

Giampietro Girelli • IK2AVH

E-mail: sezione@arivigevano.net

Al Centro Trasmittente ad Onda Media (50 kW di professionalità) ARI Vigevano ospite di RAI Way a Sizzano (Pv)

RITORNARE a Sizzano è stato come andare indietro nel tempo. Sono trascorsi molti anni dalla nostra ultima visita al Centro RAI ad onde medie e ritornarci per me è una bella sensazione. La vista dei campi ancora colorati di un bel verde vivido danno maggior risalto alle due poderose antenne alle rispettivamente 145 e 148 metri che svettano verso il cielo.

Veniamo accolti dai Tecnici Paolo e Stefano, e anche da Francesco, già responsabile della stazione radio per oltre vent'anni e caro amico della nostra Sezione.

Francesco nel 1994, al tempo della nostra prima visita, ci svelò la magia del trasmettitore ad onde medie al punto che i partecipanti ne serbano ancora un ricordo indelebile.

Un'altra piacevole sorpresa è sapere che al Centro c'è un radioamatore: Paolo è infatti IW2HEU. Mi sentivo proprio tra amici.

Mentre salgo i pochi gradini dell'ingresso, ecco che affiorano numerosi ricordi.

Vent'anni fa il Centro Trasmittente erogava 600 kW in AM sulla frequenza di 900 kHz. Si trattava di due TX in parallelo da 300 kW, l'oscillatore erogava pochi watt ma attraverso 6 stadi amplificatori portava la potenza ad un livello tale da poter pilotare le valvole finali che erano modulate di placca.

E poi c'era l'imponente trasformatore di modulazione che da solo occupava un locale. In poche parole si camminava letteralmente dentro un TX in AM. Mi sentivo minuscolo, come se stessi esplorando uno dei miei TX a valvole in AM da dentro.

Oltre al TX da 600 kW che trasmetteva a 900 kHz (Milano1) c'era anche quello da 50 kW a 1035 (Milano 2).

Dal Centro di Sizzano si trasmetteva anche il "Notturmo Italiano", un programma ascoltato sia in Italia sia all'estero. Mi è stato tra l'altro confermato che si poteva ascoltare in tutta Europa senza problemi anche in autoradio... altri tempi.

Vorrei ringraziare l'Ingegnere Antonello Sedini, Paolo IW2HEU, Stefano e Francesco, fondamentali per la riuscita dell'evento e naturalmente Paolo IK2SGV per i suoi preziosi suggerimenti di ordine logistico.

Per illustrare in modo completo e competente ciò che abbiamo visto in questa bella giornata, abbiamo invitato Paolo IW2HEU a raccontare il Centro di Sizzano dal punto di vista tecnico. Di seguito il suo intervento.

Paolo Passerini • IW2HEU

Vediamo da vicino il trasmettitore OM di Milano - Sizzano

Premessa

La modulazione di ampiezza ha segnato l'inizio delle trasmissioni radio in fonia, sia amatoriali sia broadcasting e dai primi anni del secolo scorso non ha mai smesso di essere utilizzata. Nei trasmettitori analogici viene classicamente ottenuta mediante un trasformatore di modulazione che sovrappone la tensione prodotta da un amplificatore di bassa frequenza alla tensione di alimentazione dello stadio finale RF. Nel corso degli anni la tecnica della radio si è evoluta con lo sforzo di migliorare l'efficienza dei trasmettitori e per semplificarne l'aspetto costruttivo. A tale scopo sono state introdotte nuove classi di amplificazione come la classe D, dove gli elementi attivi funzionano come semplici interruttori, eliminando così gli stati intermedi di conduzione che dissipano energia in calore.

Alla fine degli Anni '90 la RAI ha rinnovato gli impianti trasmissivi in OM con apparati a stato solido prodotti dalla americana Harris. Questa generazione di trasmettitori broadcast della serie DX è di

tipo modulare ed è stata realizzata in diversi tagli di potenze, 10 - 50 - 200 kW e oltre. Il trasmettitore di Sizzano a 900 kHz diffonde i programmi della rete OM1 RAI e può erogare sino a 600 kW di potenza RF grazie a tre uni-

tà DX 200, composte da 6 armadi ciascuna, accoppiate da un combinatore ausiliario. Nel Centro Trasmittente RAIWAY era presente anche il TX da 100 kW della rete OM2, composto da due DX 50 combinati, che è stato spento dopo il riassetto della rete OM avvenuto nel 2004. Successivamente l'ex OM2 (693 kHz) è stato convertito in DRM, utilizzando un solo DX 50. Attualmente l'unico trasmettitore funzionante è quello a 900 kHz, ridotto alla minima potenza possibile, 50 kW, a causa delle problematiche NIR. Dei sei armadi costituenti il DX200, uno ospita il rettificatore trifase CA/CC da 250 V per l'alimentazione di potenza dei moduli, uno contiene il filtro di uscita sintonizzabile e i restanti quattro armadi contengono i moduli amplificatori, le schede di pilotaggio, le logiche di governo e i controlli frontali (Fig. 1).



