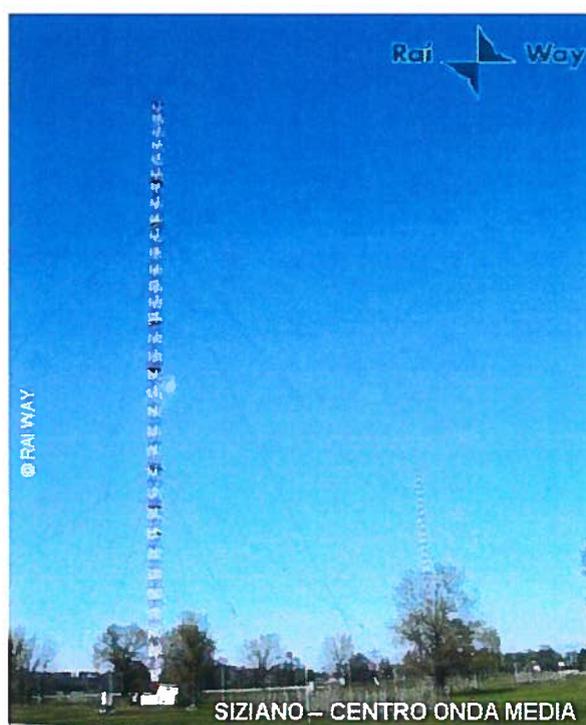


# IL CENTRO TRASMITTENTE ONDA MEDIA DI MILANO SIZIANO

PASSATO, PRESENTE E FUTURO



Raccolta di articoli, note tecniche e documentazione a cura di:

Ing. Alessandro Laera – Rai Way - Ingegneria

Ing. Antonello Sedini – Rai Way - Gestione Reti

Milano – Settembre 2005

## IL PASSATO

(impianti TX OM 50 kW anni '30 e 600 kW anni '60)

# IL NUOVO TRASMETTITORE DI MILANO

La grandiosa rete radiofonica italiana, costituita oggi da ben undici stazioni, sette delle quali intercollegate da cavi musicali, voluta dal Governo fascista e realizzata in due anni di febbrile lavoro dall'Eiar, sta per essere coronata dall'inaugurazione della nuova grande trasmittente milanese.

Questa stazione, della potenza di 50 kW-antenna, è gemella di quella di Roma (Santa Palomba), Fornitrice è la Radio Corporation of America.

Una questione molto importante che si presenta nella installazione del trasmettitore radiofonici in genere, e in particolare di quelli di grande potenza, è la posizione del trasmettitore stesso nei rispetti della grande città che, per molteplici ragioni di esercizio, gli deve essere vicina.

Un'eccessiva vicinanza della città nuocerebbe per due ragioni principali: anzitutto l'intensità del campo elettromagnetico nella città sarebbe talmente forte da impedire ai radio-amatori un'utile ricezione di stazioni lontane, anche facendo uso di apparecchi a buona selettività; secondariamente la attenuazione dei segnali nella direzione della città stessa e la conseguente deformazione del campo sarebbero

di grave danno per la portata utile del trasmettitore.

Occorre quindi studiare accuratamente, caso per caso, la posizione più conveniente del trasmettitore, cercando di conciliare con le esigenze ora esposte anche quelle derivanti dalla necessità di ottenere la massima radiazione di energia possibile e cioè: resistenza del suolo, prossimità di montagne o del mare, ecc.

La località scelta per l'erezione del nuovo trasmettitore trovasi presso il paese di Siriano, a circa 16 Km. al Sud di Milano, sulla strada provinciale Milano-Pavia. La stazione sorge quindi al centro di una vasta pianura a terreno umidissimo (risale), ottimo dal punto di vista radio-elettrico. L'esattezza dei criteri seguiti per la scelta della località d'impianto della stazione è stata confermata dal fatto che l'intensità di ricezione nella città di Milano del nuovo trasmettitore da 50 kW. di Siriano è solo leggermente superiore a quella del vecchio trasmettitore da 7 kW. di Vigentino distante circa 4 Km.

Tutto il macchinario costituente il trasmettitore è ospitato in un elegante e razionale edificio a tre piani in stile moderno prospiciente la provinciale Milano-Pavia. In tale edificio trovano posto anche

le abitazioni del personale tecnico addetto alla stazione.

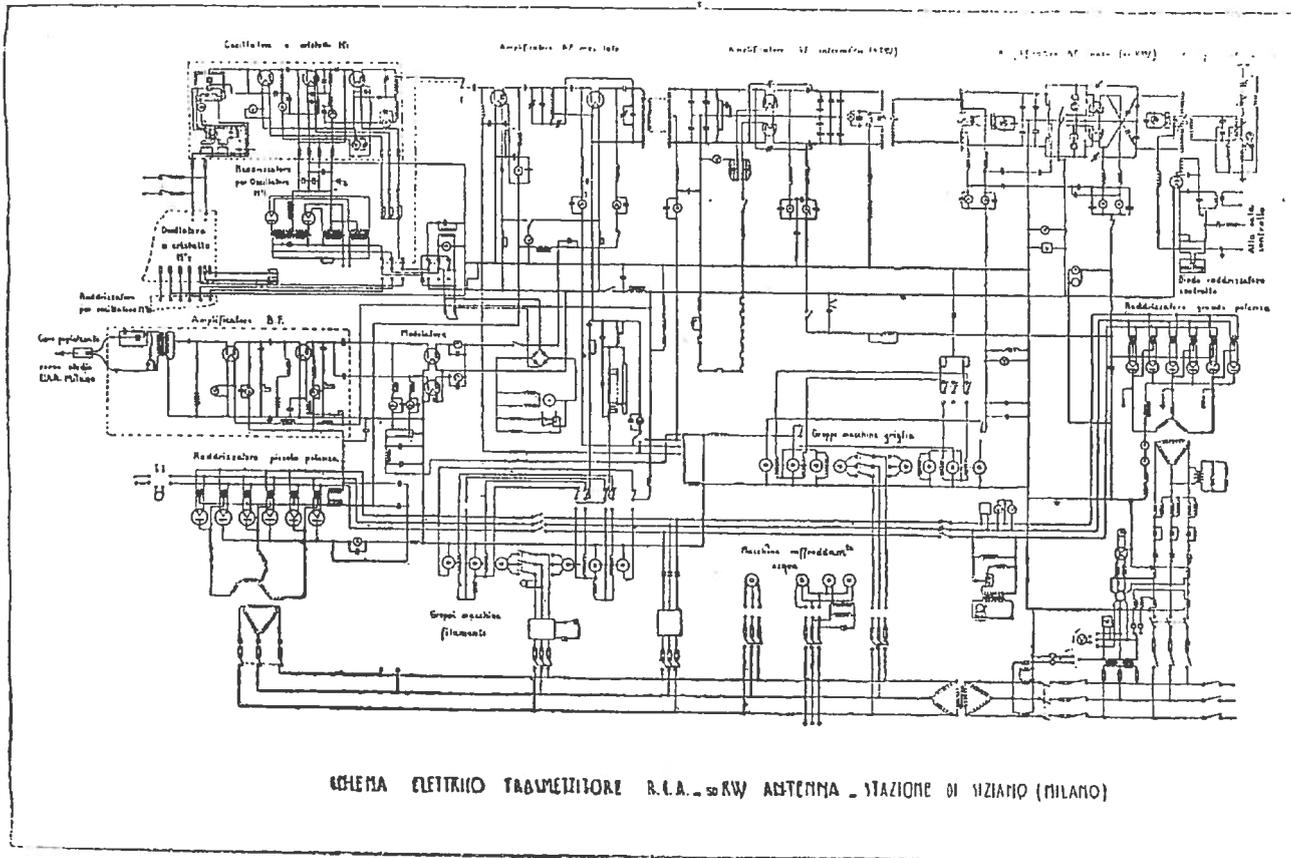
Il trasmettitore di Siriano è collegato con gli uffici tecnici dell'Eiar di Milano, in via Gorradini (ove sono installati gli amplificatori microfonic), mediante uno speciale cavo pupinizzato, a quattro coppie schermate, avente caratteristiche elettriche tali da assicurare un'uniforme trasmissione di tutta la gamma di frequenze compresa fra 30 e 10.000 periodi. Tale cavo segue quasi totalmente un percorso aereo su palfissione propria; l'ultimo tratto di circa un chilometro in prossimità del trasmettitore passa però in sede sotterranea onde evitare fenomeni di induzione dall'alta frequenza irradiata.

L'energia elettrica necessaria al funzionamento dell'intero trasmettitore (circa 300 kW.) viene adottata alla tensione di 3600 V. mediante due cavi (uno di riserva) trifasi sotterranei facenti capo ad una cabina di trasformazione sorgente a circa un chilometro di distanza: a questa cabina fanno capo due distinte linee primarie ad alta tensione rapidamente commutabili onde assicurare la necessaria riserva d'alimentazione.

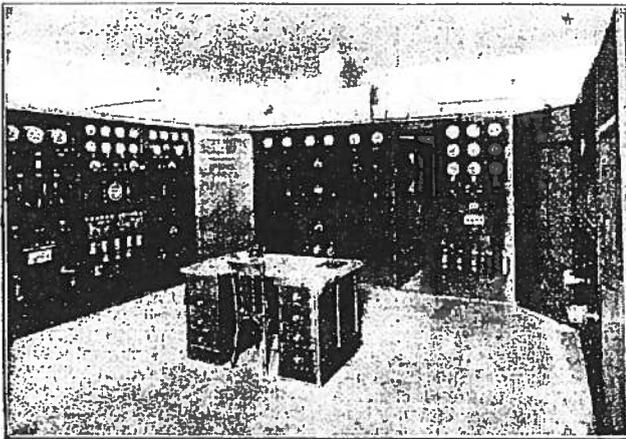
L'energia in arrivo alla tensione di 3600 Volt viene inviata in un

gruppo convertitore costituito da un motore sincrono alimentato a 3600 Volt-42 periodi, direttamente accoppiato ad un alternatore capace di erogare 300 kW. a 2300 Volt-50 periodi; l'alternatore è provvisto di un dispositivo di regolazione rapida automatica della tensione, agente nell'eccitazione dell'alternatore stesso. Inoltre, per effetto di inerzia meccanica dovuta alla massa volante del gruppo convertitore sono alternate e smorzate tutte le rapide e brevi variazioni di tensione e frequenza della rete d'alimentazione. Un secondo gruppo è installato come riserva. E' possibile in tal modo alimentare il trasmettitore con tensione assolutamente costante, cosa d'importanza capitale per il regolare ed efficiente funzionamento di un trasmettitore radiofonico di grande potenza. L'energia elettrica in arrivo a 3600 Volt-42 periodi viene altresì inviata in una piccola cabina di trasformazione destinata ad alimentare i circuiti d'illuminazione e servizi ausiliari.

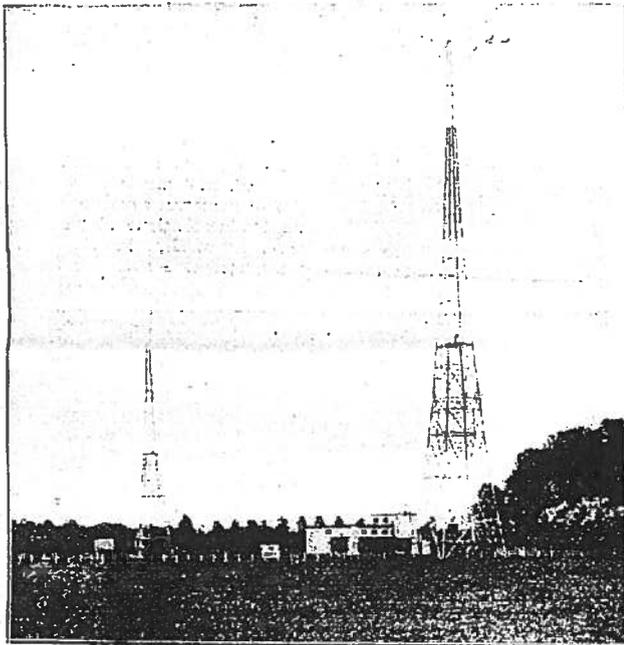
I due gruppi convertitori, ora ora descritti, unitamente al loro quadro di manovra, sono installati in un luminoso salone al piano terreno. In un'altra grande sala al piano terreno è sistemato tutto il



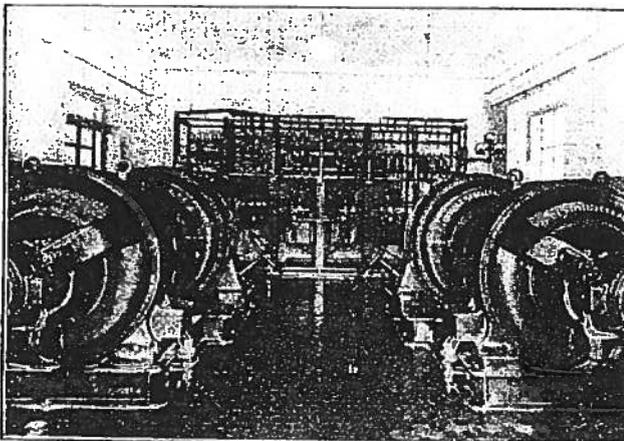
SCHEMA ELETTRICO TRASMETTITORE R.C.A. - 50 KW ANTENNA - STAZIONE DI SIRIANO (MILANO)



Sala pannelli alta frequenza.



Vista generale dal lato posteriore del trasmettitore di Sizzano.



Sala gruppi convertitori.

macchinario e le apparecchiature elettriche destinati ad alimentare i vari organi del complesso radioelettrico costituente il trasmettitore vero e proprio, sistemato al piano superiore.

In questa seconda sala terrena sono quindi sistemati due gruppi rotanti (uno di riserva) destinati a fornire varie tensioni continue di griglia e due altri gruppi rotanti (uno di riserva) destinati a fornire la corrente continua necessaria per l'accensione del filamento di diversi triodi del trasmettitore: i circuiti alimentati da questi gruppi risultano dallo schermo elettrico generale qui riprodotto.

Nella stessa sala trovano posto gli avviatori automatici comandati a distanza di detti gruppi, i trasformatori elevatori a 20.000 Volt per l'alimentazione del raddrizzatore di potenza a vapore di mercurio, le impedenze ed i condensatori del relativo filtro livellatore, un regolatore di tensione automatico ad induzione per il raddrizzatore di potenza, diverse altre macchine elettriche per servizi ausiliari ed un grande quadro di controllo e regolazione dei due gruppi convertitori sopra accennati.

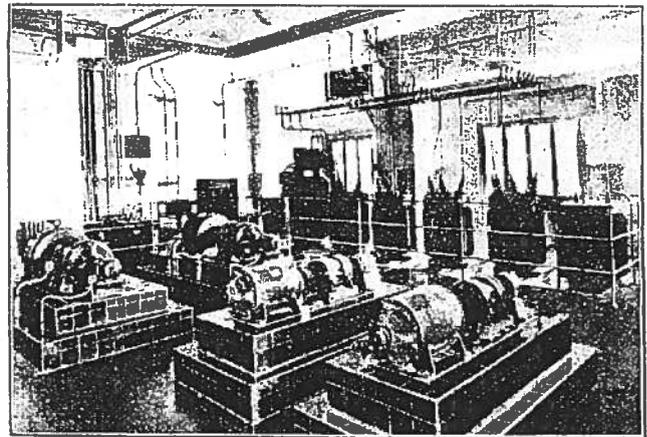
Tutti i gruppi rotanti sono montati su basamenti isolanti onde impedire la trasmissione delle vibrazioni meccaniche che nuocerebbero alla purezza dell'emissione radiofonica. Attigue alla sala macchine ora descritta si trovano parecchie altre salette ospitanti le batterie

di accumulatori (accensione filamenti e tensione anodica dell'amplificatore terminale del cavo musicale e primi stadi del trasmettitore), le pompe centrifughe, serbatoi e radiatore per l'acqua di raffreddamento di alcune valvole del trasmettitore, magazzino valvole e parti di riserva.

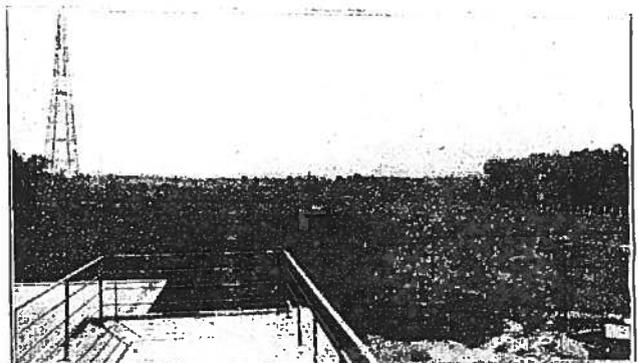
In un salone immediatamente soprastante la sala macchine sono sistemati i vari pannelli racchiudenti gli organi ad alta frequenza e tutte le valvole termoioniche (diodi, triodi, tetrodi) facenti parte del trasmettitore.

Il principio sul quale è fondato il funzionamento di questo impianto è il seguente: un generatore a valvola a bassa potenza controllato da un cristallo piezoelettrico assicura la generazione costante dell'onda supporto (metri 441): questa viene, dopo una opportuna amplificazione, modulata dalle frequenze acustiche convenientemente amplificate provenienti dal microfono; in seguito, questa onda modulata viene successivamente amplificata alla potenza di 5 ed indici di 50 kW. per essere poi immessa nel circuito d'aereo.

Il cristallo stabilizzatore della frequenza è montato in uno speciale compartimento in cui la temperatura è mantenuta costante mediante un riscaldatore elettrico regolato termostaticamente. Due di queste unità esistono normalmente nell'impianto in modo da poter istantaneamente sostituirne una



Dettaglio sala macchine.



La linea di trasmissione ad alta frequenza e la cabina d'accordo d'antenna.

chiffetosa. Il cristallo oscillatore è direttamente accoppiato ad una valvola di piccola potenza (10 Watt) la quale è accoppiata col sistema ad induttanza aperiodica ad una valvola schermata, avente i propri circuiti di griglia e placca esattamente accordati sulla frequenza voluta. In tal modo viene evitata qualsiasi azione riflessa di bruschi sbalzi di tensione dovuti alla risonanza. Segue poi un altro stadio amplificatore a valvola schermata. Il complesso ora accennato dell'oscillatore a cristallo e relative valvole è alimentato separatamente in modo che può essere messo in azione mentre il resto dell'impianto è fermo.

A questo complesso segue un ulteriore stadio amplificatore a valvola schermata di maggiore potenza.

L'energia ad alta frequenza amplificata da quest'ultima valvola viene modulata col sistema classico a corrente costante (Heising) mediante due valvole modulatrici dello stesso tipo connesse in parallelo. Gli organi costituenti questo complesso modulatore sono dimensionati in modo da ottenere il 100 per cento di modulazione della frequenza generata, senza distorsione.

