori di diffusione per mantenere il corretto S/N. Il cassetto ottico di rigenerazione è equipaggiato come il cassetto ottico di ricezione, con l'aggiunta di due trasmettitori ottici: la parte di ricezione converte il segnale ottico in segnale RF (103.3MHz) che viene poi inviato sia alla diffusione sia ai TX ottici a laser per il proseguimento del collegamento ottico lungo la dorsale. Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche richieste per i due trasmettitori ottici.

- Connettore Ottico: SC-PC Receptacle
- Banda Ottica Operativa: 1550 nm (1310 opzionale)
- Banda RF: FM 80 – 108 MHz
- Laser Pout: > 4 dBm
- Adattamento Ottico: > 35 dB
- Range Operativo: +3 / +7 dBm ottici
- Livello FM in: +10 / 0 dBm Internal AGC
- Connettore FM in: SMA Femmina 50 Ohm
- FM Out Monitor: Laser Drive Level monitor +10 dBm +/- 2 dB
- Allarme Laser Out: Led rosso frontale Factory set Pout – 30 %
- Allarme FM in basso: Led rosso frontale Regolabile +10 / 0 dBm In
- Temperatura di lavoro: 0 / 50 C°
- Meccanica Compatibile Rack 19 Pollici 3 U Europa 220 mm
- Innesto guidato a slitta
- Fissaggio con Viti frontali

4.6. FILTRO DOPPIA CAVITÀ

Il segnale RF di potenza proveniente dall'uscita del modulo dell'amplificatore attivo è connesso all'ingresso del filtro passa banda a doppia cavità per la banda FM in versione RACK da 19" predisposto nella parte alta dell'armadio da 42/44 UT di contenimento. Tale filtro predisposto per la frequenza 103.3Mhz deve essere nella versione per potenze fino a 1.2 KW per tutte le versioni degli amplificatori oggetto delle prescrizioni.

Le caratteristiche fondamentali devono essere:

- Selettività a 2 MHz rispetto alla portante a 103.3MHz non peggiore di -25 dB
- Insertion Loss a 103.3MHz non peggiore di - 0,40 dB
- Insertion Loss a 103.15MHz non peggiore di - 0,50 dB
- Insertion Loss a 103.45MHz non peggiore di - 0,50 dB
- Return Loss a 103.3MHz non peggiore di -30 dB
- Return Loss a 103.3MHz non peggiore di -32 dB
- Return Loss a 103.3MHz non peggiore di -32 dB

I condensatori del filtro saranno costituiti da microstrip stampate su un substrato di teflon. Le induttanze saranno avvolte in aria e realizzate in rame argentato.

L'accoppiatore direzionale sarà realizzato con tecnologia microstrip. Esso emette due tensioni che variano a seconda della potenza diretta e riflessa. In questo modulo è collocata una sonda RF da -50 dB connessa da un cavo coassiale al pannello frontale.

4.7. GESTIONE DA REMOTO

Tutti gli apparati devono prevedere monitoraggio e controllo sia in locale (tramite porta RJ45) che da remoto (tramite connessione IP in sito resa disponibile dalla Committente). Tale sistema deve prevedere anche il controllo e la gestione di tutti i segnali di allarme. La licenza del software è intesa una unica per tutta la rete della Committente indipendentemente dal numero di siti. Di seguito sono riportate a titolo di esempio alcune funzionalità che devono essere disponibili anche da remoto, suddivise tra segnali, comandi e misure.