Foto 1 • Vista frontale dei moduli RF

Principio di funzionamento dei trasmettitori Harris DX 200

I trasmettitori della serie DX combinano le tecniche digitali con la classe di amplificazione D per ottenere la modula-

zione AM, per questo sono totalmente diversi dai trasmettitori classici. Il trasmettitore DX 200 è provvisto di 239 moduli amplificatori RF a MOSFET raffreddati ad aria. La potenza totale del TX è ottenuta combinando in modo opportuno l'energia a RF di tutti i moduli finali. I MOSFET di questi amplificatori sono pilotati alla stessa frequenza della portante RF con un segnale ad onda quadra, pertanto si comportano come semplici interruttori che aprono e chiudono il circuito di uscita, in sincrono con la portante. Tutti gli amplificatori ricevono costantemente la f. pilota, ma il numero di quelli abilitati ad amplificarne il segnale varia in funzione del livello del segnale audio di BF. In assenza di modulazione audio la presenza della portante in uscita al TX è garantita da un segnale in corrente continua presente nel modulatore (bias). L'ampiezza di questo segnale determina il numero di moduli che devono essere accesi permanentemente, in funzione della potenza desiderata: L-M-H (50-100-200 kW). Nel DX 200 in alta potenza sono abilitati 103 amplificatori finali.

La conversione audio A/D e la sintesi a RF

Ai fini della modulazione di ampiezza il segnale a bassa frequenza è sommato alla componente continua e infine inviato al convertitore A/D. Il campionamento è eseguito in sincrono con la frequenza portante e in conseguenza di ciò è correlato alla frequenza del TX. Sopra 0.8 MHz, dove il periodo equivale a $1.25 \mu\text{s}$, la f.c. viene dimezzata: in questo modo l'intervallo di campionamento è sempre compreso tra 1.2 e $2.4 \mu\text{s}$. Dopo il campionamento gli impulsi del segnale audio vengono discretiz-

zati con una risoluzione di 12 bit, cioè il valore elettrico del segnale di bassa frequenza viene approssimato al valore più vicino possibile a quello di uno dei 4096 livelli definiti dalla

ne, si utilizzano i compressori di dinamica ad audiofrequenza (Orban 9200). Con la modulazione audio vengono quindi accesi e spenti fino a 224 moduli amplificatori finali (pilotati

da 14 predriver): 220 moduli sono detti a passo grande, gli altri 4 binari. Questi ultimi differiscono dai primi perché sono predisposti per erogare una tensione RF che è 1/2, 1/4, 1/8 e 1/16 di quella dei moduli principali. Durante la sintesi dell'onda RF modulata in AM questo accorgimento permette di ridurre il rumore di quantizzazione e la distorsione (Fig. 2). Utilizzando i 4 moduli binari si aggiungono altri 16 livelli di tensione a bassa risoluzione che definiscono ancora più finemente ciascuno dei 220 livelli ottenuti con i moduli a passo grande. Questo si traduce in 3520 livelli di quantizzazione complessivi utilizzati nel processo di conversione D/A: un aumento della risoluzione che va a beneficio del rumore di quantizzazione e che in definitiva permetterebbe un range dinamico di circa 70 dB. In conclusione, semplificando in estremi termini, si può pensare all'intero trasmettitore come un potente convertitore D/A, dove la tensione RF prodotta da ciascun modulo amplificatore rappresenta un gradino della scala di quantizzazione del segnale a radiofrequenza trasmesso. La tensione RF totale delle 224 schede (Foto 1) è raccolta da 13 combinatori principali (oltre a quello

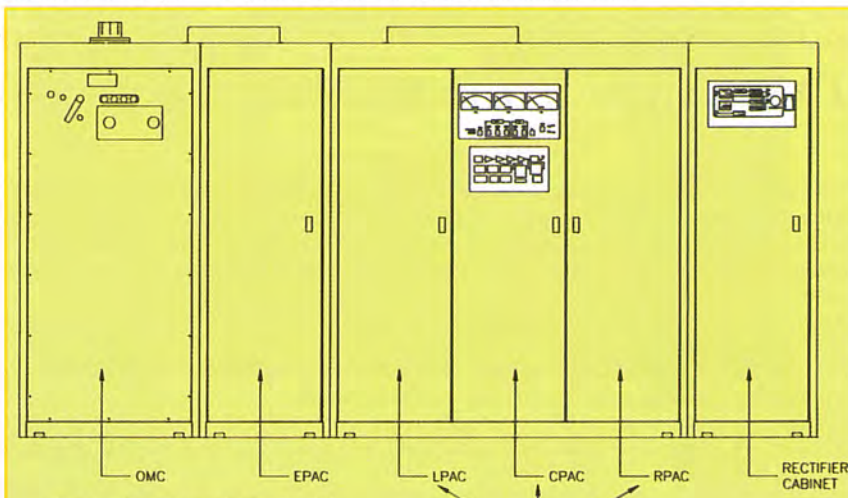


Fig. 1 - Vista frontale del DX 200

Legenda:

OMC (output matching cabinet) EPAC (extended P.A. cabinet) L/C/R-PAC (left, center, right P.A. cabinet)

