

FOCUS

Aziende - Tecnologie - Servizi



**Your Broadcasting
partner**

Millecanali

Trasporto Segnale Alta Capacità

Il modem digitale DDM310 è quanto di meglio possa offrire il mercato mondiale per flessibilità e prestazioni; dotato di varie interfacce dati d'ingresso (DVB-ASI, G.703, STM-1...), è in grado di tollerare pesanti distorsioni dovute al fading selettivo.

Disponibile con gli schemi di modulazione QPSK, 16/32/64/128/256 QAM; è importante sottolineare che modulatore e demodulatore inseriti in un unico apparato possono essere settati con configurazioni diverse tali da implementare link bidirezionali a velocità differenti in trasmissione e ricezione.

Queste caratteristiche fanno del DDM310 il dispositivo ideale per il trasporto di segnali in applicazioni broadcast e telecom. Inoltre, grazie all'elevato bit-rate (fino a 310Mbit/s), il DDM310 è adatto al trasporto di segnali in *High Definition*.

Di pari potenzialità è il sistema digitale RK210, che Elber ha sviluppato con l'intento di offrire soluzioni differenti e flessibili per il trasporto di stream di dati su ponti radio.

Può essere equipaggiato con schede di varie funzionalità:

multiplexing/demultiplexing di segnali DVB-ASI; *network adaptor* SDH/PDH G703 a stream ASI e viceversa e per applicazioni di ponti radio ridondati la scheda scambiatore hitless HS210 rende il sistema RK210 un apparato di altissime prestazioni.



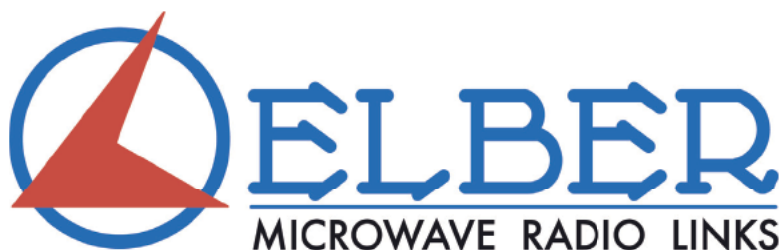
we'll bring the world
to you



YOUR BROADCASTING PARTNER

ELBER Srl. Via Selaschi, 42 - 16040 Leivi (GE) Italy • Tel: +39 0185 351333 Fax: +39 0185 351300 • www.elber.com - elber@elber.it

Ecco la storia di un'azienda che ha sempre avuto la tecnologia avanzata e un ottimo supporto come elementi-base della propria filosofia



il cliente al primo posto

di Antonio Franco

I panorama delle aziende italiane che producono apparati trasmettenti è sempre stato molto affollato, soprattutto se si fa un confronto con altri scenari, non solo europei, ma addirittura mondiali. Questo particolare "fenomeno" è stato sicuramente favorito da un vuoto legislativo che, unitamente all'intraprendenza ed alla fantasia tipicamente italiane, ha consentito il proliferare delle emittenti radiotelevisive, con una densità inimmaginabile e non paragonabile a livello mondiale.

Questa situazione ha anche consentito a molti di maturare esperienze, fare sperimentazioni e far crescere aziende

che, diversamente, sarebbe stato arduo realizzare, soprattutto considerando il livello qualitativo raggiunto in termini di sviluppo tecnologico. Non a caso oggi le aziende italiane sono leader incontrastate sul mercato mondiale e, negli ultimi anni, stanno "aggregando" anche il target di mercato di fascia alta, quello che peraltro, in qualche misura, aveva già a suo tempo raggiunto la Itelco.

Tra le numerose aziende che hanno sviluppato la propria attività in questo particolare e favorevole "clima di sviluppo", la Elber si è certamente distinta, non solo in termini di crescita commerciale, ma anche per ciò che concerne l'alto livello tecnologico raggiunto dalla sua produzione, senza trascurare l'incomparabile supporto offerto ai propri clienti.