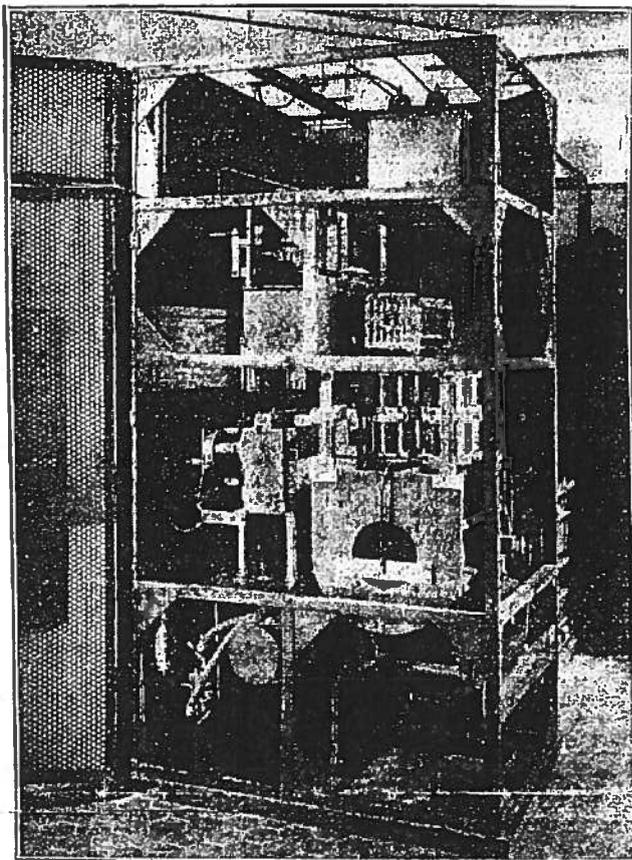
In particolare, nel circuito anodico del triodo amplificatore modulato è inserita una resistenza *shuntata* da un condensatore di grande capacità destinata a ridurre la tensione di placca di quest'ultimo triodo a circa la metà di

quella applicata alla placca del modulatore.

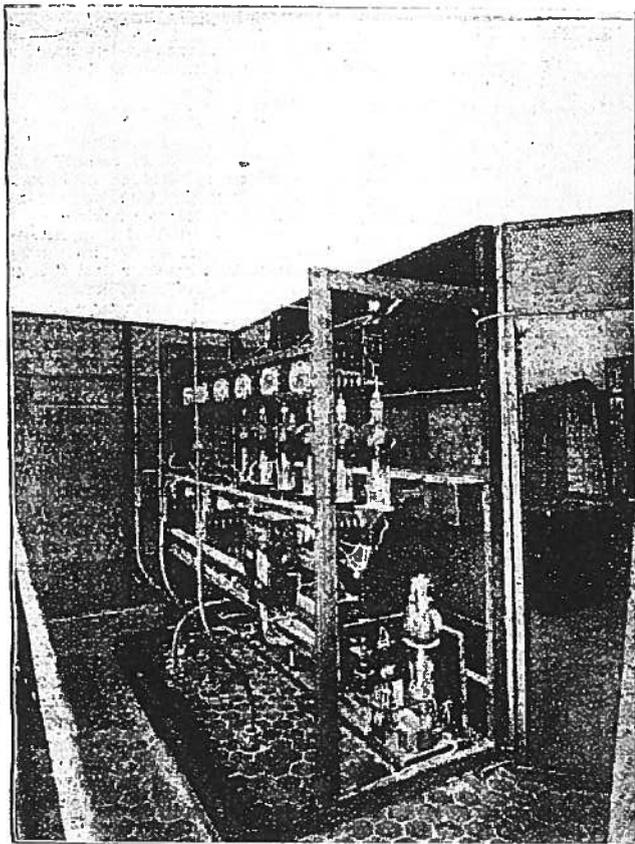
L'energia ad alta frequenza modulata passa poi ad un amplificatore da 5 kW. costituito da due triodi raffreddati ad acqua funzionanti in classe B in un circuito simmetrico neutralizzato.

L'uscita di questo amplificatore alimenta, per tramite di una breve linea di trasmissione ad alta frequenza, l'ultimo stadio di potenza costituito da due grandi valvole di specialissima costruzione (100 kW. massimi ciascuna) pure connesse in circuito simmetrico neutralizzato. Queste valvole di grande potenza richiedono una corrente di accensione del filamento di 207 Amp. con una tensione di 33 Volt (corrente continua) ed assorbono ciascuna una corrente anodica di 4 Amp. con 18.000 Volt. Sono alte circa due metri; la placca è di rame, raffreddata ad acqua, e l'ingresso dei conduttori del filamento è raffreddato mediante un getto d'aria. È interessante notare come nel funzionamento di tali valvole di grande potenza vengono esaltati molti fenomeni secondari, per lo più trascurabili nel caso di valvole di piccola e media potenza. Il più importante fra tali fenomeni è l'effetto *dinatron* dovuto all'emissione secondaria della griglia fortemente riscaldata, che dà talvolta luogo ad innesci di autooscillazioni parassite.

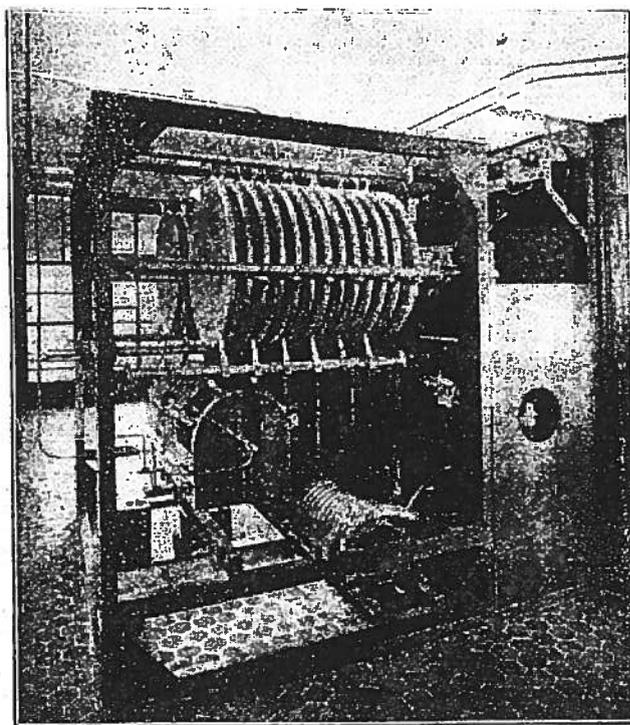
Per sopprimere tale effetto nell'amplificatore da 50 kW. si è ri-



Vista posteriore pannello amplificatore intermedio (5 kW.).



Vista posteriore pannello raddrizzatore di potenza (18.000 Volt - 10 Amp.).



Vista posteriore pannello amplificatore di potenza (50 kW.).

corso all'inserzione fra griglia e filamento dei due triodi di potenza, di un diodo di piccola potenza (200 Watt circa) con la placca collegata alla griglia del triodo attraverso una resistenza di valore adatto.

Quando per effetto dei valori massimi (cresta) delle oscillazioni eccitanti la griglia la corrente di griglia, superato il suo valore massimo, tende ad invertirsi per effetto dell'emissione secondaria, interviene l'effetto di conducibilità unilaterale del diodo protettivo che deriva attraverso il suo circuito l'energia ad alta frequenza creata e che, circolando nel circuito di griglia principale, darebbe luogo ad innesco d'oscillazioni.

In definitiva la caratteristica di griglia viene ad assumere, in virtù della presenza del diodo, un andamento pressoché rettilineo a vantaggio della stabilità di funzionamento.

Le due valvole di potenza, montate in un circuito simmetrico (push-pull) neutralizzato, lavorano come amplificatrici di classe B. In questo tipo di funzionamento la tensione polarizzante negativamente la griglia è di valore tale da annullare quasi totalmente la corrente anodica. In tale condizione solo le semionde positive della tensione alternativa ad alta frequenza, provenienti dallo stadio precedente, vengono utilizzate in modo da produrre corrispondenti impulsi di corrente anodica, analoghi a semionde di corrente oscillatoria raddrizzata. I valori massimi della tensione alternativa eccitante normalmente invadono la regione positiva delle tensioni di griglia, dando luogo ad una corrispondente corrente di griglia. Allo scopo di ridurre le armoniche che verrebbero necessariamente a prodursi nel circuito d'uscita, vengono appunto utilizzate due valvole in circuito simmetrico, in modo da utilizzare entrambe le semionde della tensione eccitante per poi fonderne gli effetti in un unico circuito volano di grande capacità al quale è accoppiata induttivamente la linea di trasmissione.

L'alimentazione delle valvole dell'impianto viene fatta per mezzo di macchine generatrici a corrente continua, per quanto riguarda i filamenti e le tensioni di griglia. La tensione anodica è invece ottenuta raddrizzando la corrente di distribuzione a 45 periodi, opportunamente survoltata, mediante speciali raddrizzatori a vapore di mercurio a catodo riscaldato. In questo impianto esistono tre tipi di tali raddrizzatori: uno monofase forante 600 Volt per l'alimentazione del complesso generatore a cristallo, uno trifase a 3000 Volt per l'alimentazione degli stadi di amplificazione intermedi ed il modulatore, uno trifase da 18.000 Volt per l'alimentazione dei due ultimi stadi di amplificazione.

Tali raddrizzatori sono particolarmente interessanti per la loro piccolissima caduta di tensione interna con conseguente altissimo rendimento; questa preziosa caratteristica consente di ridurre grandemente le dimensioni dei diodi raddrizzatori, oltre che eliminare qualsiasi dispositivo di raffreddamento forzato.

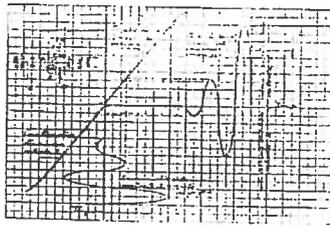


Diagramma schematico di funzionamento di due valvole amplificatrici di classe B con circuito simmetrico.

Sia per il raddrizzatore di media potenza che per quello di grande potenza, entrambi trifasi, vengono usate due ampolle in serie su ciascuna fase. Il raddrizzatore di media potenza è alimentato da un unico trasformatore trifase, mentre quello di grande potenza è alimentato da tre trasformatori monofasi coi primari collegati a triangolo ed i secondari a stella.

Tutto il complesso sopra descritto è montato in una serie di pannelli affiancati: le varie illustrazioni qui riprodotte danno una idea dell'impianto.

L'avviamento dell'intero impianto avviene sia automaticamente che manualmente con legge progressiva a mezzo di «relais» e con sistemi di blocco in modo da evitare qual-

siasi operazione errata. Così pure l'accesso ai pannelli è subordinato all'interruzione di tutti i circuiti elettrici ad alta tensione in modo da garantire pienamente l'incolumità del personale addetto.

L'uscita dell'amplificatore finale di potenza è collegata con accoppiamento induttivo ad una linea di trasmissione ad alta frequenza lunga circa 100 metri. Tale linea bifilare simmetrica, sorretta da una palificazione in legno, fa capo ad una cabina in muratura contenente gli organi di accoppiamento della linea stessa con l'antenna. E' questa una pratica ormai corrente nei moderni radio-trasmittitori, ed ha gli scopi seguenti:

1) Creare le migliori condizioni di irradiazione del sistema antenna-terra;

2) Assicurare le migliori condizioni di trasferimento dell'energia dall'amplificatore di potenza all'antenna;

3) Ridurre enormemente la radiazione di armoniche dell'onda di funzionamento.

Sempre allo scopo di ridurre la radiazione di armoniche, la sala contenente i pannelli ad alta frequenza e la cabina di accordo dell'antenna sono completamente schermate (pavimento pareti, soffitto) con rete di rame messa a terra.

L'antenna è del tipo a T (m. 86

parte verticale; m 2x7 parte orizzontale) totalmente unifilare. L'onda propria di oscillazione di tale antenna è di m. 5; per funzionare quindi sull'onda di servizio di metri 331,6 è stato predisposto alla base un opportuno condensatore variabile di accorciamento.

Queste condizioni di funzionamento (% servizio = 0,76 % propria) permettono di ottenere le migliori condizioni di irradiazione dell'antenna, favorendo quanto più possibile la radiazione in senso orizzontale (raggio diretto) nei rispetti della radiazione in direzione più o meno inclinata sull'orizzonte (raggio indiretto).

E' questa la condizione atta ad assicurare il miglior servizio di una stazione per radiodiffusione circolare. La resistenza equivalente in alta frequenza ( $Z = 331,6 \text{ m.}$ ) dell'antenna di Siriano è di 90 Ohm circa: con 50 kW. dissipati si ha quindi una corrente d'aereo di 22 Amp. per l'onda supporto non modulata. L'antenna è sorretta da due torri in traliccio d'acciaio non controventate, alte 100 metri, distanti 250 m. Queste torri presentano il particolare interessante di essere sezionate a circa 30 metri d'altezza mediante quattro speciali isolatori di porcellana, a ridottissima capacità elettrica, ai quali quindi si appoggia la rimanente porzione di torre.

Questo sezionamento isolante ha il duplice scopo di isolare dal suolo i 2/3 della torre sottoposti al più intenso campo ad alta frequenza, e frazionare l'antenna metallica costituita dalla torre stessa in modo da ridurre grandemente il periodo di risonanza elettrica, allontanando il più possibile dall'onda di servizio della stazione e dalla seconda armonica di essa.

Le torri d'antenna della stazione di Siriano sono inoltre costruite secondo un profilo parabolico che consente la massima utilizzazione del materiale: la quantità di materiale metallico (acciaio dolce) impiegata è così relativamente piccola (notevolmente inferiore a quella impiegata per torri di uguale altezza a profilo rettilineo).

Ciò porta ad una sensibile riduzione dell'assorbimento inevitabile d'energia ad alta frequenza causato dalle torri metalliche sostenenti l'antenna.

Le particolari caratteristiche dell'antenna e delle relative torri di sostegno contribuiscono a rendere la propagazione dell'energia ad alta frequenza quanto più possibile uniforme in tutte le direzioni.

La presa di terra è costituita da un sistema di conduttori radiali (lunghi ciascuno circa 60 m.) convergenti verso la cabina d'accordo d'antenna interrati a 30 cm. di profondità. La natura del suolo è, come già è stato detto, ottima dal punto di vista radioelettrico, poiché la zona in cui sorge la stazione è fittamente intersecata da numerosi canali d'irrigazione che mantengono il terreno costantemente umido. Misure d'intensità di campo effettuate in questi giorni a circa 50 chilometri al Nord di Milano hanno accertato l'esistenza di un campo elettromagnetico d'intensità tripla di quello prodotto dalla vecchia stazione di Vigentino.

## UN CONCORSO PER OPERE LIRICHE DELLA CORPORAZIONE DELLO SPETTACOLO

ROMA, 18 ottobre, pom.

La Corporazione dello spettacolo, presieduta dall'on. Gino Pierantoni, nell'odierna seduta di Commissione per l'arte lirica, in occasione del Decennale della Rivoluzione, ha iniziato i suoi lavori elevando il suo pensiero a S. E. il Capo del Governo e Duce del Fascismo, confermando i sentimenti della sua profonda devozione, assicurando che i problemi dello spettacolo, intimamente connessi con quelli che toccano larga parte dell'attività artistica e culturale del Paese, sono affrontati dall'organo corporativo con senso di responsabilità, nella certezza che anche in questo ramo di attività le vie aditate dal Duce condurranno alle mete prefisse. La Corporazione ha preso in esame ed ha fatto le opportune proposte per le sovvenzioni ai teatri lirici delle città minori. Saranno distribuite lire 575.000, che messe insieme alle 500.000 già elargite in quest'anno, formano un totale superiore ad un milione, di cui ha beneficiato l'arte lirica.

Si è discussa ed approvata indi la proposta formulata dalla presidenza in merito alla rappresentazione delle opere liriche nuove. In proposito la Corporazione, in collaborazione con l'Esposizione triennale di Milano, bandirà un Concorso per le opere liriche nuove. La scelta delle opere presentate sarà affidata ad una Commissione di musicisti e di esperti, presieduta dal conte San Martino di Valperga. Esse, che non potranno superare il numero di quattro, saranno eseguite senza scene e senza costumi, ma con cantanti, orchestra e cori, nel Teatro della Triennale. Ad assistere a tale esecuzione, che determinerà il definitivo giudizio del Concorso, sarà invitato il pubblico.

L'opera o le opere vincitrici saranno poi eseguite in un teatro di Roma e in uno di Torino o di Milano, a cura dell'Ente Italiano Audizioni Radiofoniche (E.I.A.R.).

Al termine dei lavori è intervenuto in seno alla Commissione il Sottosegretario di Stato alle Corporazioni S. E. Biagi, il quale ha preso atto con compiacimento delle deliberazioni adottate ed ha impartito le direttive da seguire per l'ulteriore lavoro nel campo delle attività proprie della Corporazione.

Come i nostri lettori sanno, alla licenza-abbonamento alle radioaudizioni è stata aggiunta una tassa supplementare di lire cinque; tale contributo ha consentito alla Corporazione dello spettacolo di assegnare ai teatri lirici le sovvenzioni di cui è cenno nel presente comunicato.

### I professionisti dell'Etere

**N**el quadro delle attività di Sezione annualmente programmate, i soci dell'ARI di Vigevano si sono recati in visita agli impianti del Centro Trasmettente ad Onde Medie della RAI di Sizzano (MI). Il numeroso gruppo dei partecipanti è stato gentilmente accolto dall'ing. Marino Riccardi (capo struttura RAI per le alte frequenze) e dal sig. Francesco Vitarelli (responsabile del centro trasmettente), i quali accompagnando i convenuti hanno fornito esaurienti spiegazioni riguardanti il complesso. Senza ombra di dubbio un'esperienza interessante, che ha dato modo di comprendere il funzionamento di un impianto trasmettente di grandi dimensioni.

Infatti la potenza erogata è di 600 kW in AM sulla frequenza di 900 kHz (Milano 1), mentre l'altro TX del complesso di "soli" 50 kW lavora sulla frequenza di 1035 kHz (Milano 2).

Le antenne usate sono praticamente due tralicci di 145 m opportunamente isolati da terra e con oltre 220 radiali interrati, alla base delle antenne si trova anche il sistema automatico d'accordo.

Date le dimensioni, si è praticamente potuto "camminare" all'interno del TX attraversando così i vari stadi, dall'oscillatore al modulatore, allo stadio RF fino ad arrivare alle grandi antenne dalle quali il segnale viene irradiato.