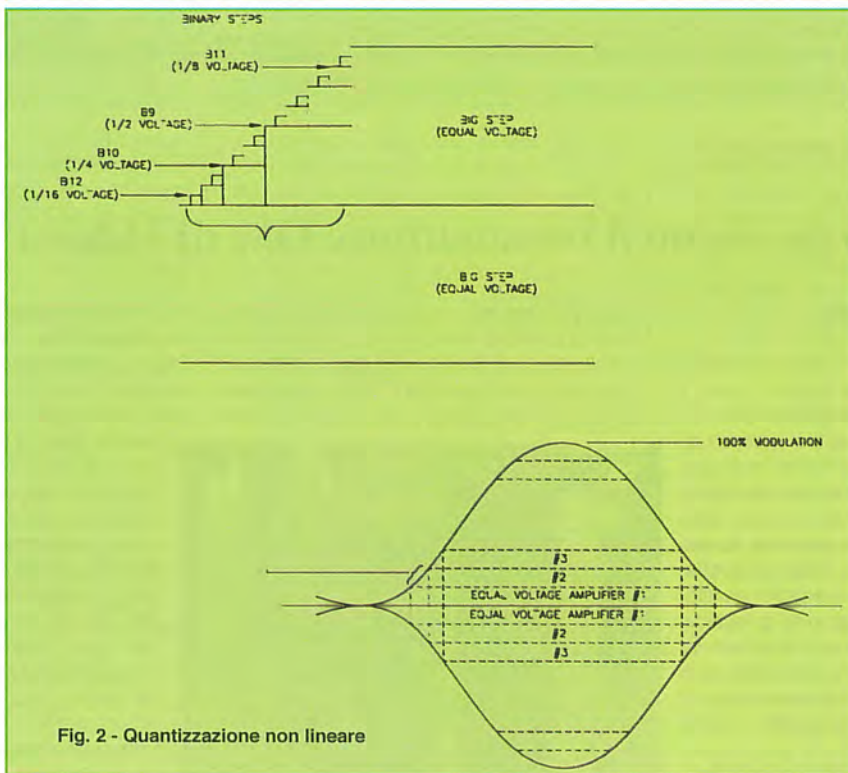
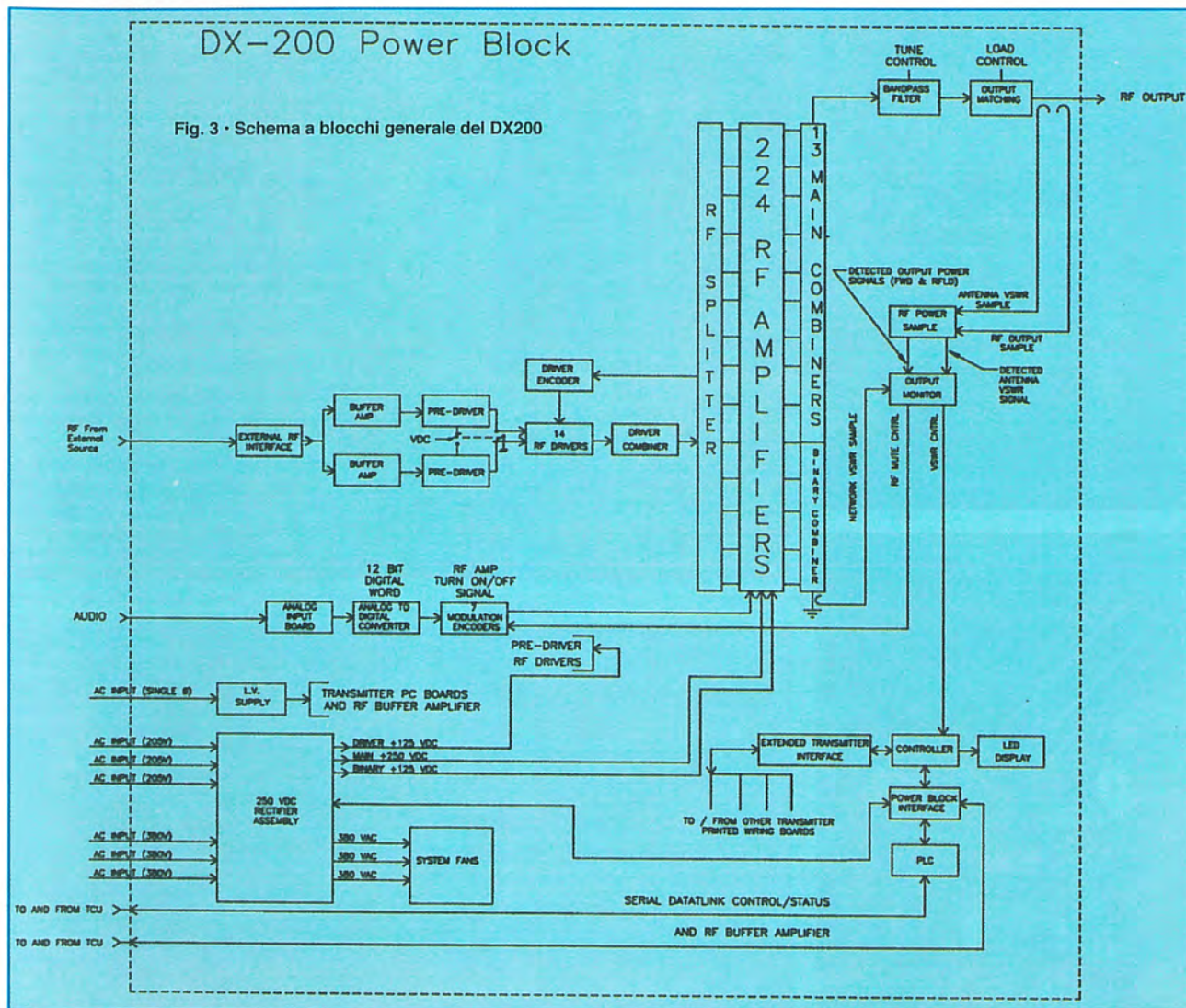