E tutto ciò - se mi è consentito un ricordo personale - posso testimoniare direttamente, non solo a livello giornalistico ma anche come cliente diretto della Elber, riferendomi all'epoca degli albori dell'emittenza privata italiana.

Il 'personaggio' Mario Bernardi

Ma partiamo dall'inizio.

Nel proliferare di attività che caratterizzò il settore radio-televisivo a metà degli anni '70, Mario Bernardi fu tra i primi, essendo tra l'altro non lontano dal confine con la Francia, a realizzare delle minipostazioni sulle alture liguri attraverso le quali ripetere i programmi delle emittenti estere. Maturò nel tempo una notevole esperienza nel campo della ricezione e trasmissione dei segnali RF, cosa che lo portò nel '78, insieme all'ingegner Vittorio Lagomarsino, a sviluppare e produrre dei link microonde che potessero facilitare il compito delle emittenti televisive, che dovevano trasferire il segnale sui vari ripetitori.

Nella grande confusione che regnava in quel momento, in cui spesso si ripetevano segnali ricevuti in banda IV e V su frequenze fuori banda (al massimo tra 1,8 e 2,5 GHz), Mario Bernardi pensò bene di posizionare la propria linea di link sulle gamme di frequenza di 10 e 14 GHz. Non solo: capi che il

SOMMARIO

LA STORIA

Elber: il cliente al primo posto 3

1. RICERCA E SVILUPPO 5

2. GAMMA PRODOTTI 6

2.1. STL Systems 8

2.2. Mobile Systems 12

2.3. DENG 14

2.4. FM Audio Solutions 15

ORGANIGRAMMA 18



▲ *Un'azienda storica che continua a crescere. Una foto di qualche anno fa relativa a Mario Bernardi, creatore della Elber, oggi portata avanti con continuità dai figli Edoardo e Donatella.*

livello medio di conoscenza delle problematiche relative alle reti radio-televisive di collegamento era anche legato alla corretta progettazione delle stesse ed all'installazione degli apparati. Decise quindi che era fondamentale la qualità del supporto, per la stessa soddisfazione dei clienti, oltre che per l'affermazione sul mercato dei prodotti Elber. Per questo motivo, quasi tutti i link venduti nei primi anni erano direttamente installati da Mario Bernardi. Il supporto di cui sopra, come si accennava, era tutt'altro che virtuale. Bernardi si preoccupava di installare le apparecchiature, di verificarne e testarne il corretto funzionamento e di trasferire know-how ai tecnici dell'emittente stessa. Non solo, perché poi escogitava soluzioni allora inimmaginabili: per esempio, al momento in cui si verificava uno dei rari guasti agli apparati, magari dovuto ad uno sbalzo di tensione o ad un fulmine, appena si chiamava in Elber per comunicare il fermo, dopo qualche minuto dedicato ai possibili rimedi immediati, se non si arrivava ad una valida soluzione, partiva immediatamente un "muletto" di riserva, che entro poche

ore consentiva comunque di sopprimere al disagio.

Tutto questo, in forma completamente gratuita, visto che come diceva Mario "i link della Elber sono garantiti a vita". Poi si sarebbe con calma verificato e riparato il guasto, ma nel frattempo l'emittente (in un periodo in cui non sempre le Tv locali avevano una riserva) comunque aveva la garanzia di poter continuare il servizio per i propri telespettatori.

Era quella una scelta precisa, che metteva al primo posto assoluto le reali esigenze dei clienti e su queste definiva la filosofia aziendale. Era anche un metodo innovativo di lavoro, che a distanza di qualche anno consentì alla Elber di acquisire una notevole quota di mercato, prima italiano e poi internazionale. Tra i clienti italiani arrivarono TeleMontecarlo (oggi La7), MTv, Rete A, Elefante Tv, Odeon Tv, ReteMia, Tvr Voxson, Canale Italia, La 8, La 9, Club Dab Italia, Rtl 102.5 e numerose reti regionali e locali.