Vorremmo dalle pagine di Radio Rivista ringraziare la RAI ed in modo particolare l'ing. Riccardi ed il sig. Vitarelli per aver permesso tale visita, dandoci altresì modo di constatare la grande professionalità del personale tecnico impiegato, nonché la sincera passione per il lavoro che svolgono. Pensando di fare cosa gradita ai lettori di R.R. è stato chiesto al responsabile di fornirci una breve descrizione sul funzionamento e sulla storia del centro trasmettente, pertanto le note che seguono sono state redatte dal sig. Vitarelli al quale va la nostra stima per la cortesia e disponibilità dimostrate. *La Sezione ARI di Vigevano*

### Il Centro Trasmettente ad Onde Medie della RAI a Sizzano

#### 1 - Cenni storici

Il 27 agosto 1924 nasce l'URI - Unione Radiofonica Italiana, prima denominazione che diventerà in seguito EIAR - Ente Italiano Audizioni Radiofoniche (dal 15 gennaio 1928), poi RAI - Radio Audizioni Italia (dal 26 ottobre 1944) e infine RAI - Radiotelevisione Italiana (dal 10 aprile 1954).

La prima stazione radiofonica entra in funzione a Roma, con l'avvio di trasmissioni regolari, il 6 ottobre 1924 con la potenza di 1,5 kW.

L'8 dicembre 1925 entra in funzione la stazione di Milano con una potenza di 1,2 kW. Le trasmissioni avvengono su una lunghezza d'onda di 320 m (937 kHz). La portata massima con propagazione ionosferica, in assenza di interferenze, consente un'audizione perfetta fino a 2000 km. La stazione di Milano, a differenza di quella di Roma, raccoglie in una sola località sia gli impianti tecnici che quelli artistici.

L'11 dicembre 1927 l'impianto di Milano è potenziato nella stazione di Vigentino con un trasmettitore di 7 kW di potenza sulla lun-

ghezza d'onda di 549 m (546 kHz). La nascita del Centro Trasmettente Radiofonico ad Onde Medie di Sizzano (PV) risale al 30 ottobre 1932, allorché si decide di sostituire il vecchio trasmettitore, che si trova al Vigentino ed irradia i programmi radio di Milano 1 (MI1), con un allora modernissimo e potente trasmettitore di 50 kW di costruzione R.C.A. La stazione è denominata Milano 2 e trasmette sulla lunghezza d'onda di 331 m (905 kHz).

Alla fine della ostilità della seconda Guerra Mondiale, la rete radiofonica è ridotta dalle 34 stazioni ad onda media attive nel 1942 a solamente 12 stazioni, con potenza complessiva di 129 kW, tra cui la stazione di Sizzano.

Sullo slancio della rinascita dell'Italia nel 1952 il MI1 viene rimpiazzato da un trasmettitore Marconi di 150 kW, imponente esempio allora di modulazione di ampiezza ad alto rendimento, equipaggiato con tetrodi finali raffreddati a vapore.

Caratteristiche principali di questo trasmettitore sono l'alto rendimento globale,

intorno al 60%, e l'ottima linearità. Si pensa inoltre di utilizzare ancora il vecchio trasmettitore di 50 kW R.C.A., spostandolo dalla sua vecchia posizione, ma sempre all'interno dell'edificio del Centro, per irradiare le trasmissioni di Milano 2 (MI2).

#### 2 - Il trasmettitore Brown Boveri di 600 kW

Il 2 settembre 1968 alle ore 14.37 venne attivato un nuovo impianto di 600 kW al posto del Marconi di 150 kW. Questo trasmettitore, che può essere ascoltato in gran parte dell'Europa, con buona propagazione ionosferica, nelle ore notturne (irradia infatti il "Notturmo dall'Italia" dalle ore 00 alle ore 06), è tuttora in servizio a Sizzano.

Si tratta di un parallelo formato da due trasmettitori della potenza di 300 kW della Brown Boveri, tipo SM 52A3.

L'amplificazione di potenza in alta frequenza, dal livello di pochi watt, erogati dall'oscillatore pilota, fino al livello richiesto dal comando dello stadio finale, viene effettuata da sei stadi amplificatori RF in cascata.

La stabilità di frequenza richiesta dalla portante della stazione, utilizzata anche per l'aggancio di oscillatori sparsi sul territorio, è assicurata da un oscillatore atomico al rubidio con frequenza di uscita di 5 MHz.

Come modulazione di ampiezza della portante si sfrutta il metodo della modulazione di placca, che è il sistema più utilizzato negli impianti di grande potenza, grazie al buon rendimento generale che essa consente e quindi all'economia di esercizio che ne consegue.

Essa è realizzata sullo stadio finale RF e cioè viene effettuata ad alto livello.

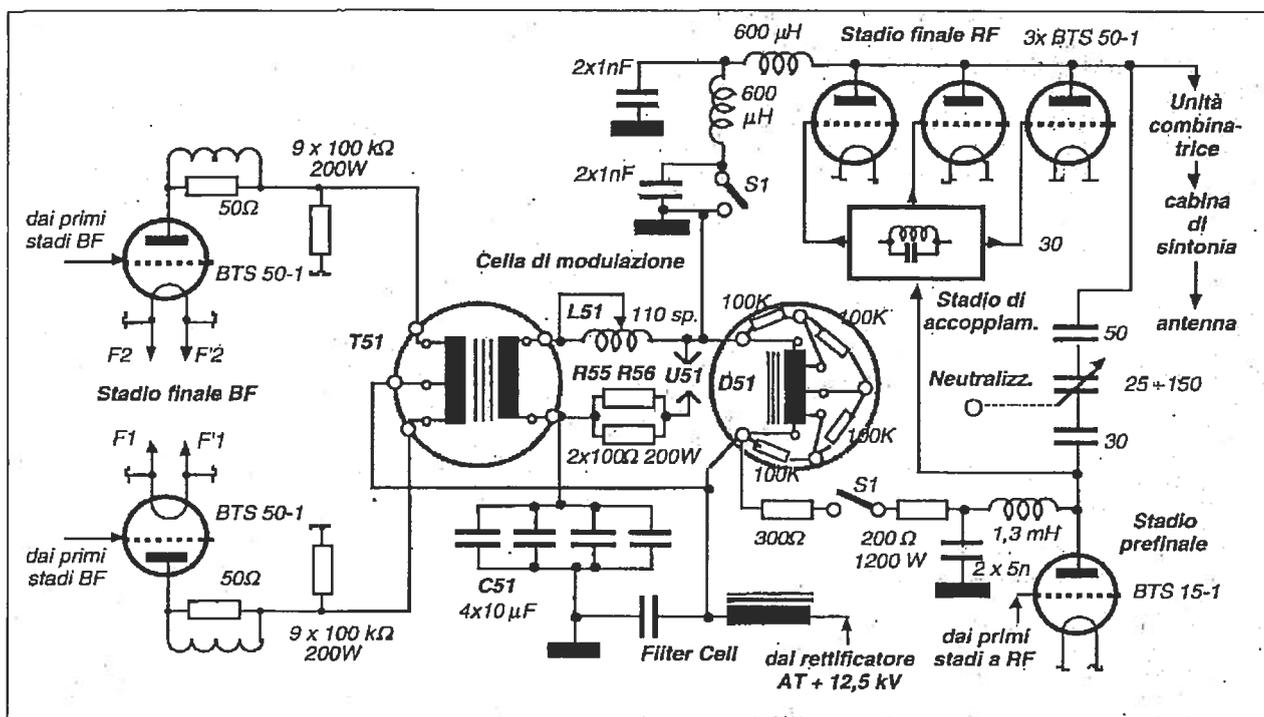
Organo fondamentale del sistema è il trasformatore di modulazione (T51), attraverso il quale la tensione audiofrequenza, opportunamente amplificata, viene sommata alla tensione continua di alimentazione anodica dello stadio modulatore, in modo da farla variare, come ben noto, col ritmo e l'intensità del segnale modulante.

È stato proprio il miglioramento tecnologico e concettuale di questo organo a consentire l'estensione del sistema di modulazione di placca agli impianti di grande potenza.

Lo stadio amplificatore BF modulante è costituito da due tubi BTS-50 in controfase (classe B) e lo stadio modulatore RF è costituito da tre tubi BTS-50 in parallelo (classe C).

Il trasformatore di modulazione, come rappresentato in fig. 1, costituisce il carico dello stadio modulante. Il sistema è realizzato in modo da evitare che la corrente anodica dei tubi, circolante negli avvolgimenti del trasformatore di modulazione, produca una magnetizzazione continua del nucleo, diminuendone la permeabilità (da qui l'alimentazione attraverso la presa centrale e particolarità costruttive del trasformatore).

## Radiocronache



Il passaggio della tensione continua anodica per lo stadio RF del modulatore si effettua attraverso la bobina di modulazione D51. Il condensatore C51 serve per evitare cortocircuiti della tensione continua. Lo scaricatore U51 e le resistenze R55 e R56 vengono utilizzate come limitatrici di corrente, impedendo la formazione di punti pericolosi di sovratensione sugli anodi dello stadio finale RF.

L'induttanza L51 serve per compensare la capacità dei cavi nel cablaggio degli apparecchi di modulazione. Da una scelta adeguata del valore di L51 si può ottenere, per uno stesso grado di modulazione, una corrente catodica approssimativamente costante in tutti i campi di frequenza BF, poiché l'induttività è compensata per le alte frequenze dal carico capacitivo dovuto ai cavi.

La modulazione di placca dello stadio finale in classe C è basata sul fatto che l'ampiezza della tensione oscillatoria anodica, entro certi limiti, varia linearmente con il valore della tensione continua di placca.

La tensione di picco audiofrequenza - che il trasformatore di modulazione sovrappone alla tensione continua di alimentazione anodica di 12,5 kV - può assumere i valori da +12,5 kV a -12,5 kV; la tensione totale alla placca può variare quindi tra 0 e 25 kV.

In queste condizioni si raggiunge, come è noto, la profondità di modulazione del 100%.

### 3 - Gli altri trasmettitori per Onde Medie del Centro di Siziano

Il 31 luglio 1969 il 50 kW R.C.A. venne sostituito da un più moderno trasmettitore Marconi, anch'esso di 50 kW, che iniziò a trasmettere alle ore 5.50. Il vecchio 50 kW R.C.A. venne regalato al Museo della Scienza e della Tecnica di Milano. Il nuovo è un esempio di moderno trasmettitore con modulazione di placca ad alto livello, equipaggiato con triodi finali e facente uso di terza armonica sullo stadio finale RF.

Infine nel corso del 1971 venne realizzato anche un trasmettitore di 12 kW di costruzione RAI, come riserva del MI2. Si tratta di un tipico impianto con modulazione a basso livello sulle griglie del finale, che è formato da due tetrodi in parallelo: concettualmente è molto semplice, con pochi organi e quindi di facile manutenzione. Siziano controlla inoltre, attraverso un opportuno sistema di telesegnali e telecomandi, il Centro non presidiato di Vigentini, il quale, mediante un altro trasmettitore di 12 kW di costruzione RAI, irradia i programmi radiofonici di Radiotre.

L'impianto di riserva di questo trasmettitore è 1 kW anch'esso di costruzione RAI, diffusissimo in tutta Italia in piccole stazioni ad Onde Medie. La sua progettazione risale ai primi anni '50, esso utilizza la modulazione di placca classica, non adotta però la terza armonica nello stadio finale ed è di dimensioni notevoli rispetto ad altri trasmettitori moderni di pari potenza.

In seguito al Piano di Ginevra del 1975 MI1 irradia sulla frequenza di 900 kHz, MI2 sulla frequenza di 1035 kHz e MI3 sulla frequenza di 1368 kHz.

### 4 - Conclusioni

E' infine bene sottolineare che tali impianti, nonostante la loro vetustà, hanno un'ottima efficienza ed un'alta affidabilità, con rare interruzioni, grazie alla manutenzione ed alla sorveglianza assidua del personale del Centro.

Una recente campagna di misura, effettuata dalla Direzione Tecnica RAI su tutti gli impianti a modulazione di ampiezza in Onde Medie, per ricavare i valori caratteristici della profondità di modulazione, ha mostrato l'ottimo stato di funzionamento dei trasmettitori di Siziano, anche a confronto di apparati di più recente costruzione.

# ALLEGATO

(sulla propagazione per Onda di Terra)

# Onda di Terra nei centri abitati e presso gli Ostacoli

ing. Giovanni Gentile

## 1. Premessa

L'Onda di Terra o di Superficie, responsabile del servizio diurna nelle gamme delle Onde Medie e Lunghe, trae origine dai raggi diffratti nel suolo ed è data da:

$$1) \quad \text{Onda di terra} = (1-R_v) \cdot F(\omega) \cdot e^{-kR}/R$$

dove R è la distanza,  $k = 6.28 / \lambda$ ,  $F(\omega)$  è la Funzione di Attenuazione e  $R_v$  è il coefficiente di riflessione [1].

Questa Onda durante la sua propagazione, quando non è schermata da ostacoli locali, continua ad essere incrementata tramite il raggio incidente con un "Contributo Ottico" proporzionale a  $(1-R_v)$ :

$$2) \quad (1-R_v) e^{-kR}/R$$

dove la 2) ne indica il modulo e la fase "al momento in cui detto raggio tocca il suolo".

Premesso che questo contributo tende a rafforzare l'Onda di Terra, l'onda risultante interessa il sottosuolo, dove mette in moto verticale, con la propria fase, gli elettroni del terreno, fino a profondità non piccole (per basse conduttività anche ad oltre 100 m):

- nel sottosuolo l'Onda non può però propagarsi orizzontalmente con le caratteristiche proprie del terreno (perché nei due mezzi le velocità sono molto diverse): si propaga invece con la fase dell'onda incidente.

Con questa ammissione l'onda in arrivo dall'alto può continuare ad essere sempre in fase con gli effetti del campo preesistente, dovuto al movimento degli elettroni a monte del punto di incidenza.

Quindi, anche se nel suolo l'Intensità dell'Onda di terra si attenua esponenzialmente con la profondità (avviso 368-4, ITU-R Vol. V pag. 69), l'Onda di Terra sopra il suolo avanza comportandosi:

- non come se fosse dovuta a una corrente sotterranea orizzontale, ma
- per induzione delle "correnti verticali a monte", rafforzate dall'Onda incidente sempre in fase, se sono assenti gli ostacoli.

## 2. Contributo Ottico e Perdite nel Suolo

Per meglio capire gli effetti del contributo ottico e il comportamento della propagazione

### Sommario

Si esamina il meccanismo di propagazione dell'Onda di Terra in polarizzazione verticale su terreni a conduttività finita, da cui risulta che il campo di questa Onda:

- è dovuto agli elettroni oscillanti verticalmente nel suolo e la corrente di questi elettroni è alimentata esattamente come un sistema di "antenne cosiddette end-fire"
- nei centri abitati subisce una "attenuazione aggiuntiva", dovuta alla non corretta alimentazione, in fase e in ampiezza, di ipotetiche antenne end-fire, equivalenti alle correnti nel suolo
- si propaga indisturbata ai lati degli ostacoli e può, poiché l'end-fire irradia anche sui fianchi, aggirare lentamente l'ostacolo stesso e limitarne gli effetti negativi.

Sono inoltre elaborati i risultati di misure di campo dell'Onda di Terra effettuate sui campi dei trasmettitori OM di Milano (900 kHz e 1035 kHz) ed è ricavata, a conferma delle ammissioni precedenti, l'entità delle attenuazioni aggiuntive che questi campi subiscono per effetto della metropoli.

Le conclusioni valide per Milano sono infine generalizzate per estenderne la validità a città e paesi di varie dimensioni, anche su terreni di diversa conduttività e a trasmettitori OM a diverse distanze e frequenze.



Fig. 1 - campi elettromagnetici in una sezione verticale del suolo, fino alla profondità interessata dalla surface wave

del raggio di superficie è anche opportuno esaminare il problema da un altro punto di vista, alla luce della figura 1.

Questa figura si presta a fare un grossolano bilancio delle energie prima e dopo la sezione (su terreno uniforme) del blocco evidenziato (ved. [2], da cui sono qui riprese alcune conclusioni).

Si ottiene che le Perdite nel suolo ogni 1000 m sono proporzionali al quadrato di:

$$3) \quad E(R) - E(R + 1000) - (1 - R_v)/R$$

Dai diagrammi, in potenza e in % ogni km, delle Perdite e del Contributo del raggio diffratto, per le varie conduttività e frequenze, risulta facilmente che il contributo ottico [2]:

- praticamente non dipende da  $\sigma$  (perché  $1 - R_v$  vale circa 2)
- è più intenso alle brevi distanze dalla antenna, dove gli effetti di eventuali ostacoli sono maggiormente deleteri
- per alte conduttività e a brevi distanze, può essere superiore alle Perdite nel suolo
- in genere dopo qualche km, è circa 6-10 dB inferiore alle perdite nel suolo.

### 3. Onda di Terra nei centri abitati che schermano la Vista dell'Antenna

Quando il Contributo Ottico viene a mancare, come si verifica nei centri abitati o a ridosso di ostacoli, l'Onda di superficie, oltre alle perdite nel suolo, subisce una ulteriore attenuazione che è il principale oggetto di questo contributo.

L'attuale discorso sul modello di generazione e di propagazione dell'Onda di superficie ha lo scopo di capire cosa succede quando questa Onda incontra paesi, città od ostacoli isolati e quale è l'entità delle conseguenti "Attenuazioni aggiuntive".

In quel che segue, per meglio capire come l'Onda di terra si comporta all'interno e subito dopo gli ostacoli è bene inoltre tenere presente che:

- mentre all'interno di una abitazione, o tra vari fabbricati, l'entità dell'attenuazione del campo misurabile dipende in modo imprevedibile dall'attitudine delle strutture circostanti ad assorbire e a reirradiare l'onda di terra da cui sono investite
- "nel suolo uniforme in assenza di ostacoli, i moti verticali degli elettroni, sempre in fase col raggio incidente, si possono anche pensare come tante antenne (sopra il terreno), alimentate con fasi del tipo cosiddetto end-fire."

Come è noto, un sistema direttivo di antenne end-fire consta di antenne equidistanti nella direzione di massima irradiazione, alimentate con intensità costante e ritardi di fase progressivi per ottenere segnali tutti in fase solo in direzione del massimo.

Con la precedente ammissione, quando ci si trova in un centro abitato, dove in genere non è presente il contributo ottico, succede che:

- i fabbricati (specie le strutture in cemento armato) e gli ostacoli locali vengono a far parte del suolo e sono perciò anch'essi percorsi dalle correnti verticali indotte dal raggio di terra;
- nei centri abitati le singole antenne e relative correnti dell'ipotetico sistema end-fire non possono però sempre avere la fase e la intensità teorica che avrebbero su un terreno regolare, perché influenzate dalle correnti negli ostacoli.

Per questo motivo le correnti indotte a valle (nel senso della propagazione) ne risentono in modo negativo, tanto più che fino a quando non si esce dal centro abitato questo effetto va sempre più accentuandosi.