Fig. 2 - Quantizzazione non lineare

parola a 12 bit. Questa parola digitale (Byte) infine comanda l'accensione dei moduli RF finali nella successiva conversione D/A a RF. Per inciso 12 bit permetterebbero un livello equivalente di dinamica di circa 72 dB, più che sufficienti per un trasmettitore AM: all'atto pratico questo valore non si sfrutta in quanto, per dare il massimo S/N possibile in ricezio-

ne, si utilizzano i compressori di dinamica ad audiofrequenza (Orban 9200). Con la modulazione audio vengono quindi accesi e spenti fino a 224 moduli amplificatori finali (pilotati da 14 predriver): 220 moduli sono detti a passo grande, gli altri 4 binari. Questi ultimi differiscono dai primi perché sono predisposti per erogare una tensione RF che è 1/2, 1/4, 1/8 e 1/16 di quella dei moduli principali. Durante la sintesi dell'onda RF modulata in AM questo accorgimento permette di ridurre il rumore di quantizzazione e la distorsione (Fig. 2). Utilizzando i 4 moduli binari si aggiungono altri 16 livelli di tensione a bassa risoluzione che definiscono ancora più finemente ciascuno dei 220 livelli ottenuti con i moduli a passo grande. Questo si traduce in 3520 livelli di quantizzazione complessivi utilizzati nel processo di conversione D/A: un aumento della risoluzione che va a beneficio del rumore di quantizzazione e che in definitiva permetterebbe un range dinamico di circa 70 dB. In conclusione, semplificando in estremi termini, si può pensare all'intero trasmettitore come un potente convertitore D/A, dove la tensione RF prodotta da ciascun modulo amplificatore rappresenta un gradino della scala di quantizzazione del segnale a radiofrequenza trasmesso. La tensione RF totale delle 224 schede (Foto 1) è raccolta da 13 combinatori principali (oltre a quello



e adatta l'impedenza di uscita a 50 ohm (Foto 3). Una logica di governo basata su microcontrollori industriali PLC permette le operazioni di controllo e gestisce i numerosi sensori dei tre TX da 200 kW, oltre agli switch di posizione dei commutatori di antenna e del combinatorio da 600 kW. Questo, funzionando anche da adattatore di impedenza, permette di operare in antenna con due soli trasmettitori DX 200 accoppiati e di provare il terzo su carico artificiale. In Fig. 3 è visibile lo schema a blocchi generale della sezione PA da 200 kW.

Principio di funzionamento del modulo amplificatore

Ogni scheda amplificatrice è a tutti gli effetti un inverter c.c./c.a. a RF e consta di quattro coppie MOSFET IRFP360 connesse a ponte, che funzionano da interruttori al fine di alternare la tensione di 250 Vc.c. applicata ai capi dell'avvolgimento primario del trasformatore toroidale di uscita (Fig. 4), ottenendo così una tensione a RF. Il trasfor-