Elenco dei telesegnali

- Modalità automatica o manuale
- Modalità locale o remota
- Avaria apparato A
- Avaria apparato B
- Avaria logica di scambio
- Commutazione avvenuta
- Apparato A collegato all'antenna
- Apparato B collegato all'antenna
- Apparato A acceso/spento
- Apparato B acceso/spento
- Apparato A in potenza
- Apparato B in potenza
- Segnale RF in ingresso all'apparato A presente
- Segnale RF in ingresso all'apparato B presente
- Allarme fornitura energia elettrica
- Avaria Modulatore
- Connessione assente tra logica di scambio e amplificatore
- Bassa potenza in uscita agli apparati

Elenco dei telecomandi

- Impostazione modo automatico o manuale
- Apparato A acceso/spento
- Apparato B acceso/spento
- Apparato A in antenna
- Apparato B in antenna
- Reset

Elenco delle telemisure

- Temperatura
- Potenza RF apparato A
- Potenza RF apparato B

4.7.1. Teleallarmi

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.

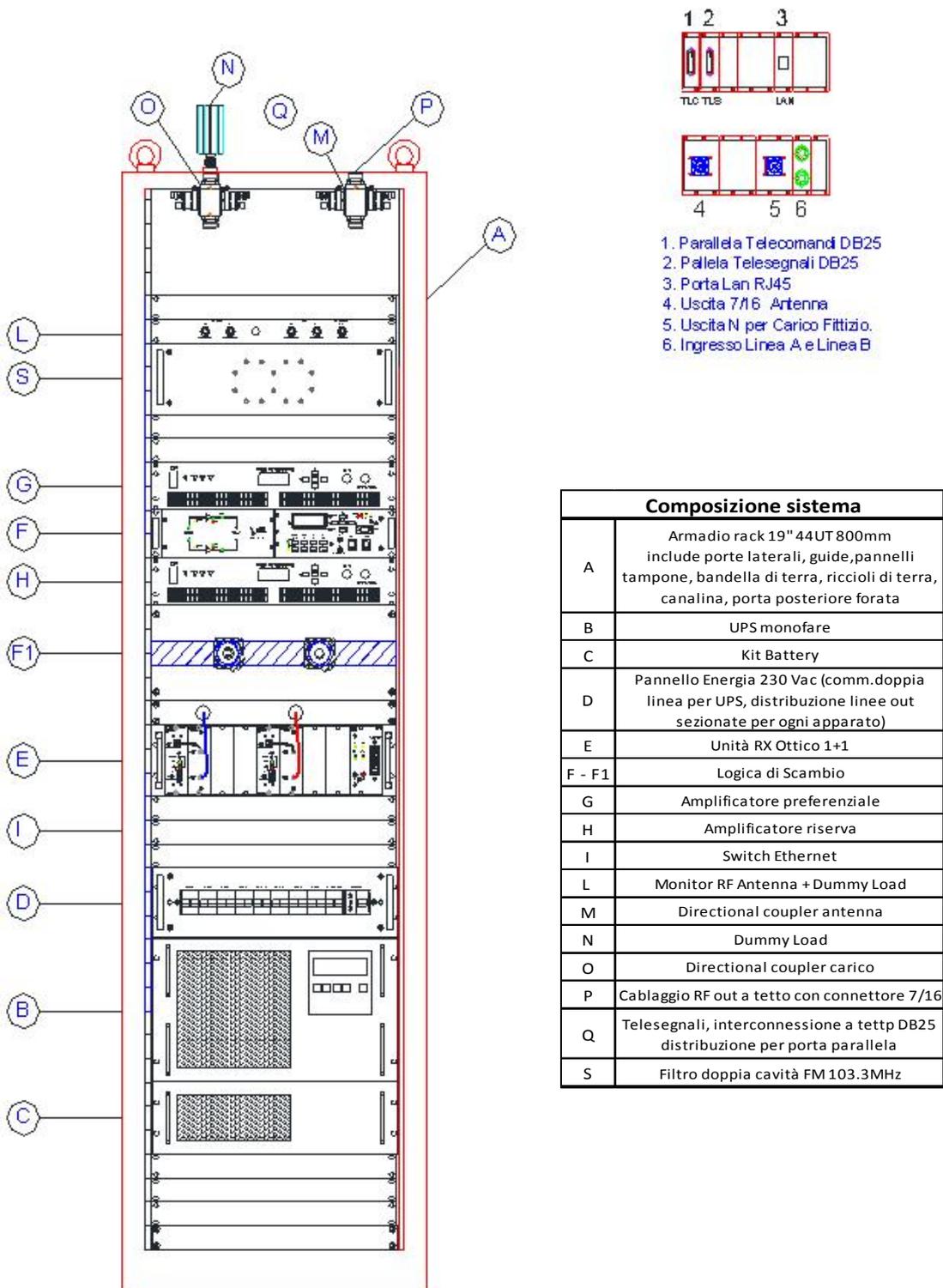
1. Gli allarmi principali devono essere visualizzabili con indicazioni luminose a led, posizionate direttamente sul frontale dell'apparato e tramite il posto operatore locale.
2. Le apparecchiature dovranno avere apposita interfaccia di rete (alla quale verrà assegnato un indirizzo IP fornito dalla Committente) 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.