Nel '96 entrò in società la Sitel, in contemporanea con la volontà espressa da Vittorio Lagomarsino di uscire dalla compagine societaria per dedi-

carsi esclusivamente alla Direzione Ricerca & Sviluppo dell'azienda. Poi, l'anno successivo, con l'uscita di Carmelo Mallia dalla stessa Sitel, le quote passarono da quest'ultima personalmente allo stesso Mallia.

Un impegno che continua

Oggi la Elber è gestita da Edoardo e Donatella Bernardi, che portano avanti l'attività aziendale perseguendo la stessa filosofia sviluppata dal padre Mario e ampliando ulteriormente l'espansione della Elber anche sullo scenario internazionale. La commercializzazione vanta rappresentanze e clienti nei cinque continenti, con prestigiose commesse acquisite in USA, Australia e in diversi Paesi europei, Medio Oriente, Africa, Asia ecc. Potremmo anche affermare, senza timore di molte smentite, che quelli della Elber sono i link italiani più venduti nel mondo. Spesso, poi, l'azienda italiana si trova in competizione con i principali e storici brand del mercato mondiale del broadcast, conseguendo in molti casi gratificanti risultati. Ad oggi, i ponti venduti cominciano ad avvicinarsi alle diecimila unità. La produzione odierna comprende link trasportabili, radiolink per camere a spalla, link per uso radiofonico e link televisivi. La tradizionale linea analogica è attualmente integrata da apparati rigorosamente in tecnologia digitale, impiegando schemi di modulazione COFDM o a singola portante QPSK, 16QAM, 32QAM, 128QAM e 256QAM. Inoltre numerosi accessori come scambiatori Hitless, commutatori ASI, affasciatori ASI, scambiatori RF, interfacce ASI/G703 ecc. Ma per i dettagli vi rimandiamo alla presentazione, nelle prossime pagine, delle differenti gamme di prodotti. ●

L'esperienza ventennale e la meticolosa cura dei particolari, unitamente ad un'attività di ricerca tecnologica volta all'innovazione, sono i punti di forza di Elber. L'azienda dispone poi di una vasta gamma di prodotti in continua evoluzione: ponti radio fissi e mobili, sistemi DENG e ponti FM



qualità e affidabilità

1. RICERCA E SVILUPPO

L'esperienza ventennale e la meticolosa cura dei particolari, unitamente ad un'attività di ricerca tecnologica volta all'innovazione, sono i punti di forza su cui Elber basa la qualità e l'affidabilità dei propri prodotti, fattori che contraddistinguono la Società nel mercato nazionale ed internazionale. Le origini artigianali del processo produttivo sono state mantenute e valorizzate nel tempo, connotando l'attuale filosofia improntata sulla totale realizzazione degli apparati all'interno dell'Azienda.

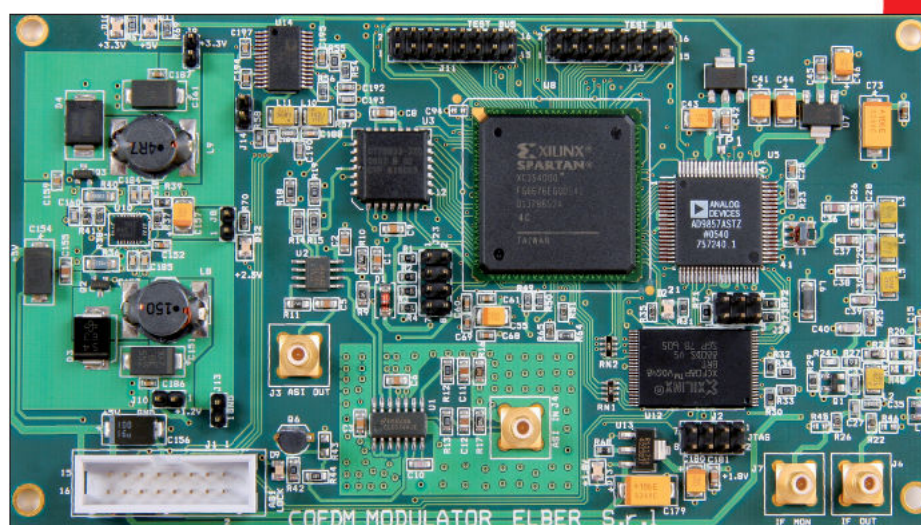
Il tutto è reso possibile grazie ad un reparto di ricerca e sviluppo (Figura 1) altamente specializzato e qualificato, che utilizza le migliori e più sof-