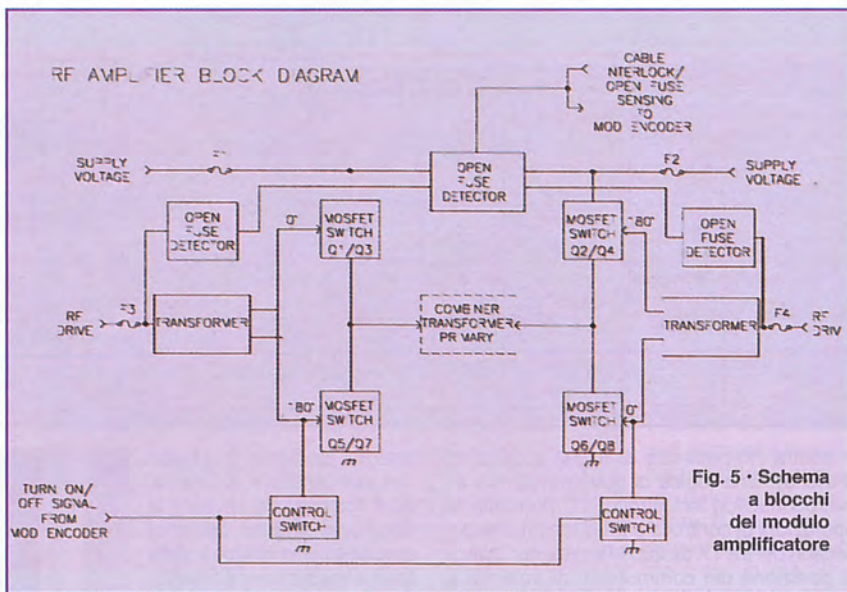
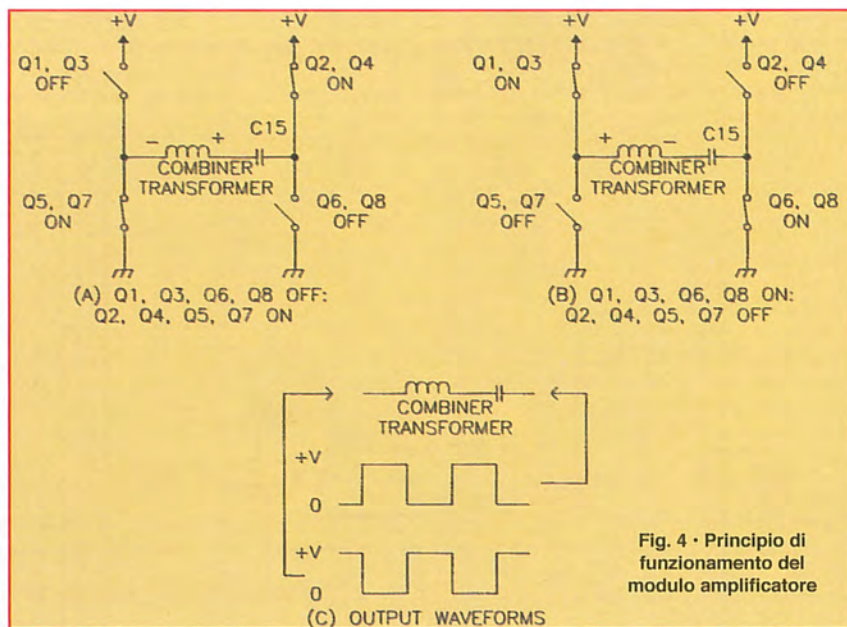
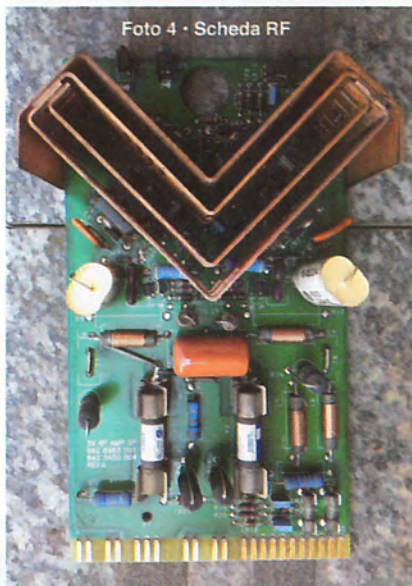
mattore toroidale è situato nel combinatorio di uscita, ed è costituito da 16 spire di filo (l'avvolgimento primario) avvolte su ogni toroide e dalla linea di trasmissione passante, che costituisce l'avvolgimento secondario (Foto 2).

Descrizione circuitale

Ogni modulo amplificatore è costituito da due sezioni simmetriche. Il segnale RF di pilotaggio è applicato all'ingresso del modulo tramite due percorsi separati e viene sfasato di 180° da una coppia di trasformatori avvolti su nucleo toroidale. I quattro segnali RF risultanti pilotano i gate delle coppie di MOSFET a tempo di clock (Fig. 5 e 6). Ogni scheda viene accesa



Foto 2 - Vista posteriore di un combinatorio RF



e spenta da una delle sette modulation encoder (Fig. 3), in funzione della parola binaria a 12 bit di cui sopra, mediante una tensione continua che pilota i transistor Q10/Q18. Quando la scheda RF non è abilitata la coppia Q15 e Q17 cortocircuita verso massa, mediante R7 e C5, la tensione di pilotaggio RF all'ingresso dei trasformatori toroidali T1 e T2 che pilotano i gate dei MOSFET Q1/Q8. Questo accorgimento serve a mantenere invariata l'impedenza che le schede driver vedono, al variare dello stato di accensione e spegnimento delle 224 schede amplificatrici. Anche se dallo schema elettrico non si direbbe, il principio di funzionamento del modulo amplificatore è tutt'altro che complesso.