- E' quindi probabile che la Attenuazione Aggiuntiva che l'onda di terra subisce nei centri abitati sia "totalmente dovuta" al sistema di ipotetiche antenne end-fire non correttamente alimentate in fase e in ampiezza. Inoltre la deviazione dall'end-fire ideale, quando aumenta la conduttività o la frequenza, cresce leggermente, perché in tal caso le correnti nel suolo sono meno profonde e quindi contano maggiormente le perturbazioni dei fabbricati sovrastanti.

Inoltre, se l'analogia che fa riferimento a queste antenne è vera, diventa ovvio che tutto il sistema end-fire, che di preferenza irradia nella direzione radiale che si allontana dall'antenna reale, irradia anche in altre direzioni, in particolare in un settore di circa più o meno 10-15 gradi.

E' quindi ragionevole ritenere che il campo di terra che si propaga indisturbato ai lati degli ostacoli possa, irradiando in parte anche sui fianchi, aggirare lentamente l'ostacolo stesso e limitarne gli effetti negativi.

Si spiegherebbe così come il campo di terra "dimentica" quasi del tutto, dopo una certa distanza, l'azione schermante dei centri abitati.

Tutto il suddetto modo di ragionare vale statisticamente per interi paesi o città e per ostacoli o fabbricati isolati. Anche negli avvallamenti del suolo, dove avvengono come è noto attenuazioni aggiuntive, i fatti si spiegano con la non corretta alimentazione del sistema end-fire.

Dopo queste considerazioni iniziali restano da giustificare:

- le "entità delle attenuazioni" che il campo di terra subisce nelle vie e nelle piazze all'interno dei centri abitati, per effetto della suddetta oscillazione verticale degli elettroni e delle perturbazioni di fase e di intensità sulle antenne end-fire;
- a quale distanza dopo la città e con quale attenuazione residua il campo di superficie "dimentica" gli effetti negativi dei fabbricati.

#### **4. Effetto schermante della città di Milano sui Campi di Terra di Mi 1 900 kHz e di Mi 2 1035 kHz**

Un certo numero di misure molto utili al nostro scopo è fortunatamente stato fatto a cura della Rai presso i trasmettitori OM di Milano Siziano (900 kHz e 1035 kHz) all'inizio degli anni '90.

Queste misure a partire da Siziano sono state fatte in circa 130 punti prima della città di Milano, sui fianchi, all'interno e oltre la città stessa, fino a 20-25 km oltre Milano.

L'andamento delle linee di egual campo e.m. ottenuto dai risultati di queste misure è stato tracciato sui grafici delle figure 2 e 3, dove detti risultati sono stati leggermente modificati, come suggerirebbe una propagazione ideale e una distribuzione simmetrica e uniforme dei fabbricati, supponendo che il centro della città di Milano (ammessa di diametro 10 km) sia, come è grossolanamente in pratica, a 15 km da Siziano.

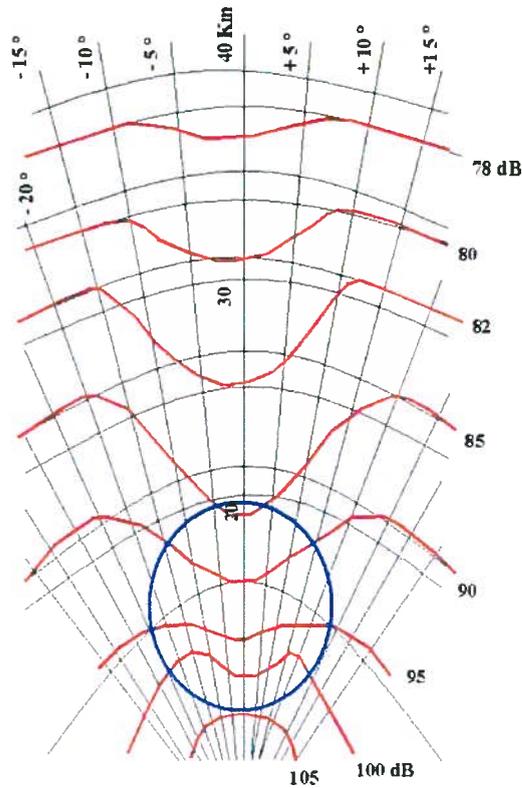
Da queste figure 2 e 3, oltre a intravedere grosso modo che l'Onda di Suolo lentamente raggira e dimentica gli effetti negativi dovuti alle strutture abitative di Milano, è stato possibile ricavare la figura 4.

Le curve di questa figura danno, per le frequenze, poco diverse, di Milano OM, le attenuazioni medie aggiuntive dovute alla città, alle varie distanze da Siziano, nelle direzioni passanti per il centro di Milano e per le altre direzioni laterali.

Dalle curve della figura 4, si può quindi concludere che:

- l'Onda di Terra subisce la attenuazione di circa 6 dB a partire da 2 fino a 6-7 km oltre il limite esterno della città
- all'interno di Milano città l'attenuazione varia da 3 a 5 dB circa
- da 8 a 15 km oltre la città, l'attenuazione a 0 gradi si riduce mediamente da circa 4 dB a 1 dB

Fig. 2 - andamento delle linee di equal cmap e.m. basati sulle misure (Milano Siziano, 900 MHz)



- al termine della città (tra 21 e 26 km da Siziano), entro un angolo di circa 7 gradi, si trova un'area chiusa in cui l'attenuazione raggiunge il valore massimo
- l'Onda di Terra "accerchia" mediamente, da ciascun fianco, la città di Milano di circa 1 grado ogni km.
- la città di Milano, ammessa del diametro di 10 km con centro a 15 km da Siziano, agli effetti della attenuazione aggiuntiva viene praticamente "dimenticata" dopo circa 25 km dal centro stesso (2.5 volte la dimensione trasversale dell'ostacolo).

## 5. Effetto schermante di una città o di un paese generico

Le suddette conclusioni, valide per i parametri che caratterizzano la città di Milano (conduttività  $\sigma$ , frequenza, dimensioni e distanza dal TX), possono essere generalizzate, con opportune e verosimili ammissioni, anche per:

- centri abitativi di diverse dimensioni, su terreni di varie conduttività e a differenti distanze dall'impianto trasmettente
- e per trasmettitori di diversa frequenza OM.

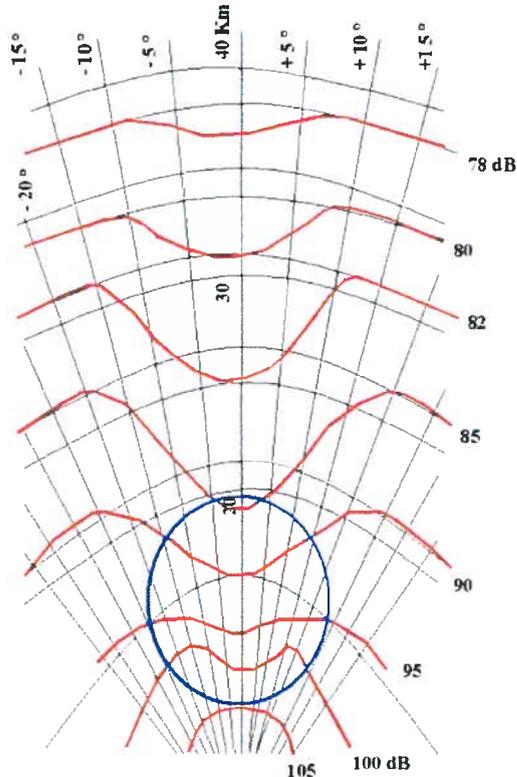
Premesso che nel caso generico:

- 1) sono noti  $\sigma$  del terreno, Frequenza TX, Diametro città, sua distanza dal TX e angolo da cui la città è vista dal TX e
- 2) deve essere calcolata la Attenuazione Aggiuntiva massima nella direzione del centro ostacolo e la distanza a cui questa si annulla, non le attenuazioni alle varie distanze e ai vari angoli dal centro città (o distanze trasversali dal centro ostacolo)

si tratta di ricavare l'analogo della figura 4, cioè una serie di valori delle attenuazioni aggiuntive, che applicati alle linee isocampo nell'area della città generica (ma in assenza della città stessa), diano i campi reali previsti per quella città.

Per estendere a casi generali le conclusioni ottenute per Milano, conviene esaminare uno per uno i vari parametri che caratterizzano la città generica. Cioè:

Fig. 3 - andamento delle linee di equal cmap e.m. basati sulle misure (Milano Siziano, 1035 MHz)



## a) Distanza del centro città dal TX.

Occorre cambiare sull'asse delle ascisse, le distanze dal TX, che saranno ora graduate, oltre che in km, a volte anche in unità pari alla dimensione trasversale della città (indicata con Diametro), cittadina od ostacolo.

## b) Diametro della città e fine delle Attenuazioni aggiuntive.

Occorre ammettere che, per città di dimensioni generiche, la fine delle attenuazioni aggiuntive dovute alla città o all'ostacolo, espressa in Diametri dal centro, sia data da una curva del tipo di figura 5. Da questa curva risulta, come è ovvio, che se il TX è lontano l'accerchiamento è più rapido e, se più vicino alla città, più lento o solo parziale.

## c) Frequenza OM del TX.

Per città servite da TX di frequenze diverse da quelle di Milano (circa 1 MHz), è necessario tenere presente che nelle formule di Norton, che danno il campo di terra (al suolo e in quota), la frequenza F in MHz e la conduttività in milliSiemens/m sono legati dalla relazione (1):

$$2) 1 / u^2 = \text{Epsr} + j * 16 * \sigma \text{ (mS/m)} / F \text{ (MHz)}$$

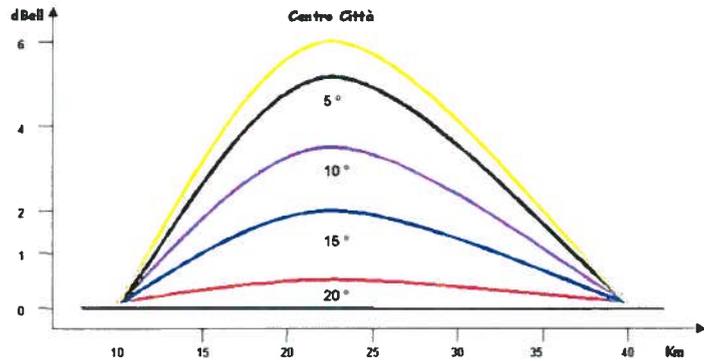
Quindi, visto che per Milano  $\sigma \text{ (mS/m)} / F \text{ (MHz)} = 3.5$  circa, in generale la correzione di frequenza equivale a sostituire il vero valore del  $\sigma$  locale con un valore del  $\sigma$  corretto a Freq. = 1 MHz:

$$\sigma_{\text{corretto}} = \sigma \text{ (mS/m)}_{\text{locale}} * \text{Freq(MHz)}_{\text{locale}}$$

Cioè se il  $\sigma$  locale è, per es., 12 mS/m e la frequenza è 1.5 MHz per la correzione di frequenza occorre considerare tutto come se la conduttività fosse pari a  $12 * 1.5 = 18$  mS/m (e la frequenza 1 MHz, come a Milano).

## d) Attenuazione Aggiuntiva e $\sigma$ corretto.

Per terreni di  $\sigma$  corretto diverso da quello di Milano, occorre ammettere che la attenuazione aggiuntiva massima a 0 gradi sia dipendente da  $\sigma$  come indicato in figura 6: cioè che questa attenuazione da ostacoli cresca leggermente



con la conduttività del suolo cittadino (in tal caso infatti come già detto si riduce la profondità delle correnti verticali e quindi gli ostacoli sovrastanti sono più dannosi per le fasi e le ampiezze del sistema end-fire).

Fig. 4 - effetti della città di Milano sulla Propagazione dell'Onda di Terra, ricavati dalle misure sui campi di Mi 1 (900 MHz) e Mi 2 (1035 MHz)

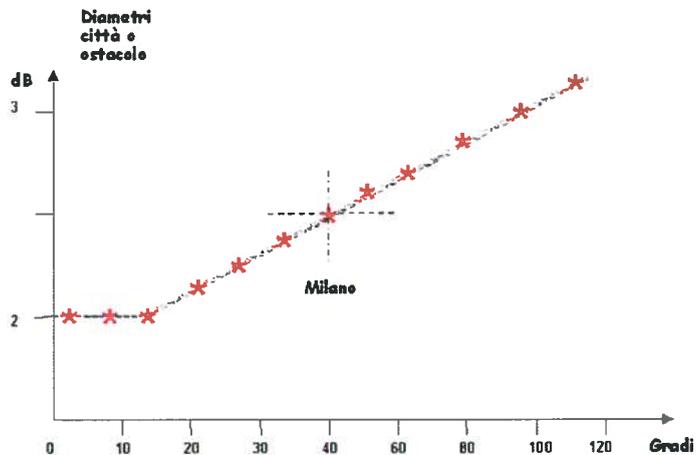
## f) Attenuazione aggiuntiva ai lati del centro città

Dopo aver calcolato le suddette correzioni, attenuazione massima d) e distanza di fine dell'effetto città b), è necessario adattare opportunamente le varie curve in dB, valide per le direzioni ai fianchi del centro, della figura 4: il risultato finale sarà la figura 7.

Per ottenere questa figura occorre distinguere due casi:

- la città è vista sotto un angolo di almeno 10 gradi; in tal caso le curve di figura 4 (agli angoli 5, 10 gradi, ecc.) in figura 7 si adattano opportunamente (per es. agli angoli di 1, 2, 3 e 4 gradi, se l'angolo totale è 10 gradi).

Fig. 5 - andamento della Distanza dal centro città (od ostacolo) a cui cessa l'Attenuazione aggiuntiva, al variare dell'angolo da cui la città dal TX



# Onda di Terra nei centri abitati e presso gli Ostacoli

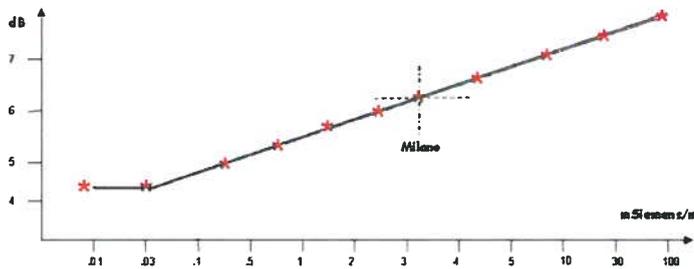


Fig. 6 - Andamento presunto in dB delle Massime Attenuazioni Aggiuntive al variare della conduttività del suolo

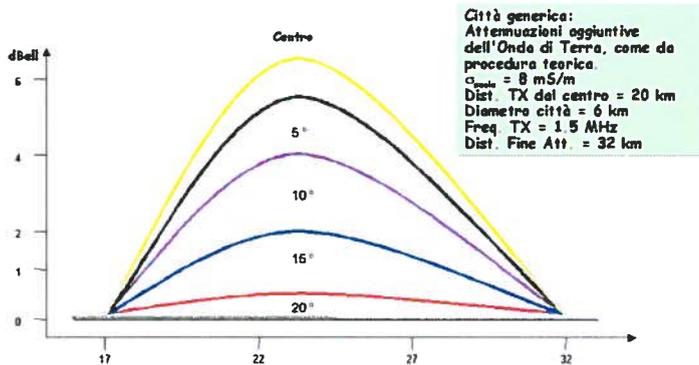


Fig. 7 - Città generica: Attenuazioni aggiuntive dell'Onda di Terra, come da procedura teorica.  
 $\sigma_{\text{suolo}} = 8 \text{ mS/m}$  Dist. TX dal centro = 20 km Diametro città = 6 km  
 Freq. TX = 1.5 MHz Dist. Fine Att. = 32 km

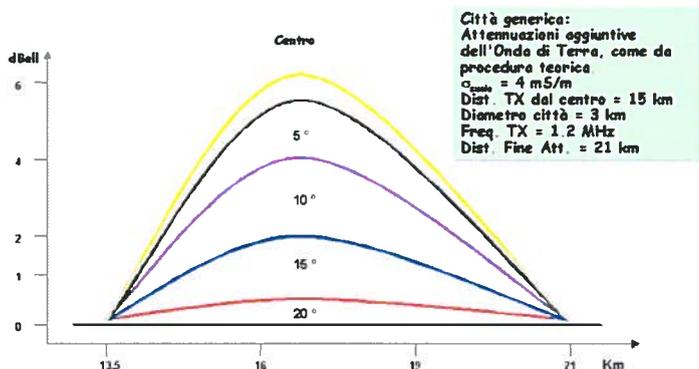


Fig. 8 - Città generica: Attenuazioni aggiuntive dell'Onda di Terra, come da procedura teorica.  
 $\sigma_{\text{suolo}} = 4 \text{ mS/m}$  Dist. TX dal centro = 15 km Diametro città = 3 km  
 Freq. TX = 1.2 MHz Dist. Fine Att. = 21 km

le curve dedotte dai valori agli angoli di più e meno 5, 10, 15 e 20 gradi.

Riassumendo, nel caso generico, per ottenere il diagramma di figura 7 delle attenuazioni aggiuntive (analogo di figura 4 per Milano) occorre:

- tenere conto, sull'asse x, della distanza del centro città dal TX
- cambiare la conduttività reale  $\sigma$  (mS/m), per tener conto della diversa Frequenza, con il valore  $\sigma$  (mS/m) \* Freq(MHz)
- ricavare dalla figura 6, con la conduttività corretta, la massima attenuazione aggiuntiva
- ricavare dalla figura 5, in base alle dimensioni della città e all'angolo sotto cui è vista dal TX, la distanza, espressa in Diametri dell'abitato, a cui cessa la attenuazione aggiuntiva e tenerne conto sull'asse x della figura 7.
- variare proporzionalmente le attenuazioni trovate per Milano, cioè le attenuazioni alle varie distanze dal TX e ai vari gradi dal centro (o alle varie distanze trasversali per il centro ostacolo).
- applicare le attenuazioni aggiuntive alle previsioni dei campi che si avrebbero in assenza della città, per ottenere le curve isocampo che tengono anche conto statisticamente delle attenuazioni cittadine.

In figura 7, come esempio, sono appunto riportate le attenuazioni, ottenute con la suddetta procedura, per una cittadina del diametro di 3 km, su terreno di conduttività circa 12 mS/m e con centro distante 20 km dal trasmettitore, di frequenza 1500 kHz.

La cittadina inizia quindi ad una distanza Start = 18.5 km dal trasmettitore ed ha sull'Onda di Terra una influenza negativa fino a circa 2 volte il suo diametro, cioè fino a circa 6-7 km oltre il centro della città.

In questo caso l'accerchiamento dell'ostacolo risulterebbe, da ciascun fianco, di circa 2 gradi ogni km.