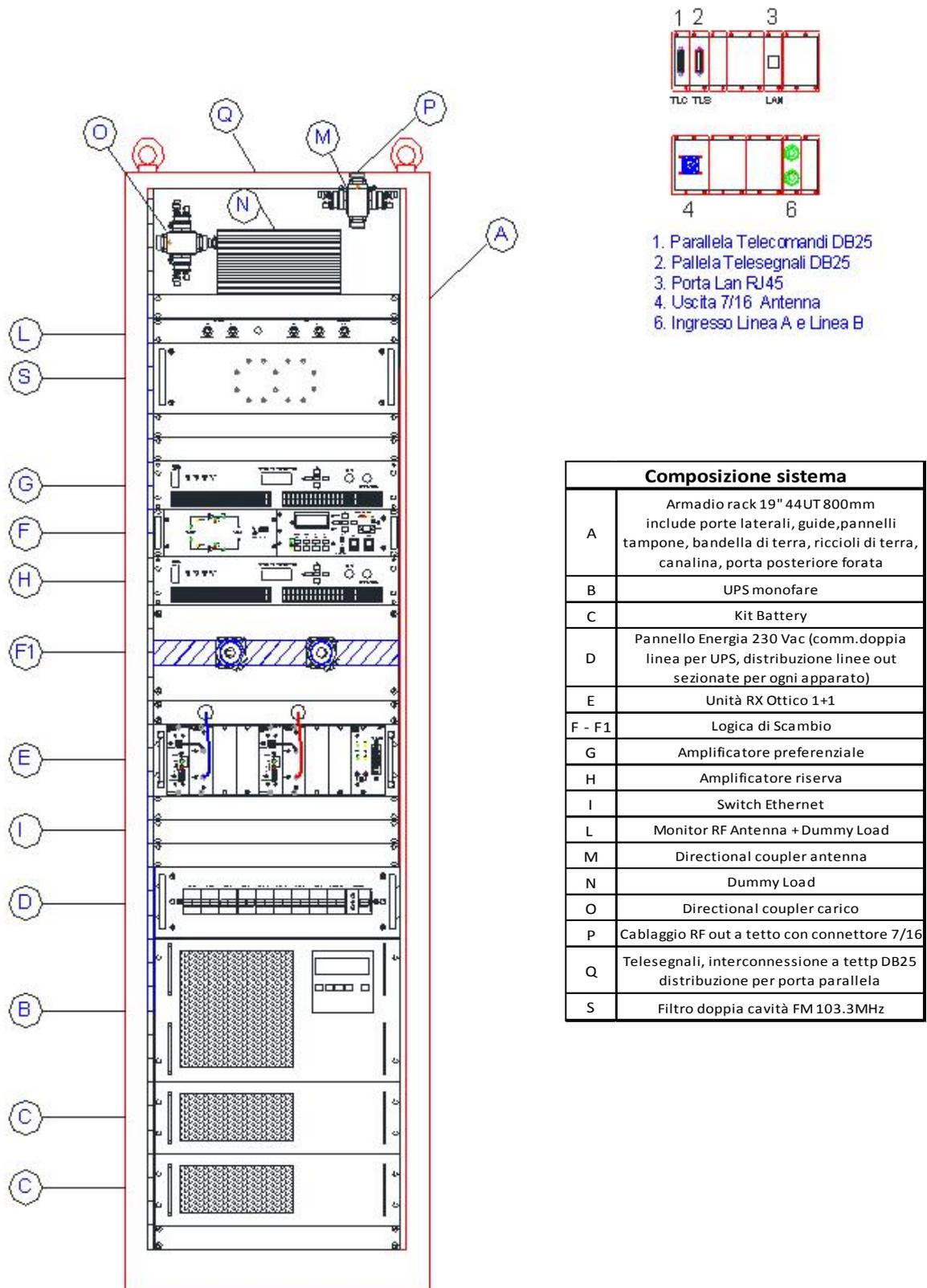
4.8. LAYOUT ARMADI

Di seguito sono riportati alcuni esempi di layout degli armadi da fornire.