La torre radiante

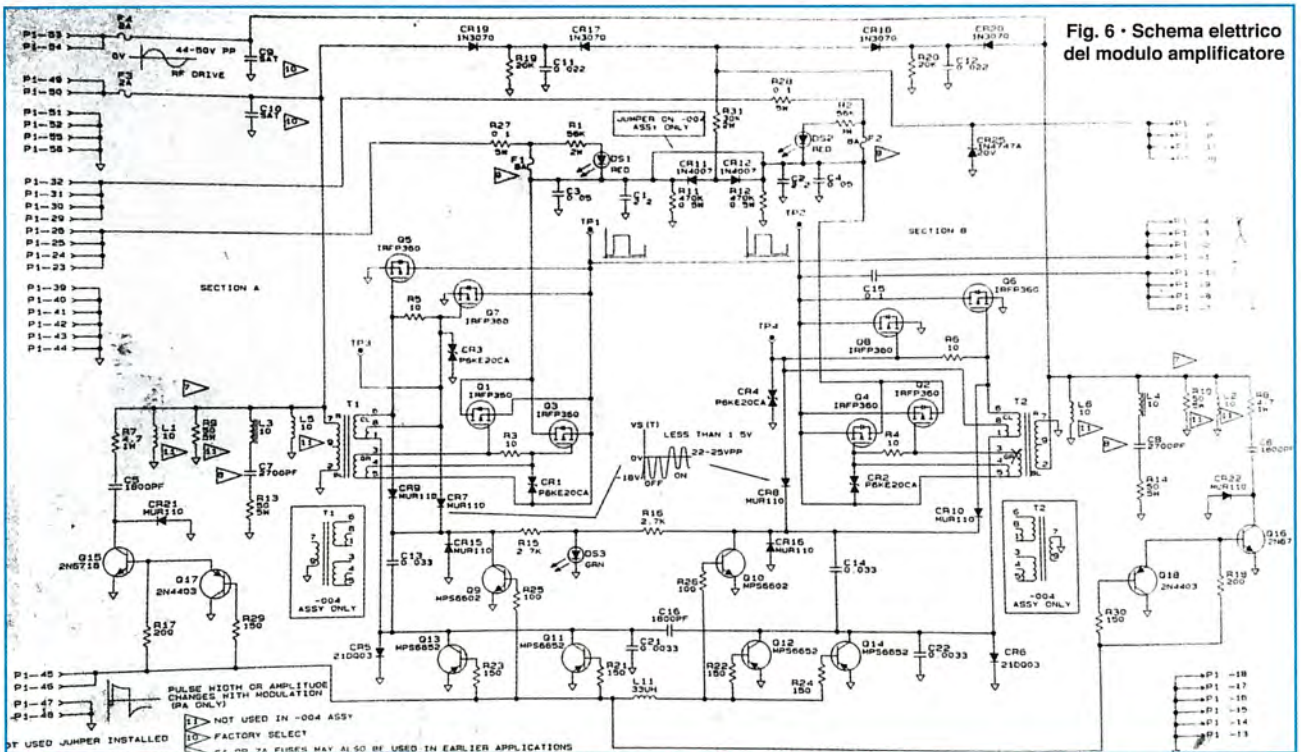
Il sistema radiante della stazione MI 1 è costituito da una torre strallata a base quadrata (2x2 m) alta 148 metri e isolata alla base (Foto 15), con cappello capacitivo (Foto 16). Il piano di terra è composto da una raggiera di 120 radiali lunghi mediamente 170 metri e da un contrappeso, anch'esso interrato, composto da 240 fili lunghi 16 metri. Alla frequenza di 900 kHz la lunghezza d'onda è di 333 metri, quindi la torre si trova a risonare vicino alla configurazione lambda mezzi. L'impedenza misurata alla base della torre è di 296 - J292 ohm, valore che viene normalizzato ai 50 ohm resistivi del feeder, tramite la rete di adattamento L-C posta nella cabina di sintonia (Foto 11 e 12). Per chi desiderasse approfondire l'argomento consiglio la consultazione del testo Radio Antenna Engineering di Edmund A. Laport, che si può trovare in rete a questo indirizzo: <http://snulbug.mtview.ca.us/books/RadioAntennaEngineering/>

Foto 7 - DX 200



Tabella 1 · Impianti attivi di RAI WAY in banda OM

	IMPIANTO	Frequenza KHz	Potenza TX Kw
1	ANCONA MONTAGNOLO	1062	6
2	BELLUNO	1449	2,5
3	CAGLIARI DECIMOPUTZO	1062	60
4	CATANIA CODA DI VOLPE	1062	20
5	FOGGIA	1431	5
6	GENOVA PORTOFINO	1575	30
7	MILANO SIZIANO	900	50
8	PALERMO MONTE PELLEGRINO	1116	10
9	PISA COLTANO	657	100
10	ROMA MONTE CIOCCI	1107	1
11	TORINO VOLPIANO	999	50
12	VENEZIA CAMPALTO	936	5
13	TRIESTE MONTE RADIO	981	10