Applicando le attenuazioni aggiuntive della figura 7, ai campi previsti per la città in considerazione, si otterrebbero le curve isocampo

- la città o l'ostacolo sono visti sotto un angolo molto piccolo; in tal caso si divide la dimensione trasversale dell'ostacolo in 8 parti; al centro vengono assegnati i valori a 0 gradi e, agli spigoli esterni dei segmenti ottenuti,

attenuate, in città e fino a circa 7 km oltre.

Concludendo, la suddetta procedura facilmente computerizzabile, permette di ottenere, per centri abitati od ostacoli di dimensioni generiche, terreni di varia conduttività  $\sigma$  e TX di frequenza OM alle varie distanze, le attenuazioni dovute ad una città, ai vari angoli dalla direzione passante per il centro abitato (in figura 8 è riportato un altro esempio) e quindi le linee isocampo in città e oltre fino all'esaurimento delle attenuazioni aggiuntive.

In particolare risulta che:

- applicando le considerazioni precedenti, un paese del diametro di 1 km viene quasi dimenticato dopo circa 2 km.
- per un ostacolo isolato, l'effetto attenuativo dell'ordine di 6 dB, cessa dopo una distanza di circa 2 volte le sue dimensioni trasversali (figura 9).

Queste attenuazioni, per ostacoli isolati o piccoli paesini, di solito si inseriscono tra due linee isocampo con linee chiuse di valore inferiore.

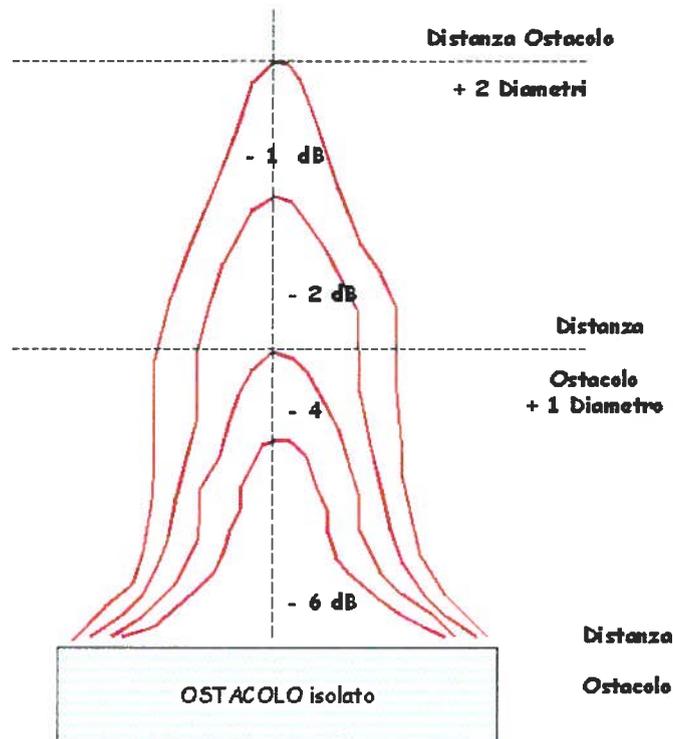
- se la città è vista dal trasmettitore sotto un angolo maggiore di 110-120 gradi, l'accerchiamento dell'ostacolo non può avvenire secondo le regole precedenti

Infatti, da altre misure effettuate sui campi di Milano 3 (130 misure sul TX di Vigentino 1538 kHz alla periferia Sud, da dove Milano è visto sotto un angolo di quasi 180 gradi), le attenuazioni aggiuntive massime in direzione centro di Milano sono risultate circa 13 dB.

Queste attenuazioni si riducono a 7 dB dopo 20 km dal TX e si stabilizzano a 2-3 dB a circa 40 km.

- infine per la validità della suddetta procedura è necessario che, sia la città di riferimento (nel nostro caso Milano) sia la città generica, siano su terreno praticamente pianeggiante e interamente su un suolo senza grandi sbalzi di conduttività.

Come ultima osservazione è bene ricordare che tutta la suddetta procedura trae la sua origine dai risultati delle misure presso Milano città. E' quindi ovvio che se si disponesse dei



risultati di analoghe misure in altri centri, le stesse precedenti considerazioni permetterebbero per altra via di prevedere le attenuazioni aggiuntive in oggetto.

Si potrebbero trovare, come è auspicabile, utili conferme circa la validità della procedura su esposta e verificare sperimentalmente la bontà delle ammissioni iniziali, espresse dagli andamenti delle curve di figure 2 e 3.

## Bibliografia

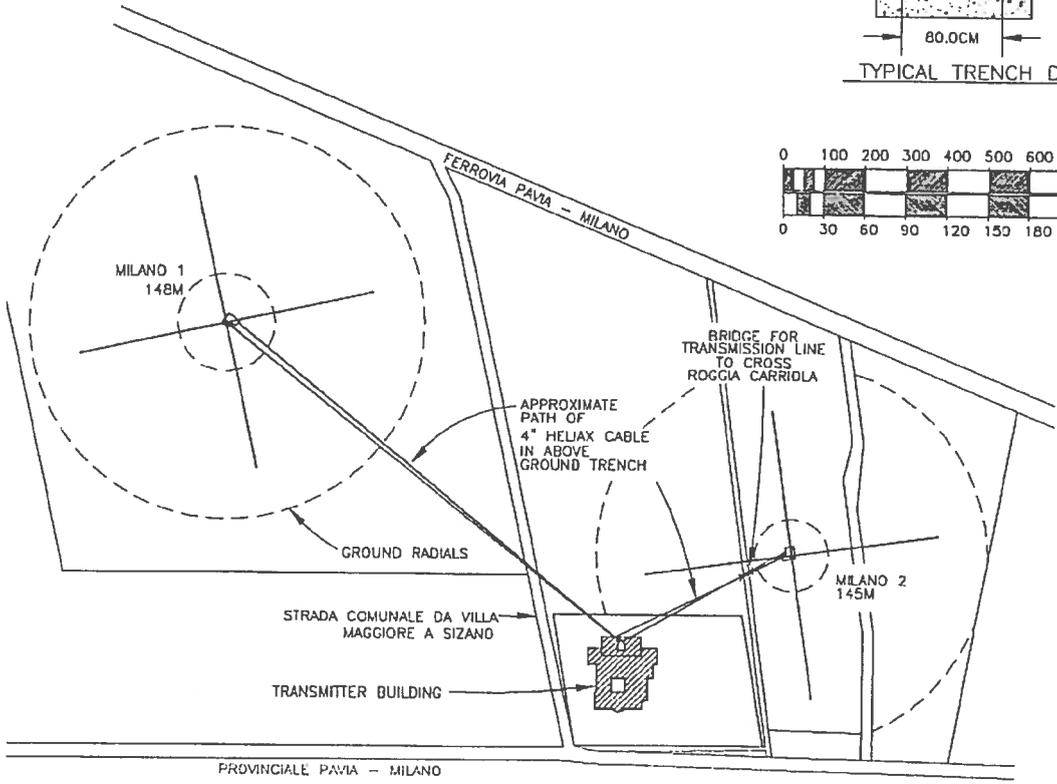
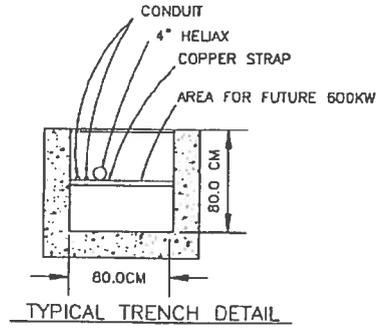
- 1 K. A. Norton : Proc. I. R. E. Sept. 1937  
The Propagation of Radio Waves over the Surface of the Earth and in the upper Atmosphere. Part II.
- 2 G. Gentile : ..... Febbraio 2001  
Propagazione dell'Onda di Superficie nelle Gamme OM e OL

Fig. 9 - Tipiche attenuazioni dovute ad un ostacolo isolato tra due linee isocampo

## IL PRESENTE

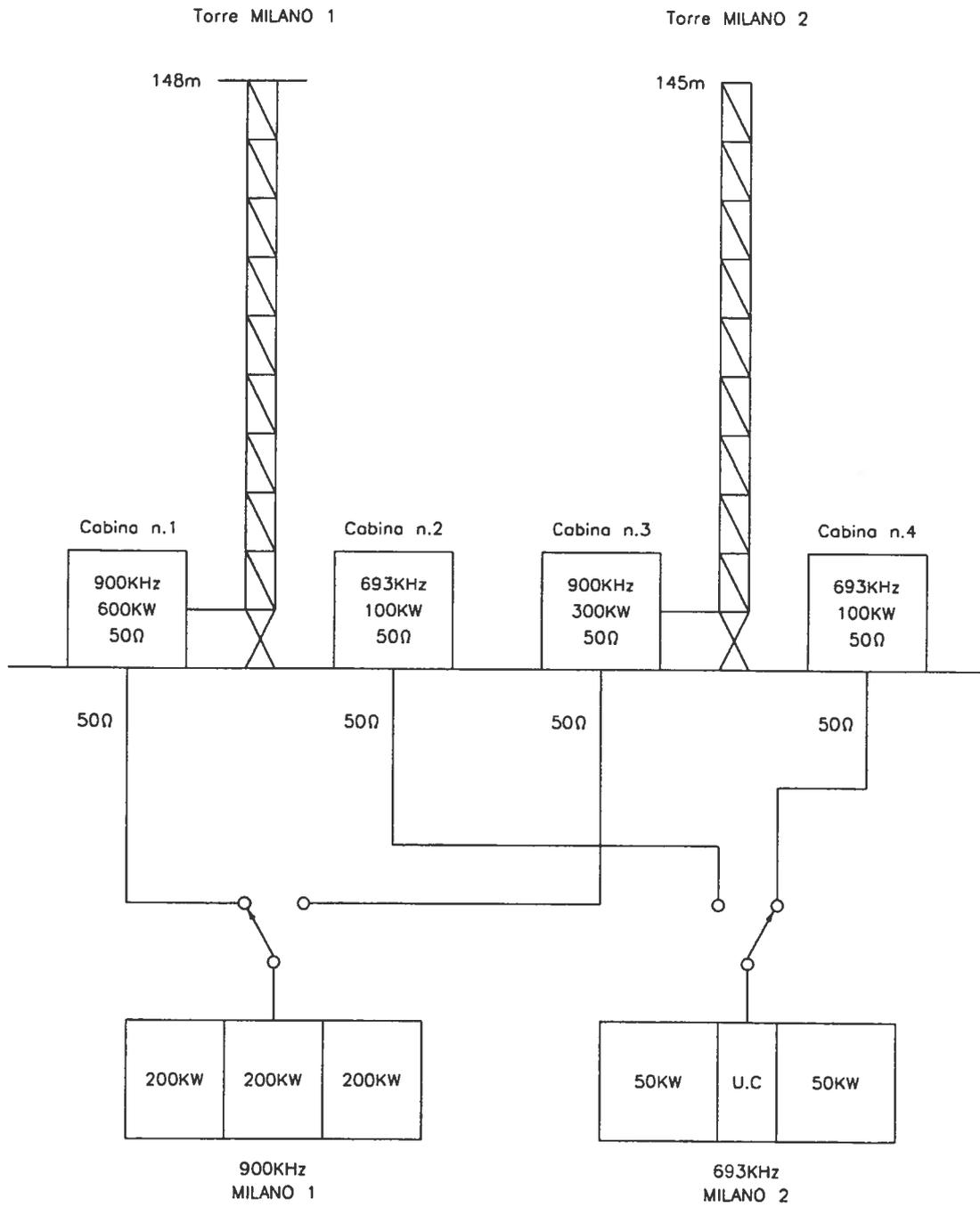
(impianti TX OM 600 kW e 100 kW anni 2000)

# Centro TX OM di Milano Sizzano "Planimetria"

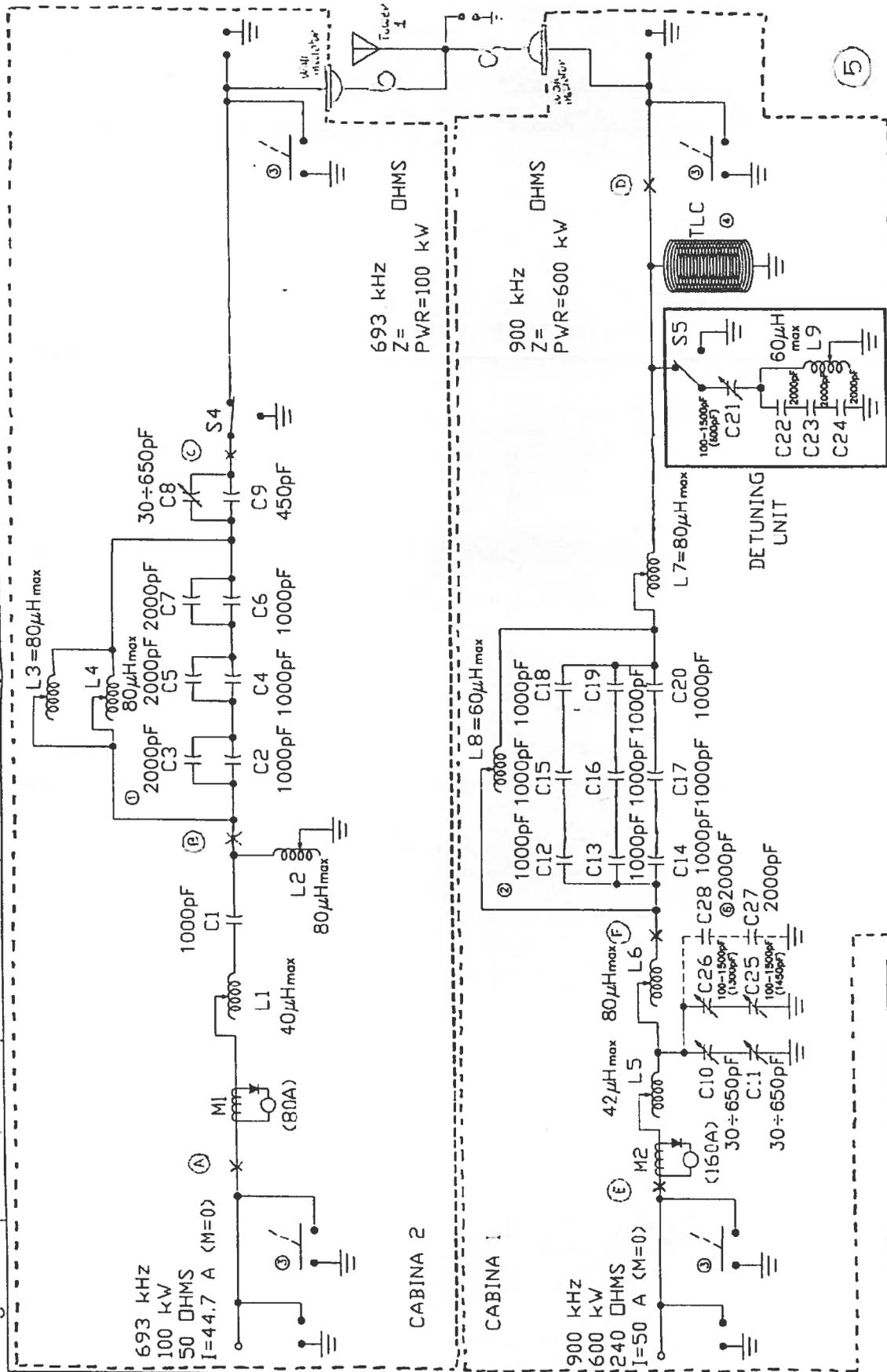


SITE PLAN

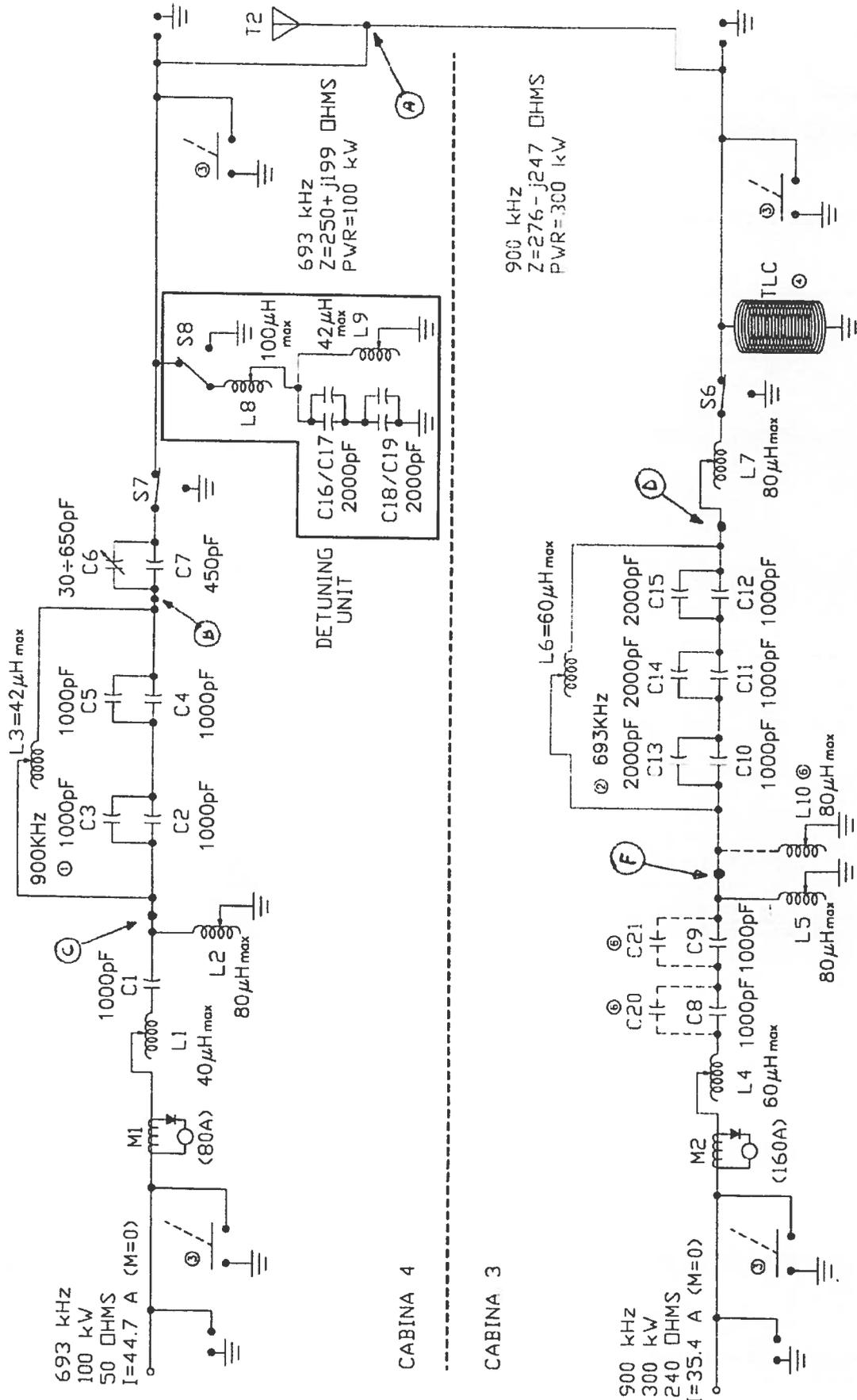
Centro TX OM di Milano Siziano – Schema generale d’impianto