sticate soluzioni software per la simulazione, l'analisi e la sintesi di tutte le fasi di cui un progetto si compone: dal disegno di PCB e di circuiti RF a quello delle parti meccaniche, dallo sviluppo di codice per signal processing sui più

recenti microcontrollori, DSP o FPGA, a quello per la gestione degli apparati.

I componenti utilizzati vengono scelti in base alle caratteristiche di qualità ed affidabilità del produttore. Un organizzato quanto fornito magaz-

▼ Figura 1 -
Ricerca
e Sviluppo





zino permette di reperire tempestivamente elementi di ogni tipo, dagli IC più semplici ai più complessi, dai PCB ai moduli meccanici. Questi ultimi sono realizzati prevalentemente dall'officina meccanica interna (Figura 2), a garanzia di un veloce approvvigionamento delle parti necessarie per la realizzazione dei prototipi e di tutti gli accessori per ponti radio, fissi o portatili, e per le wireless camera. Dotata di ben due centri a controllo numerico, l'officina di Elber realizza anche filtri, cavità, diplexer, circolatori. Per contenere i tempi di progettazione è utilizzata una macchina per la realizzazione di PCB su teflon e ciò consente di disporre in giornata dei prototipi dei nuovi circuiti. Un attrezzato reparto montaggio provvede quindi a saldare i componenti forniti dal magazzino per consentire il passaggio alla fase di collaudo.

Un reparto cui Elber dedica particolare attenzione, conscia dell'importanza delle tarature e dell'affidabilità dei prodotti, è quello del collaudo. Tecnici altamente specializzati dispongono infatti di tutti gli strumenti necessari per le attività della Società: analizzatori di spettro, oscilloscopi, analizzatori

di stati vettoriali, analizzatori di segnali video, generatori di segnali RF. L'affidabilità della strumentazione è garantita dalla certificazione ISO 9001:2000 e dal ciclico rinnovo degli elementi divenuti obsoleti con le più recenti novità del mercato.

L'affidabilità del prodotto finale è altresì assicurata mediante test effettuati su tutti gli apparati in una apposita camera climatica, ove vengono verificati il corretto funzionamento in condizioni meteo critiche, sia per temperatura che per umidità. Questo protocollo consente ad Elber di vantare un portfolio internazionale e di vendere i propri sistemi in tutte le parti del mondo, dalle foreste umide e piovose dell'America centrale ai deserti del Medio Oriente (Figura 3), dalle fredde cime delle Alpi alle calde estati maltesi.

2. LA GAMMA DEI PRODOTTI

Per soddisfare esigenze differenti di un parco clienti sempre più ambizioso ed essere competitiva in molteplici contesti applicativi, Elber dispone di una vasta gamma di prodotti in continua evoluzione. I prodotti, suddivisi in base alla loro applicazione, si distinguono in ponti radio fissi, ponti radio mobili, sistemi DENG e ponti FM per le emittenti radio.

Il settore dei ponti radio fissi è sempre stato il punto di forza dell'Azienda: prestazioni superiori, affidabilità collaudata e semplicità di installazione sono le caratteristiche principali che offrono a Elber l'opportunità di richiamare l'attenzione sulla leadership mondiale di questa fascia di mercato.