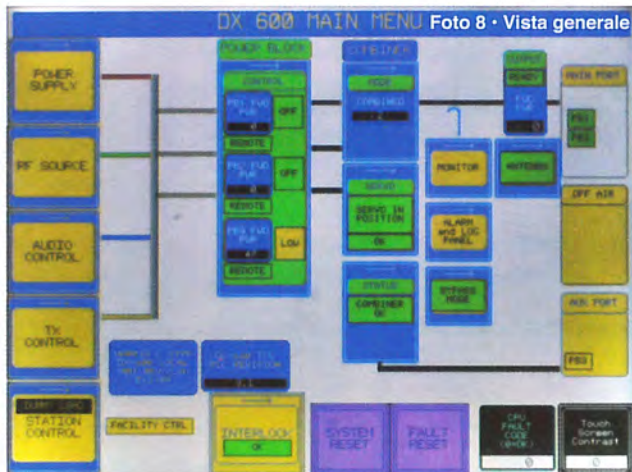


Foto 8 - Vista generale

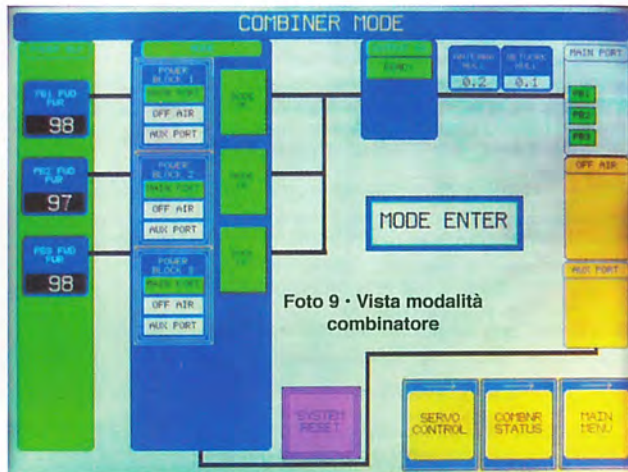


Foto 9 - Vista modalità combinatore

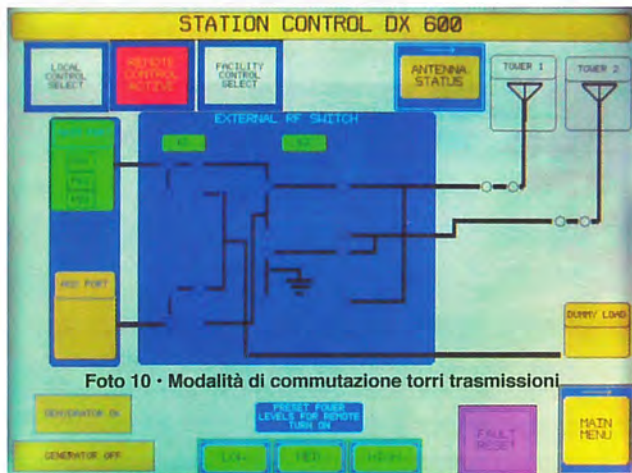


Foto 10 - Modalità di commutazione torri trasmissioni



Foto 11 - Cab sint.

Conclusione

Dilungarsi oltre nella descrizione del trasmettitore richiederebbe ancora molto tempo e non voglio far aspettare oltre Giampiero, IK2AVH, che più di un anno fa ci venne a trovare a Siziano con i soci della Sezione di Vigevano. Nelle foto, sono visibili altri particolari dell'impianto: **Foto 5**, vista posteriore dell'armadio rettificatore del DX200, **Foto 6 e 7**, vista frontale del DX50 DRM e del DX200. Le **Foto 8, 9 e 10** sono prese dalle schermate del pannello di comando del trasmettitore DX 600. La **Foto 13** mostra il DX 600 composto dai tre power block DX200: è visibile centralmente l'armadio PLC estratto per la manutenzione e sulla destra parte dei pannelli che rivestono il combinatore da 600 kW. In **Fig. 14** è visibile l'isolatore ceramico alla base della torre.

Considerazioni finali

Nell'immediato dopoguerra la rete radiofonica in OM era ridotta a dodici impianti attivi, ad oggi (in seguito al riassetto della rete OM avvenuto nel 2004) il numero è rimasto invariato (vedi **Tabella 1**).

Fatto salvo che esiste un tredicesimo impianto OM (Trieste M.te Radio), finalizzato alla trasmissione di una specifica

programmazione in lingua slovena, così come previsto dalle convenzioni tra lo Stato e la concessionaria del servizio pubblico RAI.

Sicuramente l'epoca d'oro della Radio, o meglio l'ascolto della radio attraverso il servizio di radiodiffusione analogica AM nelle bande sotto i 30 MHz, che si era consolidato in quasi un secolo di vita, oggi risente del confronto con le trasmissioni in modulazione di frequenza (FM) e in futuro del DAB. In questi ultimi anni abbiamo visto un ridimensionamento drastico della rete in OM con la conseguente riduzione delle aree servite e non sempre i relativi bacini di utenza sono stati "colmati" dalla rete radiofonica in modulazione di frequenza. Gli scenari futuri prevederebbero la rete in Onda Media costituita da impianti in tecnologia digitale (DRM) ma questa nuova rete potrà realizzarsi solo



Foto 12 - Cab sint.

se si determineranno le idonee condizioni normative unite all'offerta apprezzabile del mercato dei ricevitori consumer. Con molta probabilità siamo alla fine di un'era storica e fra non molto potremmo assistere allo spegnimento definitivo degli impianti del servizio di radiodiffusione in OM funzionanti in AM: tutto dipenderà dalle prossime decisioni governative. Pertanto continuiamo ad accendere il più frequentemente possibile i nostri cari ricevitori in AM: ascoltiamo le onde medie fintanto che sarà possibile!