# Schema Diplexer Torre 1 (OM1)



### Schema Diplexer Torre 2 (OM2)



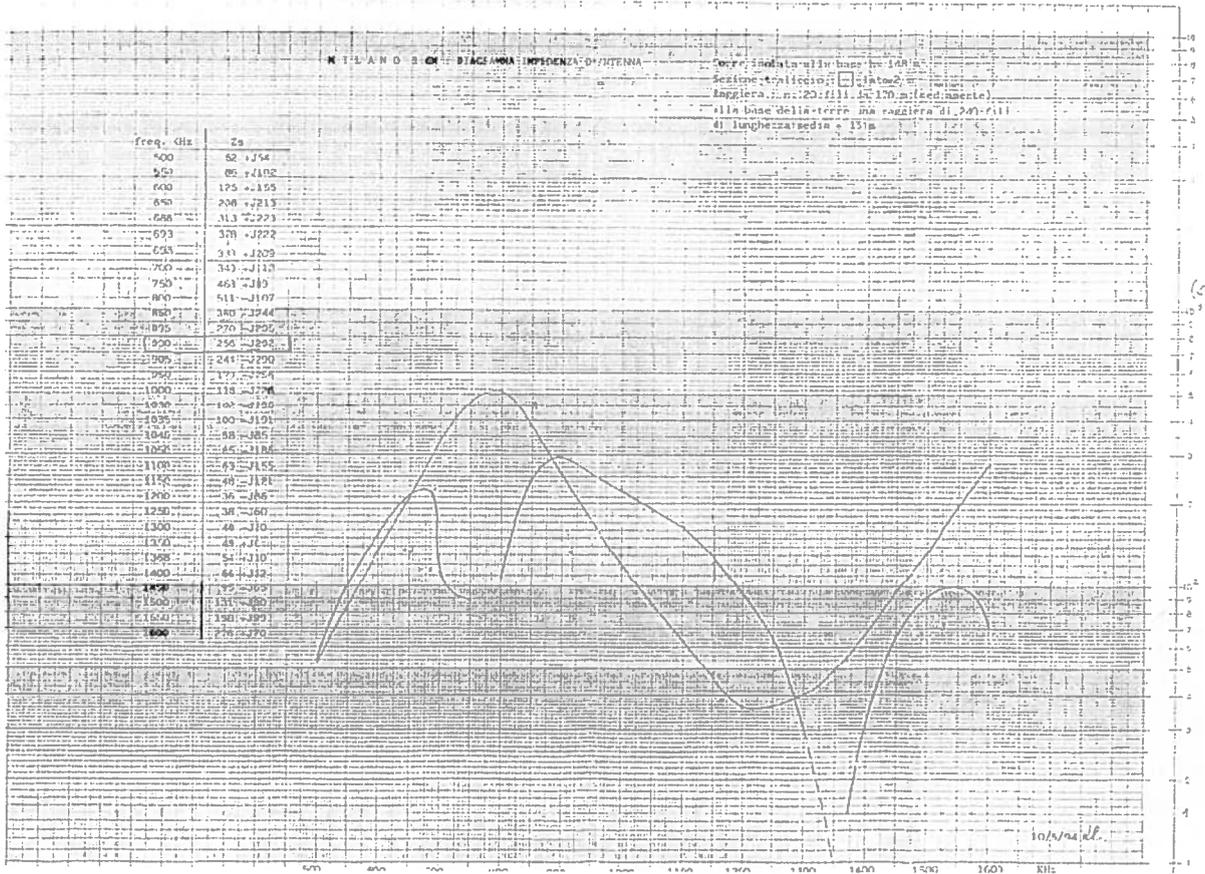


Diagramma impedenza d'antenna Torre 1 (OM1)

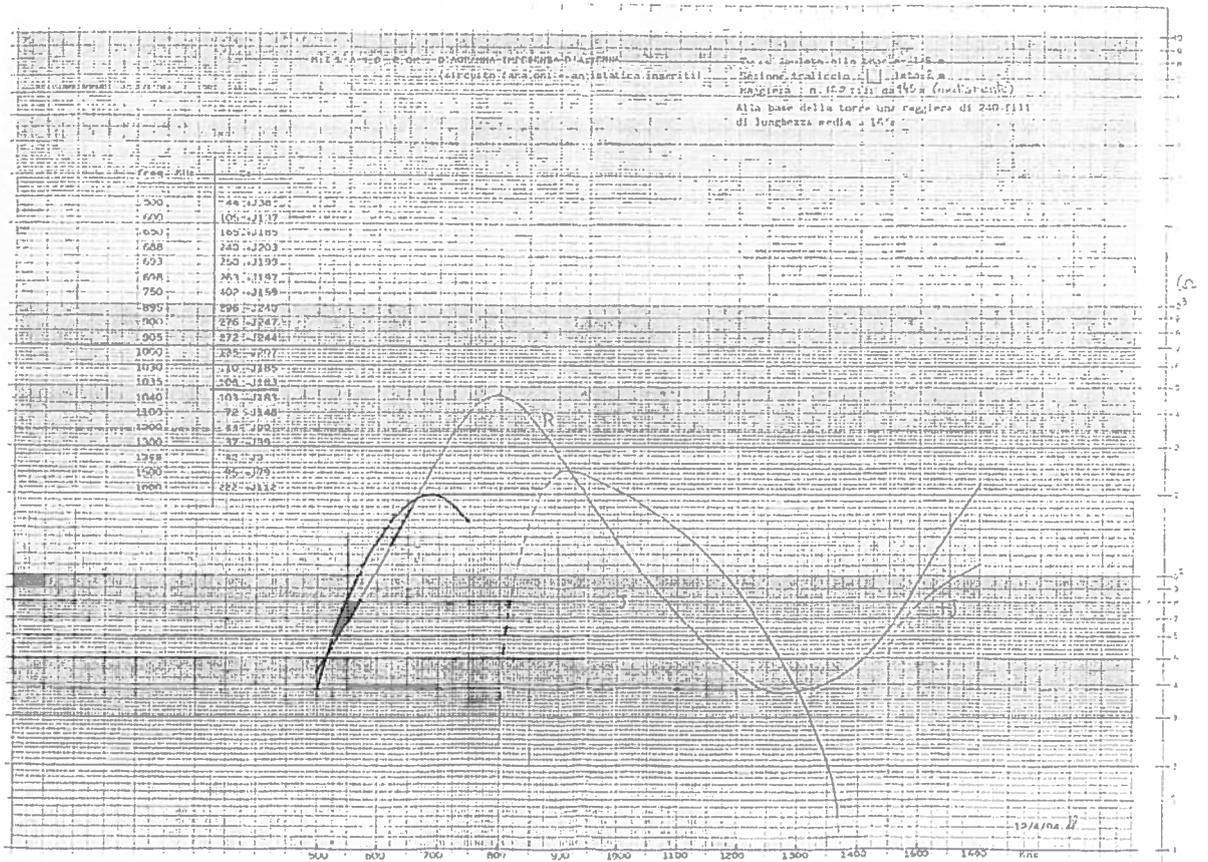
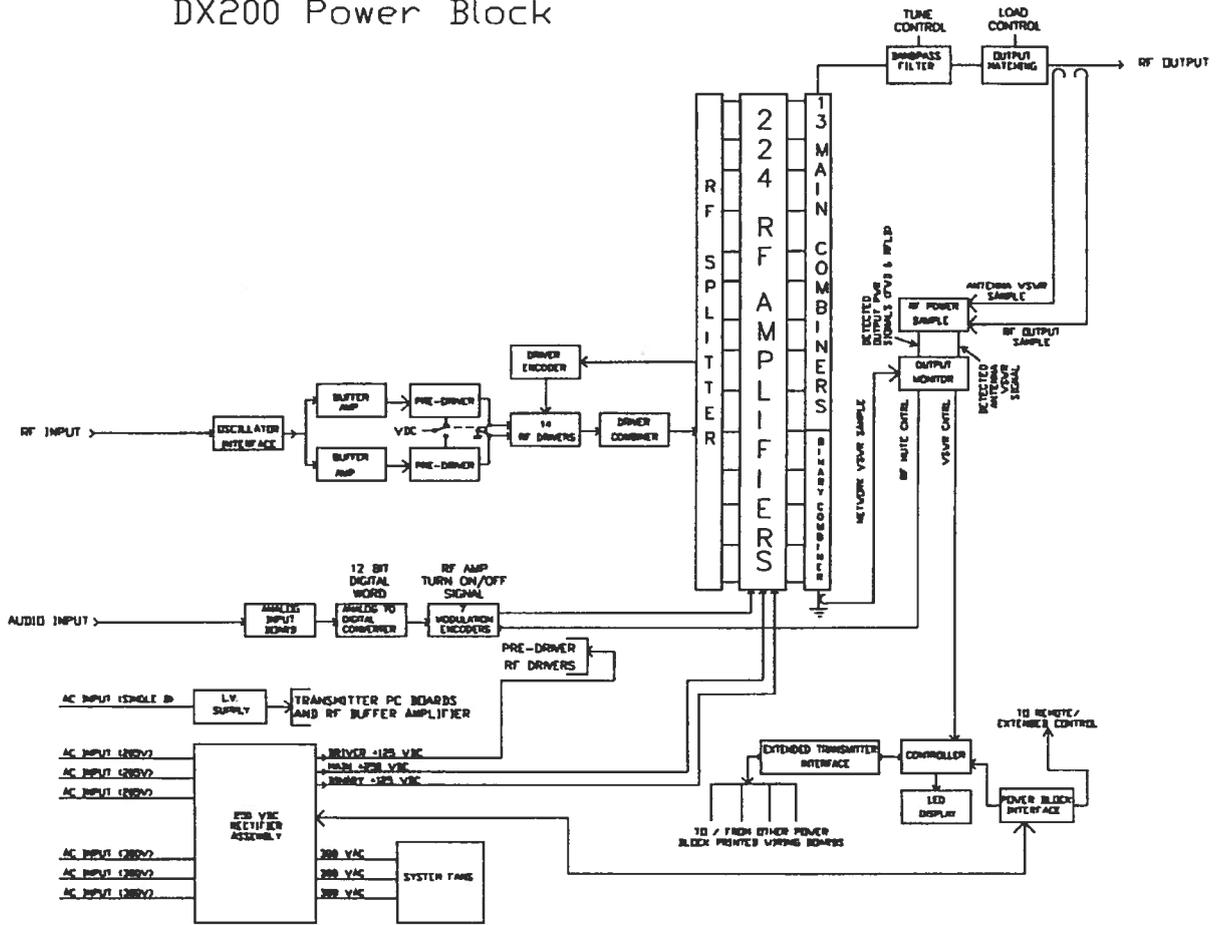


Diagramma impedenza d'antenna Torre 1 (OM2)

TX HARRIS 600 schema generale "Power Block" (DX 200)

DX200 Power Block



2418-1A1

TX HARRIS 600 amplificatore RF

2327-138

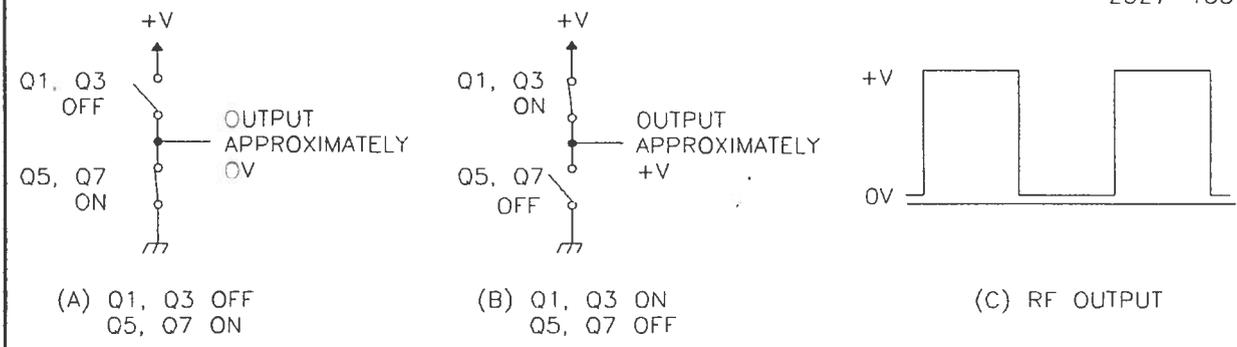
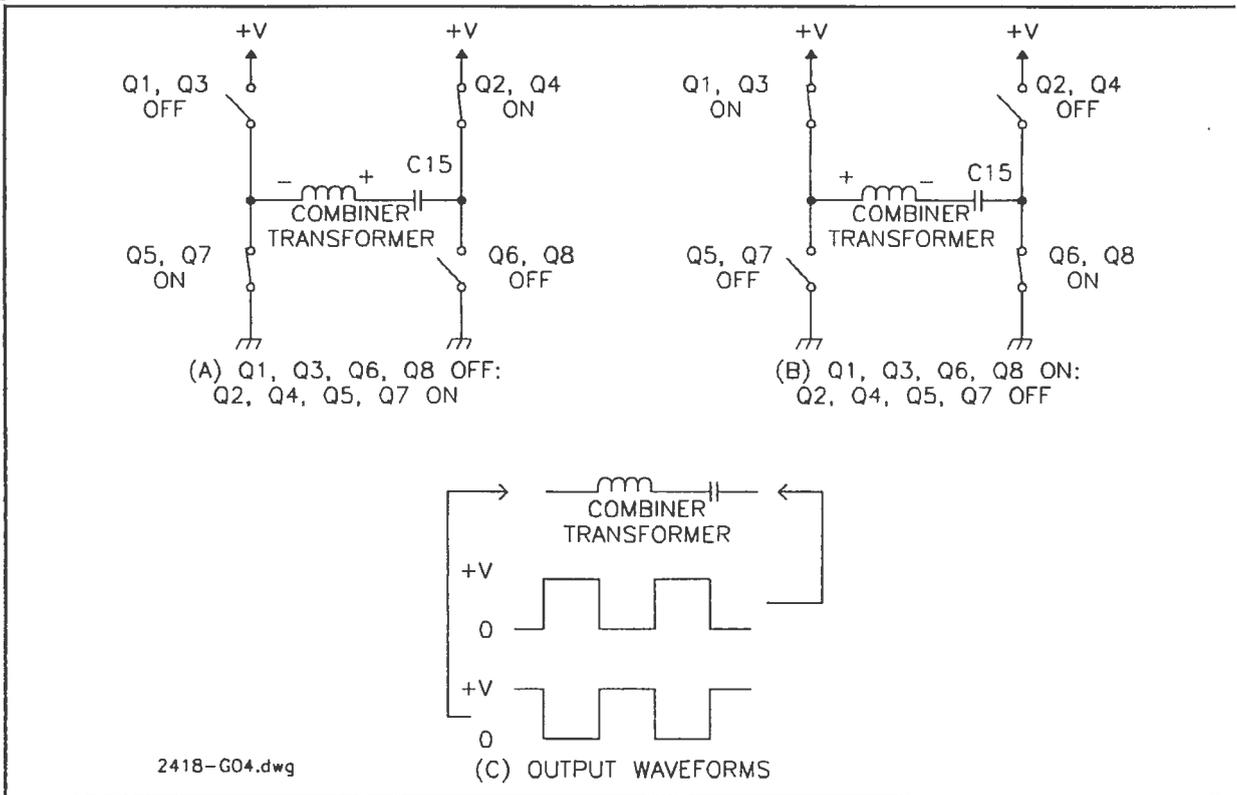