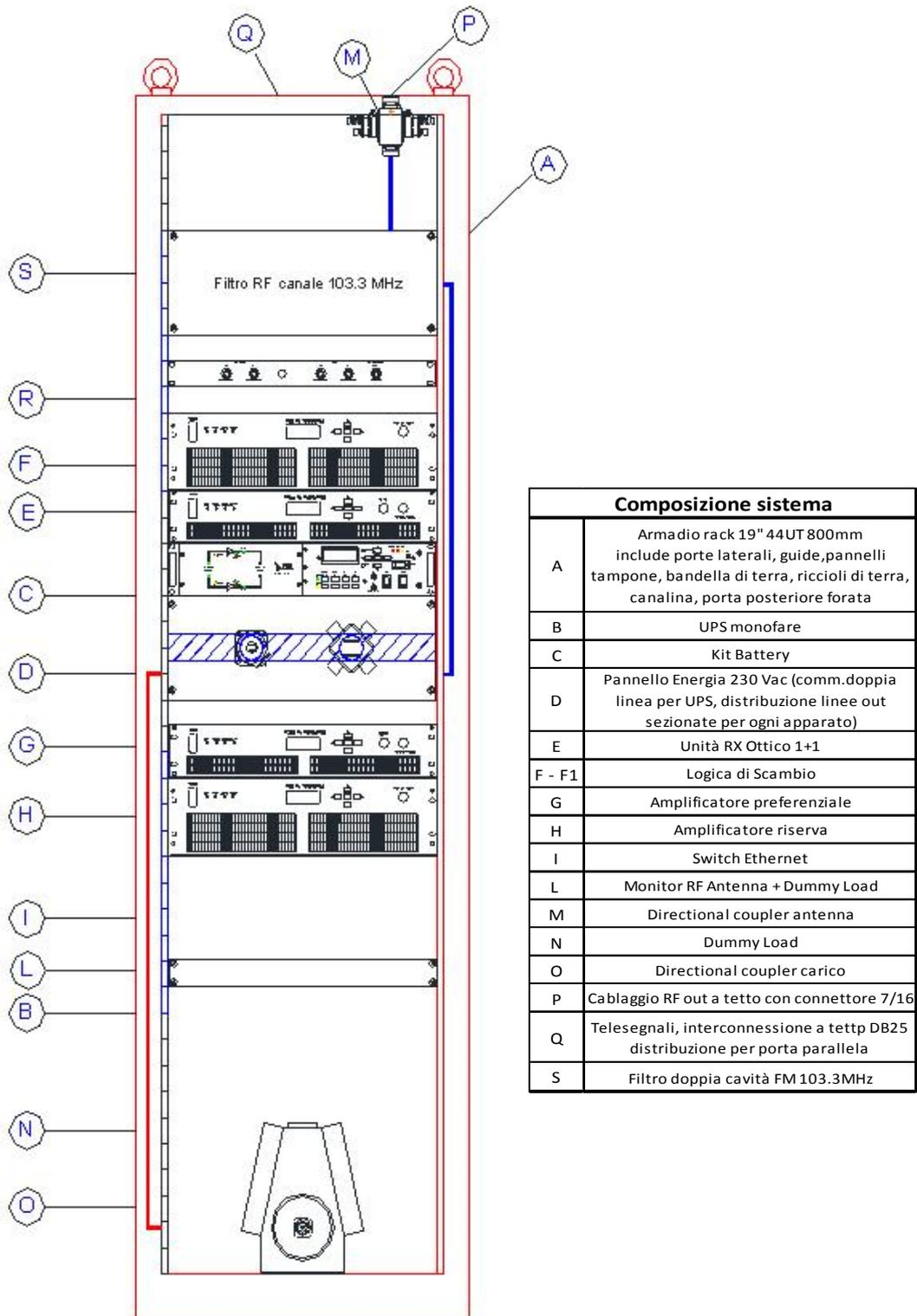
4.8.1. Armadio 30W



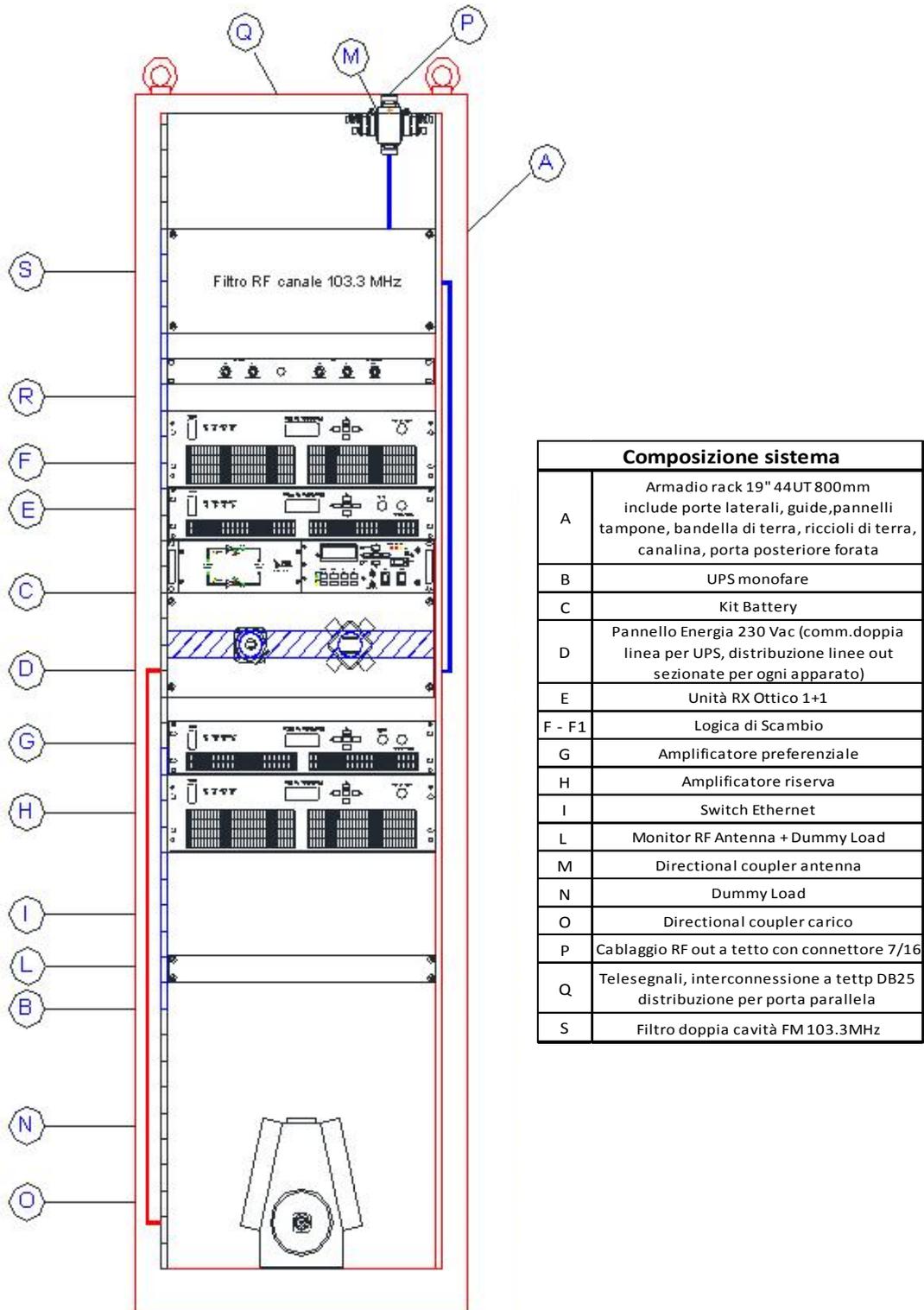
4.8.2. Armadio 300W



4.8.3. Armadio 500W



4.8.4. Armadio 1000W



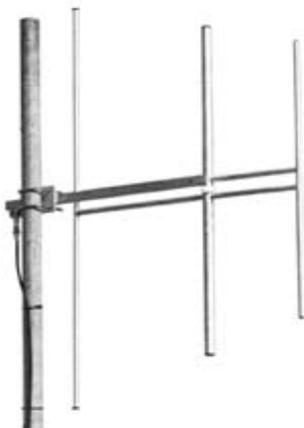
5. ALTRI COMPONENTI

5.1. ANTENNE

La diffusione del segnale RF può avvenire tramite sistema radiante composto da una o più antenne Yagi (con relativi ripartitori bilanciati o differenziati), tramite cavi radianti posti all'interno delle gallerie oppure tramite combinazione dei due sistemi citati.