—• Cronache & Ritratti —•



Foto 13 • DX600

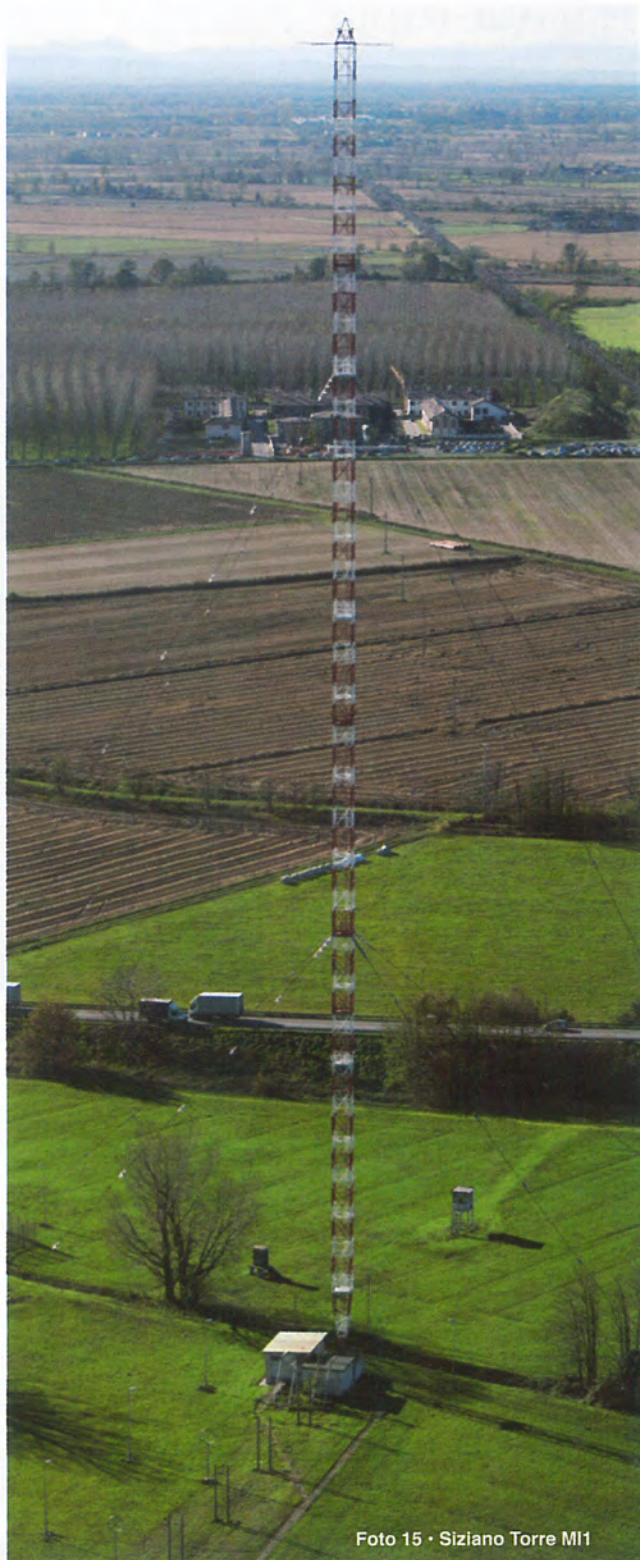


Foto 15 • Siziano Torre MI1

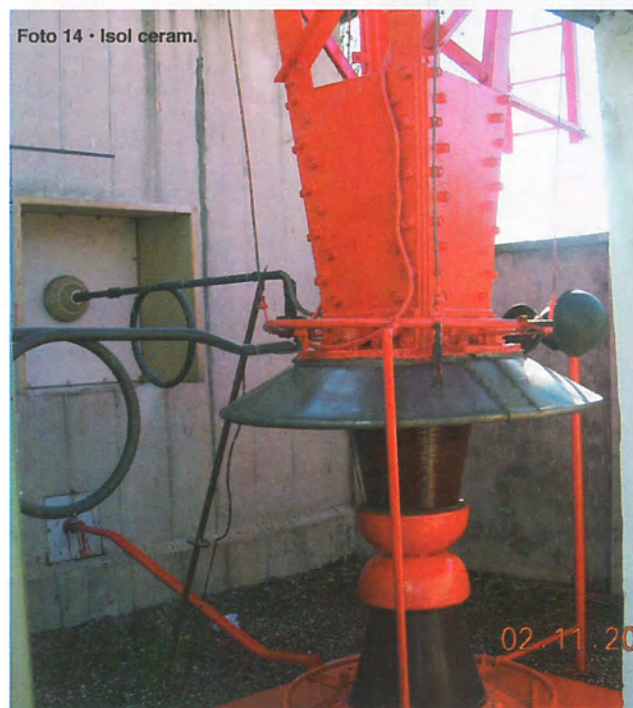


Foto 14 • Isol ceram.



Foto 16 • Siziano cappello Torre MI1



Mi piace!

Vi è piaciuto questo articolo?
Se SI potete votarlo on-line visitando il
nostro sito www.ari.it