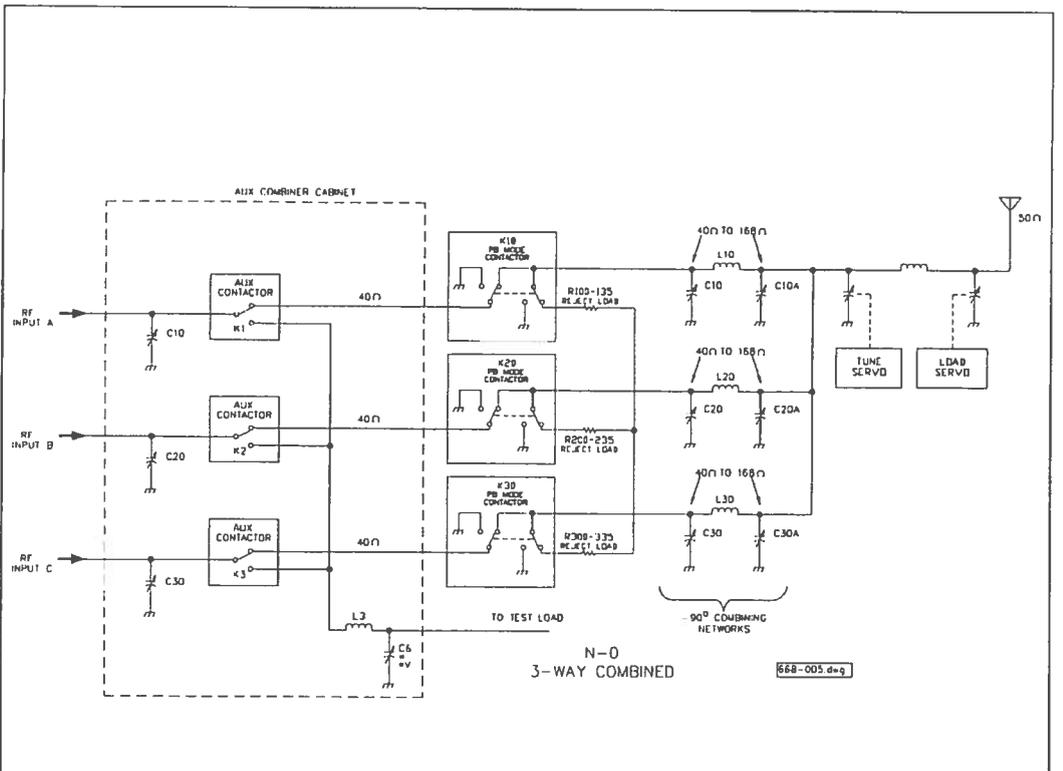
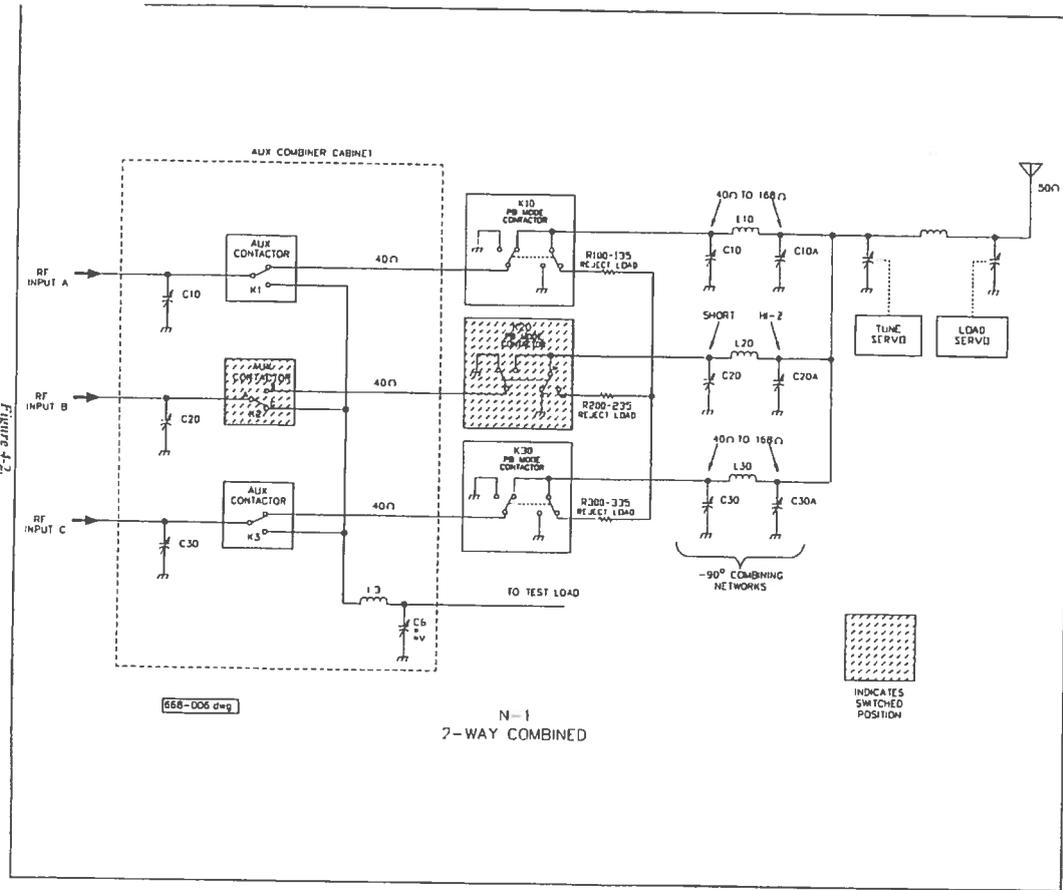
Figure G-3. RF Amplifier Half Quad Operation



2418-G04.dwg

Figure G-4. RF Amplifier Full Quad Bridged Operation

# TX HARRIS 600 schema del combinatore



LVA-1000 COMBINER

TX HARRIS 200 schema generale

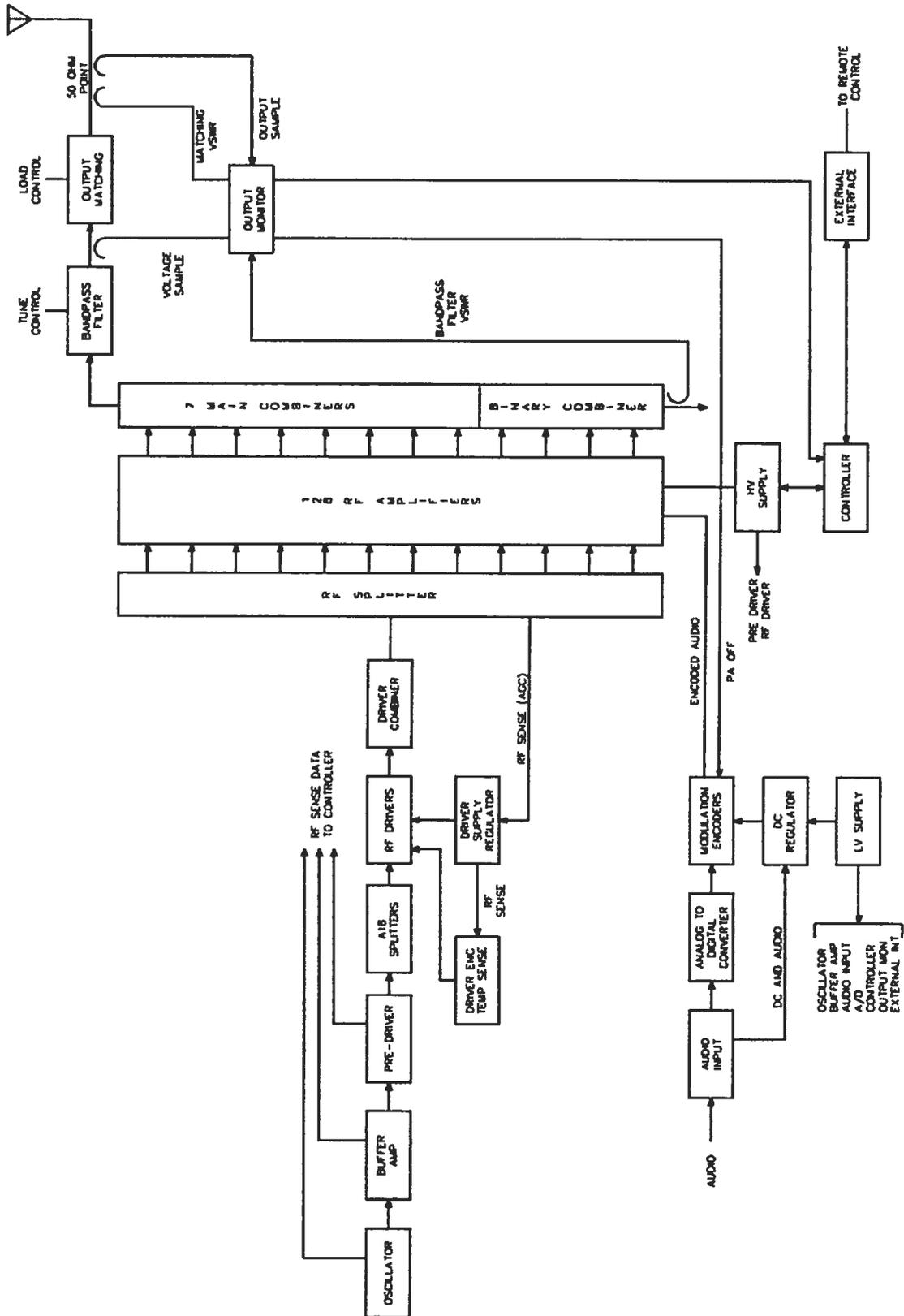


Figure 4-1. DX-50 Block Diagram

# TX HARRIS 600 amplificatore RF

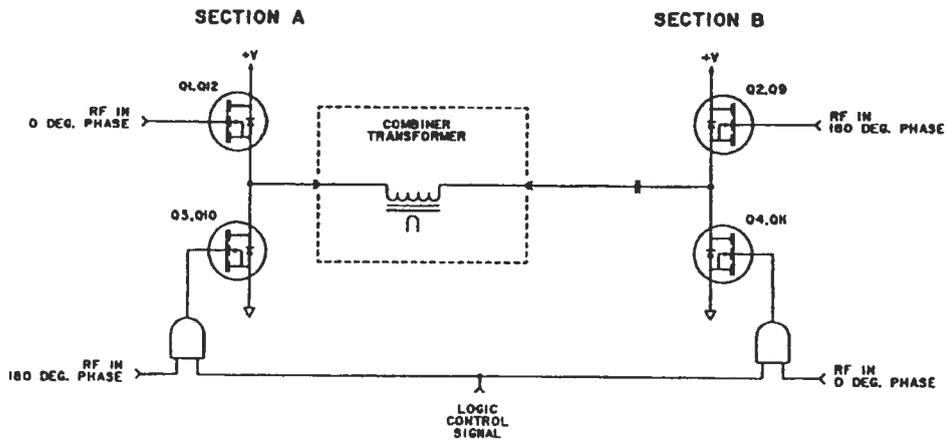


Figure C-1. RF Amplifier Module, Simplified Diagram

(817 2099 031)

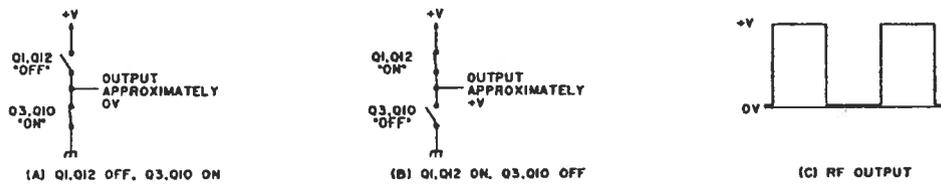


Figure C-2. RF Amplifier Operation, Half-Quad

Configuration (817 2099 032)

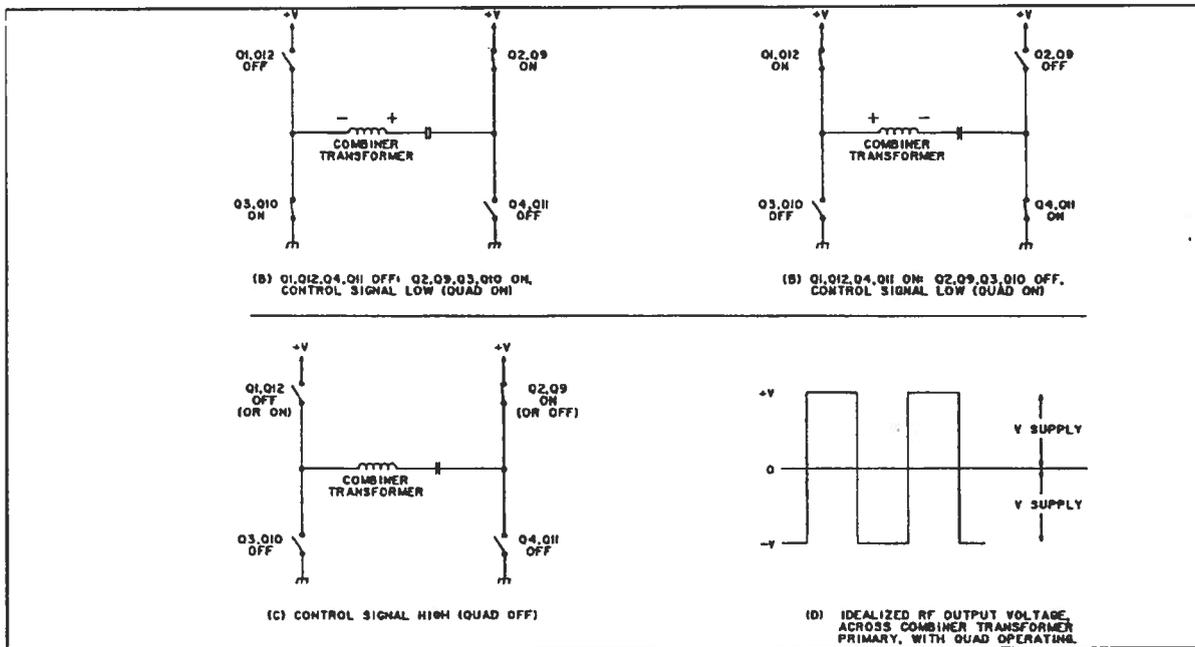
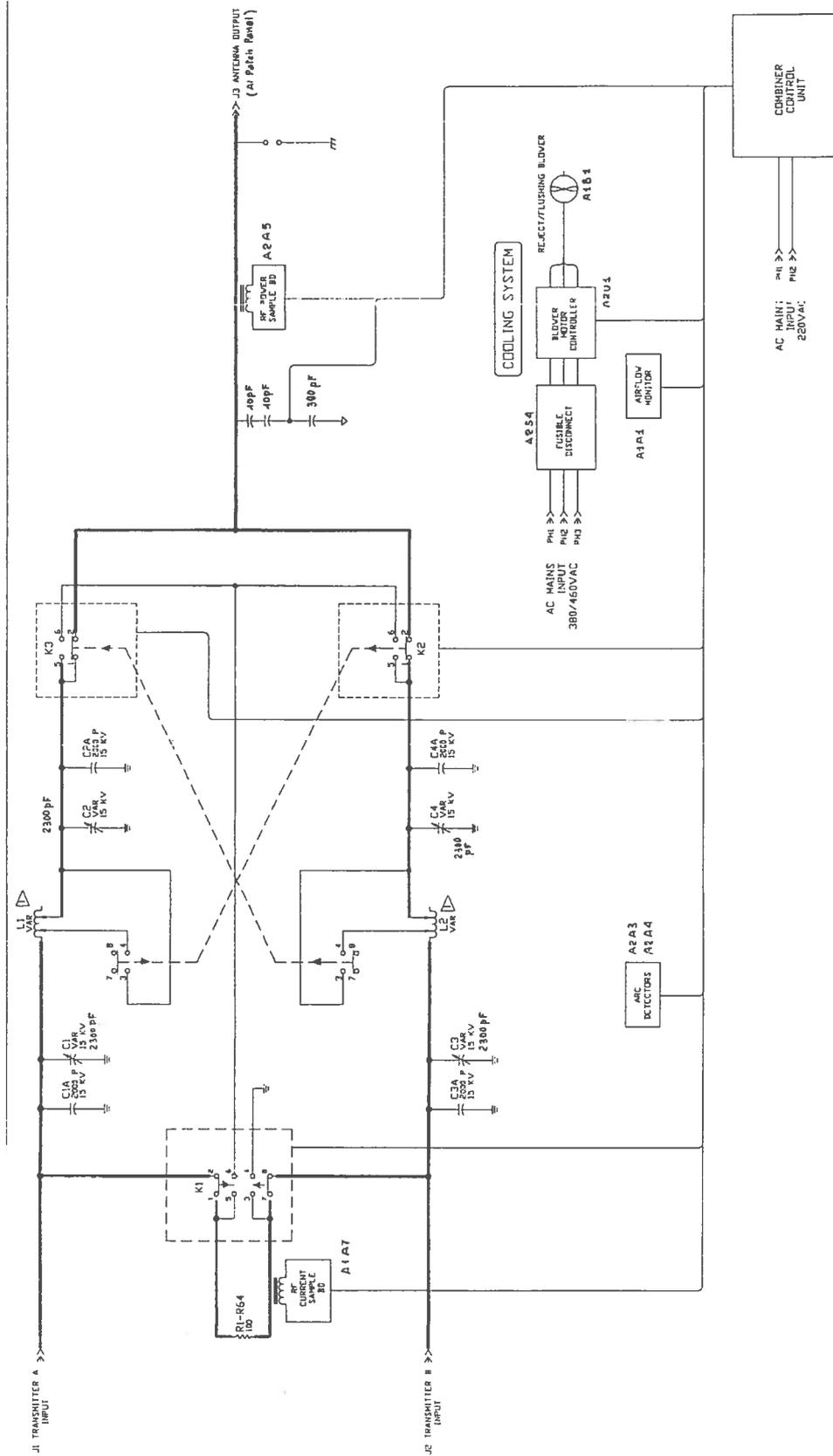


Figure C-3. RF Amplifier Operation, Full Quad

Configuration (817 2099 033)

# TX HARRIS 200 schema del combinatore



# ALLEGATO

(specifiche degli impianti TX OM 600 kW e 100 kW)



## ***DX 25U & DX 50***

***25kW and 50kW***

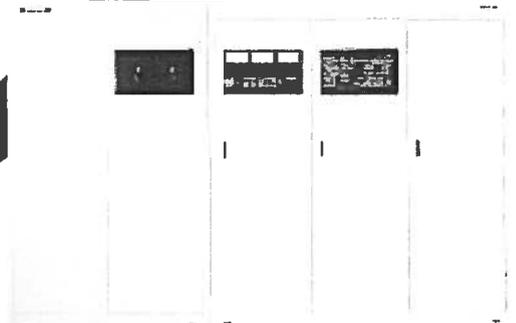
***Digital Solid State***

***AM Transmitters***

No matter how demanding your broadcast needs, the Harris DX 25U and DX 50 will keep you on the air. Hundreds of broadcasters have benefited from the superior performance and reliability provided by Harris-patented digital amplitude modulation. According to our customers, DX transmitters provide unsurpassed audio performance, improved coverage, simple operation, the lowest cost of operation, and the highest reliability of any medium wave transmitter.

### ***Features/Benefits:***

- ▶ **Digital:** Harris DX transmitters have Direct Digital Synthesis of the RF envelope using true digital modulation, not PDM.
- ▶ **Reliable:** Harris DX transmitters have set a new standard for RF amplifier reliability.
- ▶ **Simple:** Harris DX transmitters are simple to operate and maintain. Each system uses standard off-the-shelf components. Components are easily accessible and field repairable.
- ▶ **Efficient:** Harris DX transmitters are proven to yield typical efficiency of over 83%, resulting in the industry's lowest power cost.
- ▶ **Rugged:** Harris DX transmitters use a patented lightning protection system that virtually eliminates failures. Built-in surge protection is standard on all AC mains lines and internal power supplies.
- ▶ **Redundant:** Harris DX transmitters use redundant circuit designs in critical areas. Soft failure and FLEXPatch™ reassignment ensure uninterrupted broadcasting without significant degradation in performance. Broadband interchangeable RF amplifier modules simplify maintenance.
- ▶ **Future Compatibility:** Harris DX transmitters ensure future digital broadcast compatibility with high peak-to-average power capability, exceptional audio bandwidth, and virtually no audio-to-RF group delay variation. The Harris DX transmitters have been used for IBOC field tests.



***next level solutions***

## General

Type Of Modulation: Harris patented AM Digital Amplitude Modulation.  
Transmitter Type: Medium wave, 100% solid state.  
Power Output Range: DX 25U: 10-27.5 kW. DX 50: 10-60 kW. Transmitter capable of combined operation. Three adjustable pre-set power levels are provided.  
Frequency Range: 531 kHz – 1705 kHz. Supplied, tuned and tested to one frequency as specified.  
AC Mains Input: Any voltage between 363 and 502 VAC, 3 phase, 50/60 Hz, 3 wire plus 190 to 260 VAC single phase, 1 kVa, 50/60 Hz. Optional 480/240 VAC stepdown transformer available.  
Power Supply Variation:  $\pm 5\%$  voltage, 48-63 Hz.  
Transient Protection: Meets ANSI/IEEE C62.41-1980 requirements; includes high-capability MOVs.  
Power Factor: 0.98% typical.  
Frequency Stability:  $\pm 10$  Hz, 0 to 50°C,  $\pm 2$  Hz at typical conditions.  
Audio Input: -10 to +10 dBm, adjustable transformerless input; 600, 150, and 50 ohm terminators provided.  
RF Output:  $3\frac{1}{8}$ " EIA flange; accepts male or female connectors.  
RF Load: 50 ohms, unbalanced. Front panel matching range of 1.2:1 VSWR at carrier.  
Cabinet & Harmonic/Spurious Radiation: Meets FCC, CCIR and IC requirements.  
Overall AC Efficiency: Typically 83% at 25 kW and 50 kW.