Il sistema radiante costituito dalle antenne viene installato su pali di supporto e collegato tramite cavo coassiale *cellflex* da 1/2" o 7/8" agli apparati di diffusione, con le opportune riduzioni e connettori.

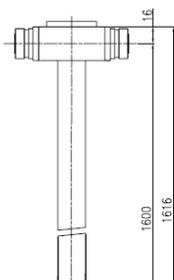
L'antenna individuata e dichiarata per i procedimenti autorizzativi delle autorità Comunali e Ministeriali deve avere caratteristiche elettriche e meccaniche pari o superiori al tipo K770777 KATHREIN ovvero:



Frequency range:	87.5 MHz – 108 MHz
VSWR:	< 1.3
Gain (ref. $\lambda/2$ dipole):	> 4 dB
Impedance:	50 Ω
Polarization:	Vertical
Max. power:	3 kW (at 40 °C)
Input:	N female 7-16 female
Weight:	13 kg
Wind load (at 160 km/h):	Frontal: 165 N Lateral: 165 N
Max. wind velocity:	225 km/h
Packing size:	1890 x 1550 x 92 mm

5.2. RIPARTITORE FM BILANCIATO

Il ripartitore FM bilanciato rappresentato è a un ingresso e due uscite e deve essere disponibile anche nelle versioni a 3 – 4 – 5 - 6 – 8 uscite e un ingresso. Le caratteristiche devono essere tali da permettere di operare in ambiente esterno non riparato e devono essere previsti per il montaggio almeno due bracci di circa 130 mm per l'ancoraggio a pali di diametro fino a 340 mm, con conseguenti due fasce metalliche (clamps) di uguale dimensione.