Tuttavia, per rimanere al passo con le esigenze di una fascia di mercato in

▲ Figura 2 - Officina Meccanica

► Figura 3 - Medio Oriente: Palazzo Re di Giordania

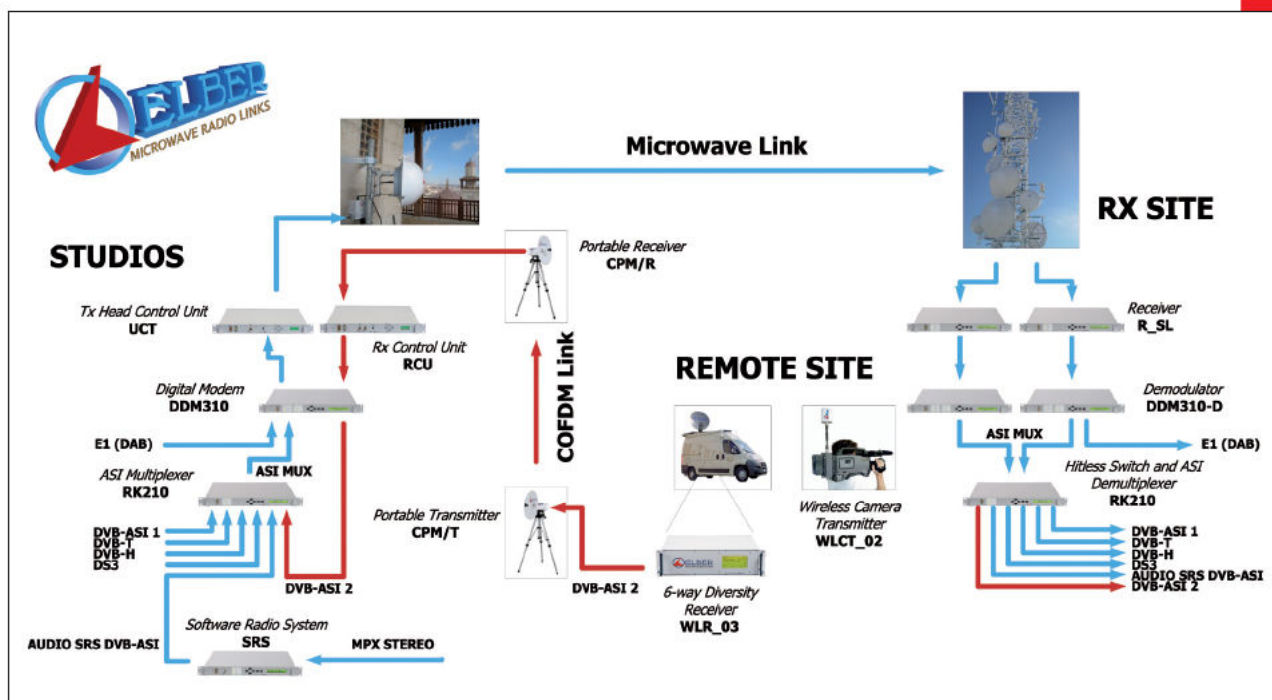


costante evoluzione, è richiesta la realizzazione di sistemi di veloce installazione, ingombro contenuto e alto grado di affidabilità. Questi requisiti sono completamente soddisfatti dalla serie di ponti radio mobili, settore al quale Elber dedica particolare attenzione ed oculati investimenti. Il mercato dei dispositivi DENG, che ha preso il sopravvento negli ultimi anni, rappresenta per Elber una nuova sfida: conscia della sempre maggior esigenza di collegamenti radio portatili e veloci, l'Azienda mantiene fede alla propria filosofia, che consiste nell'offrire apparati con prestazioni superiori a prezzi competitivi. Il reparto R&D propone inoltre soluzioni innovative e performanti per il mercato dei ponti FM per le emittenti radio: accanto all'ormai consolidato ponte a banda stretta NBFM-01, caratterizzato da un'elaborazione completamente digitale del segnale modulato FM, Elber ha studiato e sviluppato soluzioni alternative per il trasporto del segnale audio. Nasce quindi una