## Audio Performance

Audio Frequency Response: +0.2/-0.8 dB, 20 Hz to 10 kHz. Reference 1 kHz at 95% modulation.  
Total Harmonic Distortion: DX 25U: 0.9% or less at 95% modulation, 30 Hz to 10 kHz, at 25 kW; 0.5% typical. DX 50: 0.7% or less at 95% modulation, 30 Hz to 10 kHz, at 50 kW, 0.3% typical.  
Intermodulation Distortion: DX 25U: 0.8% or less, 1:1, 60/7000 Hz; 1.3% or less 4:1, 60/7000 Hz; SMPTE at 95% modulation. No audio filters required. DX 50: 0.8% or less, 1:1, 60/7000 Hz; 1.3% or less 4:1, 60/7000 Hz; SMPTE at 95% modulation. Typical 0.4% 1:1, 0.8% 4:1. No audio filters required.

Transient Intermodulation Distortion: 0.5% or less at 95% modulation, 2.96/8.0 kHz, 4:1. No audio filters required.  
Squarewave Overshoot: 0.3% or less at 400 Hz, 85% modulation. Measured peak to peak. No audio filters required.  
Squarewave Tilt: 0.5% or less at 40 Hz, 80% modulation. No audio filters required.  
Carrier Shift: Less than 1%.  
Hum And Noise: -65 dB or better below 100% modulation (unweighted).  
IQM: -36 dB at 1 kHz, 95% modulation; -40 dB typical.  
Positive Peak Capability: DX 25U: +145% at 25 kW; +135% at 27.5 kW (program modulation). DX 50: +145% at 50 kW, +135% at 55 kW; +125% at 60 kW (program modulation).  
Duty Cycle: Continuous 100% modulated sine wave.

## Service Conditions

RF Monitor Provisions: Up to 10 volt RMS RF modulated output sample (constant sample level at High, Medium or Low power setting). Five volt RMS RF frequency monitor sample. Nominal over specified power range.  
Power Consumption: DX 25U: 29.1 kW or less typical at 25 kW, 0% modulation; 43.6 kW or less typical at 25 kW, 100% tone modulation. DX 50: 58 kW or less typical at 50 kW, 0% modulation; 88 kW or less typical at 50 kW, 100% tone modulation.  
Ambient Temperature: -10°C to +50°C; derated 2°C per 1,000 feet (305 meters) of altitude.  
Temperature Rise (Inlet/Outlet Air): Approximately 6°C.  
Altitude: Up to 13,000 feet (3,962 meters).  
Humidity Range: 0 to 95%, non-condensing.  
Size: 120" (305 cm) W x 33" (84 cm) D x 78" (198 cm) H.  
Weight: DX 25U: 3,660 lbs. (1,660 kg).  
DX 50: 3,700 lbs. (1,710 kg).

NOTES 1. All measurements made into test load at rated power.  
2. Noise may degrade if AC lines are unbalanced.

Specifications subject to change without notice.



**HARRIS**

next level solutions

Broadcast Communications Division | 4393 Digital Way | Mason, OH USA 45040  
phone: 513-459-3400 | email: broadcast@harris.com | www.harris.com

Copyright © 2000 Harris Corporation  
ADV. 883A 03/00

IL FUTURO  
(Digital Radio Mondiale)

## Che cosa è il DRM

Il DRM (acronimo di Digital Radio Mondiale) è l'unico sistema mondiale di trasmissione digitale non proprietario previsto per le onde corte, medie e lunghe ed in grado di utilizzare le stesse frequenze attualmente assegnate al servizio di radiodiffusione in AM nello spettro fino a 30 MHz.

Il DRM venne alla luce durante un incontro a Parigi nel settembre del 1996, tra alcune delle più grandi emittenti e costruttori di apparati, vi erano rappresentanti di Radio France, Deutsche Welle, Voice of America e Thomcast. Durante questo raduno tutte le parti concordarono su un punto: i giorni per la radiodiffusione, sia nazionale che internazionale, con la tradizionale modulazione AM sotto i 30 MHz, erano vicini alla fine.

Da questo incontro e da successivi incontri nacque un nuovo organismo, DRM (Digital Radio Mondiale), i cui obiettivi sono:

- Formulare un progetto per la radiodiffusione digitale nelle onde corte e medie, in modo da definire degli standard mondiali che possano guidare il mercato e l'orientamento dei potenziali utenti.
- Facilitare la diffusione della tecnologia digitale di modulazione di ampiezza QAM in tutto il mondo

Questa tecnologia, che ha ricevuto l'approvazione del noto organo di standardizzazione International Telecommunications Union (ITU), promette l'inizio di una nuova era nella qualità del suono in broadcasting per trasmissioni a lungo, medio o corto raggio.

Ad oggi il DRM è l'unico standard universale, non proprietario, con qualità pari a quella MP3, che può integrare dati e testo visualizzabili su display.

Ed è progettato per impiegare una canalizzazione basata su segnali di 9/10 KHz di larghezza di banda, ma può impiegare larghezze minori o sfruttare anche larghezze di banda maggiori.

Può essere impiegato per ricevitori radio fissi e mobili, autoradio, PDA e ricevitori software. Impiega la modulazione COFDM, quindi tutti i dati sono distribuiti su portanti ortogonali tra loro, il cui numero varia in funzione della banda disponibile e del grado di protezione dai disturbi richiesto al segnale. Può impiegare codifiche audio MPEG4 AAC per una qualità migliore, CELP per il parlato, HVXC per un bit-rate minimo.

## Come funziona il DRM

Il sistema DRM usa un tipo di trasmissione chiamata COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex), con tale tecnica si divide il segnale digitale su un numero piuttosto grande di portanti all'interno del canale di trasmissione. Una caratteristica del sistema è che il numero di portanti può essere variato in funzione della banda destinata ad

ogni canale, che per ora può essere 9, 10 KHz o multipli di questi valori, per il futuro non si esclude l'utilizzo di bande più larghe, così da consentire ad esempio la trasmissione di futuri servizi multimediali con più canali audio e l'aggiunta di testo e immagini.

Il sistema DRM può usare tre tipi differenti di codifica audio a scelta dell'operatore (broadcaster).

MPEG4 AAC (Advanced Audio Coding) + SBR (Spectral Bandwidth Extension) che permette di ottenere un audio di alta qualità.

MPEG4 CELP (Coded Excited Linear Prediction) adatto ad un audio di alta qualità, ma senza contenuti musicali.

HVXC (Harmonic Vector Excitation) specifico per il parlato a basso bit-rate.

Oltre alla trasmissione "audio" il Dm permette di diffondere diversi tipi di contenuti testuali o grafici che vengono oggi visualizzati attraverso il software di ricezione e in futuro saranno disponibili sul display del ricevitore.

Uno dei software utilizzati oggi, integrato nei programmi di decodifica, è il Journaline che permette all'utente di ricevere oltre ai contenuti audio un vero e proprio "giornale" ipertestuale completo di menù, testi e immagini.

Per maggior informazioni tecniche sullo standard si può consultare il sito [www.drm.org](http://www.drm.org) o l'italiano [www.drmradio.it](http://www.drmradio.it)

### **Chi trasmette in DRM**

Alla data di scrittura di questa guida (Maggio 2005) sono ben 33 le stazioni che compaiono nello schedale ufficiali delle emissioni digitali DRM in onde corte e in onde medie.

Tra queste vale la pena segnalare queste importanti stazioni internazionali: Bbc Worldservice, Deutsche Welle, Radio Netherland, Voce della Russia, Radio Sweden, Radio Vaticana, Radio France International e Radio Canada International. Oltre a queste grosse emittenti è possibile ricevere in Dm i segnali "locali" di RTL Radio, Virgin Radio, Radio Kuwait, Premier Radio UK e Asian Sound.

La maggior parte delle emissioni hanno come area target l'Europa dove è possibile sintonizzare tutto il giorno segnali in onde corte e la sera ricevere anche le emissioni in onde medie di Radio Vaticana (1611 kHz) e BBC Worldservice (1296 kHz).

La lista aggiornata delle emissioni drm completa di frequenze ed orari è consultabile all'indirizzo: <http://www.drm-dx.de/> o <http://www.drm.org>

Vale la pena ricordare che essendo il DRM in continua evoluzione i broadcaster coinvolti in questo progetto sono molto interessati a ricevere rapporti di ricezione con i log prodotti dai software di ricezione. Sul sito <http://www.drm-dx.de/> si possono trovare indirizzi ed email dove inviare i propri rapporti di ricezione.

## Come ricevere il DRM

Per poter ricevere in onde corte le trasmissioni digitali DRM possiamo oggi scegliere tra varie modalità di ricezione e tipi di ricevitori:

### Ricevitori Dm "nativi" stand alone

Ad oggi l'unico ricevitore DRM nativo "portatile", cioè che non necessita di computer per la decodifica Dm, è il Mayah 2010. Questo ricevitore appartiene alla seconda generazione di apparecchiature in grado di ricevere il segnale DRM, ed è il risultato di un progetto comune Mayah, Coding Technologies, Himalaya e AFG. Un modulo DSP controlla tutte le funzioni di decodifica DRM: una porta USB permette eventuali upgrade software o connessioni con PC. Supporta i coder AAC e AAC+SBR mono e stereo e le ampiezza di spettro 4.5, 5, 9, 10, 18 e 20 kHz. Il ricevitore viene oggi venduto ad un costo di circa 800 euro attraverso il sito <http://www.mayah.com>.

### Ricevitori HF modificati

Utilizzando la scheda audio del proprio personal computer insieme ad un software di decodifica è possibile ricevere il Dm grazie ad una modifica di un "normale" ricevitore HF.

Ad oggi esistono due software di decodifica Dm, ecco le loro caratteristiche:

DRM Software Radio Project: questo software: disponibile solo per il mondo Windows, è stato realizzato dal consorzio Dm ed è reperibile sul sito <http://www.drmtx.org> al prezzo di 45 euro. Il sito annuncia che questo prodotto non verrà più aggiornato a partire dal 1 Aprile ma che saranno ancora disponibili i forum e il supporto per l'installazione.

DREAM DRM Software Radio Project : si tratta di software open source sotto GNU General Public License, disponibile per Windows e per Linux , sviluppato presso la Technische Universität di Darmstadt. Il software è in continuo sviluppo ed è adesso arrivato alla versione 1.2.2 che può essere scaricata sia in versione sorgente e sia in una versione compilata sul sito <http://pessoal.onda.com.br/rjamorim/dream.zip> . L'home page di Dream è invece disponibile all'indirizzo <http://sourceforge.net/projects/drm/>

La modifica da apportare ai più diffusi ricevitori per onde corte consiste nel prelievo del segnale a media frequenza (solitamente 455 KHz o 10.7 MHz) prima del rivelatore. Il segnale a IF viene poi convertito a 12 KHz mediante un convertitore e portato in ingresso della scheda audio del PC.

I convertitori posso essere auto-costruiti o acquistati su internet su questi tre siti:

La ditta tedesca SatService

<http://home.t-online.de/home/sat-service/sat/DRM/DRM.htm>

La ditta italiana Elad (vende anche convertitori 10.7 MHz / 12 kHz)

<http://www.elad.it>

Il sito del radioamatore Italiano I5XWW  
<http://xoomer.virgilio.it/i5xww/>

Un buon database di informazioni su come modificare il proprio ricevitore HF per il Dm è disponibile all'indirizzo [www.drmrx.org](http://www.drmrx.org) o sul sito [www.mods.dk](http://www.mods.dk)

#### Ricevitori HF non modificati

Alcuni ricevitori HF grazie alla possibilità di utilizzare filtri a larga banda anche in modalità SSB riescono a ricevere, seppur con prestazioni non ottimali, i segnali Dm senza nessun modifica hardware. Ecco un elenco, non completo, con le impostazioni per ricevere il DRM collegando direttamente l'uscita audio del ricevitore all'ingresso "line-in" della scheda audio del Pc e utilizzando il software Dream o il DRM Software Radio Project.

*Icom Pcr-1000:* ricevere in modalità USB, Filtro 50 KHz, sintonizzando la radio 12 kHz in alto rispetto alla frequenza di trasmissioni del segnale Dm e di attivare su Dream l'opzione "inversione segnale"(Flip input Spectrum).

*JRC NRD-535D:* modo cw - Bandwidth AUX (12kHz) - AGC Slow - Passband -2000 Hz CW Offset (BFO) -5000 Hz,

AOR 7030: Modo Cw – Filtro 9.5 kHz – Passband -4.2 kHz - sintonizzando la radio 5 kHz in alto rispetto alla frequenza di trasmissioni del segnale Dm

Questo sito <http://www.fineware-swl.com/drm.html> offre molti consigli a chi vuole provare a sintonizzare i segnali Dm senza modificare il proprio ricevitore.

#### Ricevitori PC based

Sono costituiti da un RF box che viene connesso ad un antenna e ad un personal computer attraverso la seriale o l'interfaccia Usb.

Ecco i modelli attualmente in commercio:

TenTec RX320D

Ricevitore DSP 0-30 MHz controllato da PC (seriale) dotato di uscita IF a 12 KHz da connettere direttamente alla scheda audio. Non viene fornito con software DRM.  
<http://www.tentec.com/>

Digital World Traveller / Coding Technologies:

E' il primo ricevitore DRM portatile "pc based" a comparire sul mercato. Si tratta di un ricevitore esterno che si connette tramite Usb al proprio computer e grazie al software (proprietario della Coding Technologies) ricevere sia le trasmissioni DRM sia la normale modalità analigica Am. <http://www.codingtechnologies.com/products/digtrav.htm>

#### FDM-77 - ELAD srl

Ricevitore SDR (SoftwareDefined Radio) realizzato in Italia che permette di ricevere da 0 a 60 MHz in modalità AM/FM/SSB/CW e ricevere i segnali DRM grazie al proprio software interno. Anche in questo caso la connessione tra il ricevitore e il pc è attraverso l'interfaccia usb 2.0 <http://www.eladit.net>

#### WINRADIO WR-G303i

E' il primo ricevitore onda corta (9 KHZ 30 MHZ ) dedicato al mondo su scheda PC (PCI). Grazie al software opzionale (DRM Decoder/Demodulator Plug-in) può ricevere direttamente il DRM senza alcuna modifica hardware. <http://www.winradio.com/index.htm>

#### WINRADIO WR-G303i

Il WinRADiO WR-G303e è un ricevitore SDR (SoftwareDefined Radio) in HF (9 KHZ 30 MHZ) per Pc. Rappresenta la versione esterna del modello WR-G303i , con identiche prestazioni. Il ricevitore è basato su di una connessione USB, ed è compatibile con PC Desktop e portatili di ultima generazione. Grazie al software opzionale (DRM Decoder/Demodulator Plug-in) può ricevere direttamente il DRM senza alcuna modifica hardware. <http://www.winradio.com/index.htm>

#### CIAOradio H101

E' un ricevitore portatile HF (0,1 – 30 MHz) che si connette al pc attraverso l'interfaccia USB. Riceve i modi DRM, AM, FM, SSB, CW, PSK, RTTY, SSTV. Può ricevere il Dm, senza modifiche hardware usando il software opensource Dream <http://www.comsistel.com/drm.htm>

#### RFspace SDR-14

Ricevitore SDR (SoftwareDefined Radio) che permette di ricevere da 0 a 30 MHz in modalità AM/FM/SSB/CW e ricevere i segnali DRM usando il software esterno Dream. Anche in questo caso la connessione tra il ricevitore e il pc è attraverso l'interfaccia usb. <http://www.rfspace.com/sdr14.html>

#### TenTec RX-350D

Ricevitore DSP 0-30 MHz da "tavolo" dotato di uscita IF a 12 KHz da connettere direttamente alla scheda audio. Non viene fornito con software DRM. <http://www.tentec.com/>

Esistono poi dei ricevitori professionali destinati al monitoraggio dei segnali DRM da parte di broadcaster ed enti di controllo. Per una lista aggiornata si può consultare il sito:

<http://www.drm.org/receivers/globreceivers.htm>

### **Hamdrm: Il DRM radio amatoriale**

Grazie al lavoro di Francesco HB9TLK, radioamatore svizzero, è ora disponibile una versione modificata del software open source (GPL) DreaM che permette di sperimentare la modalità COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) anche sulle bande dei radioamatori occupando solo la larghezza di banda di un normale canale USB (meno di 2,7 kHz).

Il primo software realizzato da HB9TLK è stato HamDream che permetteva di trasferire file o trasmettere audio in qualità digitale usando solo 2.5 kHz e utilizzando una modulazione a 51 portarti invece delle 182 usante dal Dm Standard. In questo modo non è necessario modificare la radio ne in trasmissione ne in ricezione per poter usare l'HamDrm.

Successivamente è stato diffuso il nuovo software WINDRM sviluppato da N1SU che permette Qso in HF usando l'audio digitale con un trasfert rate di 1 Kb/s senza usare hardware proprietari. Per scaricare l'ultima versione e controllare se ci sono stazioni attive ci si può connettere al sito <http://n1su.us/windrm/>

Il software oggi più diffuso è DIGTRX realizzato dal radioamatore brasiliano Roland Zurmely PY4ZBZ, è un programma per il trasferimento digitale di ogni tipo di file, come testi, immagini, programmi, che usa principalmente un sistema chiamato RDTF (Redundant Digital File Transfer) realizzato da Barry **KB9VAK** ma anche l'implementazione originale dell'HamDrm sviluppata da Francesco HB9TLK.

La frequenza più utilizzata per il traffico HamDrm è 14240 kHz usb dove è possibile ricevere molte stazioni che trasmettono immagini e testi in questa nuova modalità digitale.

Ecco il sito per scaricare l'ultima versione DigTrx :

<http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbz/hdsstv/HamDRM.htm>

### **Credits:**

Per realizzare questa guida queste sono state le fonti principali:

Sito del Consorzio internazionale DRM <http://www.drm.org>

Sito software DRM <http://www.drmrx.org>

Sito Drmradio <http://www.drmradio..it>

Sito "Sistemi di Radiodiffusione digitale: stato dell'arte e prospettive future di sviluppo." Di Fabrizio Fantacci <http://www2.ing.unipi.it/~d8328/documenti/dab/Frontespizio.html>

Sito FineWare <http://www.fineware-sw1.com/drm.html>