Range di frequenza:	87.5 – 108 MHz
Impedenza:	50 Ω
Return Loss:	≥ 26 dB
Insertion Loss:	0,05 dB
Input:	7/8"
Output:	7/16 F
Input Power:	2.5 KW
Temperatura:	-40° ÷ 70°

Materiali:	Esterno: ottone lucidato Conduttore interno: ottone placcato in argento, ottone placcato in berillio, ottone lucidato Isolante: teflon
------------	---

5.3. COMBINATORE/ SEPARATORE DI BANDA VHF/UHF

In caso di diffusione su cavo radiante in galleria, il segnale Isoradio può essere combinato con altri servizi disponibili sulla rete autostradale:

Canale Sociale:	68 – 74 MHz
Canale Polizia:	168 – 173 MHz
Canale Vigili del Fuoco:	410 – 424 MHz
Isoradio:	88 – 108 MHz

Si rende quindi necessaria l'installazione di un combinatore VHF/UHF in grado di combinare i vari contributi in ingresso al cavo radiante. Operazione inversa può essere fatta alla terminazione del cavo radiante, al fine di utilizzare i contributi residui come ingresso di antenne per irradiare in uscita dalla galleria.

Il combinatore/separatore di banda ha un ingresso lato cavo fessurato e 4 uscite verso i trasmettitori o le antenne di rilancio con le frequenze sopra riportate.

Le caratteristiche richieste sono le seguenti:

- Impedenza:	50 Ω
- VSWR:	< 1.4
- Isolamento:	>25 dB
- Potenza in ingresso su singola porta:	fino a 50 W
- Perdita d'inserimento su singola porta:	< 0,5 dB

5.4. UPS

Per ogni tipologia di armadio è richiesto un pacco batterie da integrare all'interno dell'armadio stesso e che garantisca un'autonomia di 4 ore. Di seguito le caratteristiche richieste per gli UPS.

5.4.1. Specifiche costruttive

- Tecnologia
 - UPS ad alta frequenza sia per lo stadio di ingresso che per quello di uscita
 - Logica di controllo a microprocessore
- Espandibilità
 - Possibilità di passaggio a configurazioni con potenza superiore, mediante l'aggiunta di uno o più moduli all'interno dello stesso contenitore, fino ad un massimo di 4.
 - Possibilità di aumentare l'autonomia mediante l'aggiunta di batterie supplementari entro contenute, fino ad un massimo di 4 serie di batterie da 12 V, 9Ah
- Interfaccia
 - Uscita su connettore a vaschetta 9 poli maschio, isolato SELV
 - Seriale RS232 standard per interfacciamento con PC tramite software di shutdown autodiagnostico.

- Uscita su connettore a vaschetta 9 poli femmina isolato SELV
 - Comando a distanza
 - Possibilità di accensione e spegnimento programmati e visualizzazione principali segnalazioni dell'UPS
 - Uscita su connettore a vaschetta 9 poli maschio, isolato SELV per collegamento con comando a distanza opzionale
- Protezioni
- Elettroniche contro sovraccarichi, cortocircuito ed eccessiva scarica delle batterie
 - Blocco del funzionamento per fine autonomia
 - Limitatore di spunto all'accensione
 - Sensore di corretto collegamento del neutro
 - Back-feed protection (isolamento elettrico di sicurezza della spina d'ingresso durante il funzionamento a batteria)
 - By pass sincronizzato
 - Statico automatico e manuale
 - Intervento per sovraccarico o anomalia di funzionamento

5.4.2. Specifiche ambientali

- Temperatura di funzionamento: da 0° a 40°C
- Grado di protezione (IEC529): IP21
- Rumore acustico ad 1 mt: < 40 dBA

5.4.3. Caratteristiche elettriche d'ingresso

- Tensioni nominali di ingresso: 230 V
- Gamma tensione di ingresso: da 184 V a 264 V con carico nominale, da 100 V a 264 V al 50% del carico nominale
- Frequenza nominale di ingresso: 50 o 60 Hz +2% (autosensing e selezionabile dall'utente)
- Fattore di potenza di ingresso: > 0.99 dal 20% del carico nominale
- Fattore di spunto: 100% della corrente nominale
- Numero di fasi in ingresso: monofase