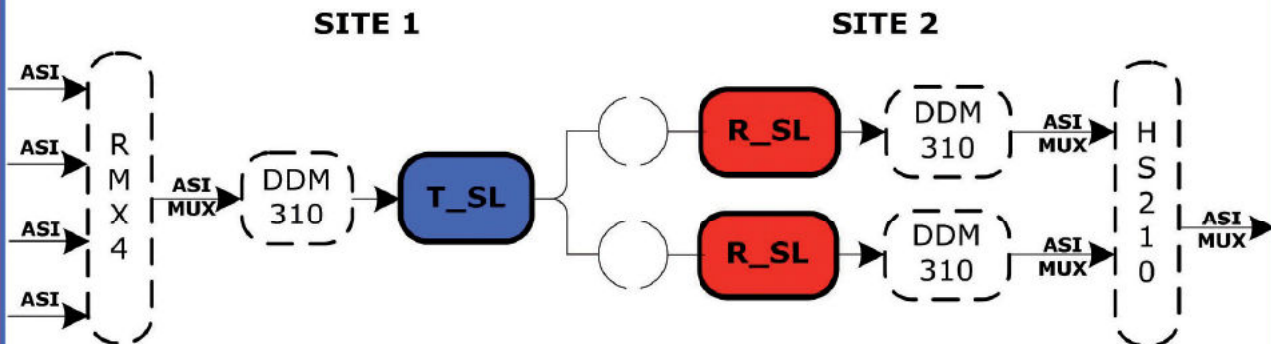
nuova serie di apparati, indicati sotto la sigla SRS, che, per mezzo della tecnologia Software Radio, permettono eccellenti prestazioni e una flessibilità che non ha precedenti nel mercato mondiale. Il diagramma di **Figura 4** fornisce una visione d'insieme dell'offerta che Elber propone per il trasporto di segnali audio e video su larga scala. Nel sistema figurano tutte le categorie di apparati precedentemente descritte, con particolare enfasi sui dispositivi che rappresentano i punti di forza dell'Azienda. Grande importanza per un'emittente televisiva ha la postazione temporanea in un sito remoto di veloce e semplice installazione, adatta ad applicazioni in mobilità. Questa è la tipica configurazione per servizi all'aperto ed in tempo reale, in cui l'utilizzo di un sistema wireless camera (WLCT-02) è l'ideale per garantire portabilità e mobilità. In particolare, il segnale video della wireless camera viene trasmesso alla

postazione mobile (OB-VAN) in cui è presente il ricevitore digitale COFDM e decoder (WLR-03). Il segnale DVB-ASI in uscita al ricevitore viene immediatamente trasportato allo studio mediante un link radio portatile (CPM). Nei pressi degli studi di un'emittente televisiva, piuttosto che di una radio, diventa fondamentale la presenza di un ponte radio fisso dalle performance elevate ed il più affidabile possibile, adatto al trasporto di segnali audio e video. In maniera speculare e con le stesse caratteristiche deve essere allestito il sito ricevente, che sarà in grado di implementare ricezione e demodulazione di tutti i segnali audio e video. Presso lo studio le applicazioni sono molteplici: vanno dal trasporto dello stesso segnale DVB-ASI, proveniente dal sito remoto, a quello di un segnale DVB-ASI generato dal Software Radio System (SRS), in grado di processare digitalmente e trasportare segnali audio (MUX STEREO) su stream DVB-ASI. Il segnale multiplexato ASI-MUX composto viene modulato digital-

▼ **Figura 4 - Offerta Elber**



SPACE DIVERSITY



▲ **Figura 5 - Tecnica Space Diversity**

mente dal DDM310. Questo modem altamente riconfigurabile possiede schemi di modulazione adattabili in base al data rate e al grado di robustezza e protezione richiesti, consentendo uno sfruttamento efficiente della banda. Il segnale modulato viene poi trasmesso (T_SL) sulla banda di frequenza desiderata. Il segnale in uscita

al trasmettitore può essere duplicato e convogliato a due parabole posizionate a quote differenti, così da proteggere il sistema da multipath fading (**space diversity**, **Figura 5**). La ricezione del segnale duplicato avviene in maniera speculare ma con l'utilizzo di un Hitless Switch, dispositivo in grado di allineare i due stream ASI-MUX composti e abilitare

l'uscita, scegliendo, pacchetto per pacchetto, lo stream senza errore. L'ASI demultiplexer restituisce infine i segnali originali.