5.4.4. Forma d'onda d'uscita

- In funzionamento a rete e batteria: sinusoidale
- Tipologia di funzionamento: no-break, on-line, doppia conversione con neutro passante

5.4.5. Caratteristiche elettriche di uscita in funzionamento a rete

- Tensione nominale di uscita: 230 V \pm 1%
- Frequenza nominale di uscita: 50 Hz / 60 Hz sincronizzata (auto sensing e selezionabile dall'utente)
- Fattore di cresta sulla corrente di uscita: 3,5
- Distorsione armonica totale della tensione di uscita sul carico nominale: < 0,5%

-
- Capacità di sovraccarico:
 - 300% per 1 secondo senza intervento del by-pass
 - 200% per 5 secondi senza intervento del by-pass
 - 150% per 30 secondi senza intervento del by-pass
 - Numero di fasi d'uscita: monofase

5.4.6. Caratteristiche elettriche di uscita in funzionamento a batteria

- Tensione nominale di uscita: 230 V \pm 1%
- Frequenza nominale di uscita: 50 Hz / 60 Hz \pm 1% (autosensing e selezionabile dall'utente)
- Distorsione armonica totale della tensione di uscita: <1%
- Capacità di sovraccarico: 160% per 15 secondi
- Sezionatore Rete / UPS (per eseguire la manutenzione dell'UPS deve essere possibile sezionare l'UPS dalla rete attraverso un BY PASS).

5.4.7. Normative di riferimento

- EN 62040-1-1
- EN 50091-2 (classe A)
- EN 50091-2 (classe B)
- EN 62040-3

6. NORMATIVA

Oltre a quanto già esplicitato nel corso del documento per i singoli componenti, il sistema nel suo complesso deve 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).

7. COLLAUDO

La procedura di collaudo di quanto oggetto del presente Contratto sarà articolata in due fasi, secondo le modalità di seguito indicate:

7.1. COLLAUDO IN FABBRICA

Il personale dell'ufficio competente di Autostrade per l'Italia effettuerà il collaudo in fabbrica di quanto fornito per riscontrarne la rispondenza con quanto richiesto e con i prototipi nell'ultima versione approvata; in tal caso verrà redatto apposito verbale, che dovrà essere controfirmato da entrambe le Parti. A tal proposito la Contraente comunicherà, con almeno 7 gg di preavviso, ad Autostrade per l'Italia la data e l'ora per effettuare il collaudo. Nell'eventualità in cui venissero riscontrati vizi palesi od occulti della fornitura, gli stessi saranno denunciati contestualmente alla Contraente affinché la Contraente stessa possa provvedere alla loro correzione entro i successivi 5 giorni. Ogni giorno di ritardo oltre il termine predetto verrà conteggiato come ritardo ai fini dell'applicazione delle penali.

È fatta salva la facoltà della Committente di risolvere il contratto ed escutere la garanzia fideiussoria in caso di mancata eliminazione dei vizi nei termini anzi detti o in caso in cui gli stessi persistano anche in esito all'intervento della Contraente.

7.2. COLLAUDO IN SITO

Il personale dell'ufficio competente di Autostrade per l'Italia si riserva il diritto di effettuare il collaudo funzionale in sito di quanto fornito per riscontrarne la rispondenza con quanto richiesto; in tal caso verrà redatto apposito verbale, che dovrà essere controfirmato da entrambe le Parti. Nell'eventualità in cui venissero riscontrati vizi palesi od occulti derivanti dall'attività di installazione, gli stessi saranno denunciati entro 60 giorni alla Contraente affinché la Contraente stessa possa provvedere alla loro correzione entro i successivi 15 giorni. Ogni giorno di ritardo oltre il termine predetto verrà conteggiato come ritardo ai fini dell'applicazione delle penali.

È fatta salva la facoltà della Committente di risolvere il contratto ed escutere la garanzia fideiussoria in caso di mancata eliminazione dei vizi nei termini anzi detti o in caso in cui gli stessi persistano anche in esito all'intervento della Contraente.