▼ **Figura 6 - TMC-R**

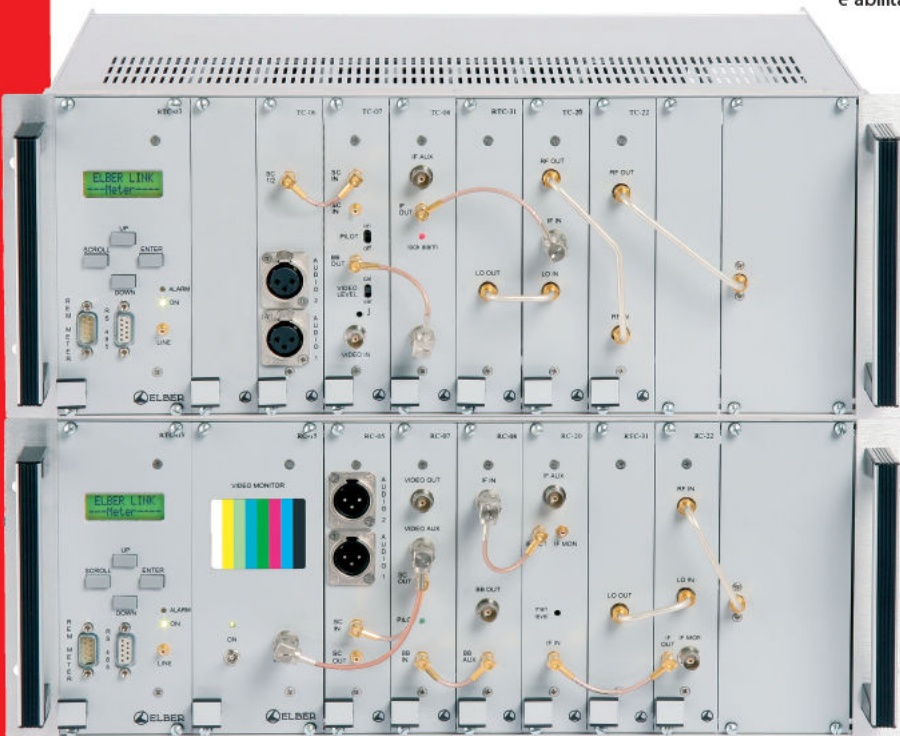
2.1 STL Systems

Questo settore è sempre stato il vero e proprio core-business dell'Azienda. Trasmettitori e ricevitori RF sono disponibili sia nei modelli modulari (**TMC-R**, **Figura 6**), in versione indoor e outdoor, che in quelli slim-line. Entrambi sono predisposti per comunicazioni analogiche e digitali.

Il trasmettitore TMC è progettato per effettuare una singola conversione di frequenza di un segnale IF (70 MHz) nel range RF 2 GHz ÷ 15 GHz, e amplificarlo a vari livelli di potenza.

In maniera speculare il ricevitore, modello R, converte il segnale RF (range 2 GHz ÷ 15 GHz) alla frequenza IF 70 MHz e lo amplifica al livello nominale di potenza in uscita.

Entrambi i modelli sono composti da un rack 4U standard 19" e da schede modulari allo scopo di aumentare la versatilità di utilizzo e facilitare manutenzione e controllo.





È possibile ad esempio inserire la scheda relativa al modulatore analogico nel trasmettitore e/o al demodulatore analogico nel ricevitore.

Grazie alla modularità del sistema è possibile digitalizzare la configurazione.

Inserendo le schede digitali relative a modulatore e demodulatore nel trasmettitore e ricevitore, il sistema può essere configurato per utilizzare schemi di modulazione digitale QPSK o 16QAM. Su richiesta sono applicabili altre costellazioni.

I due apparati sono disponibili anche nella versioni split (TMC/P e R/P), con testata trasmittente o ricevente esterna. Un'unità di controllo modulare (AL/P), presente nel rack 4U, alimenta la testata e fornisce o estrae il segnale IF a 70 MHz. Le testate sono realizzate in cassette waterproof, permettendo l'installazione in prossimità delle antenne. La configurazione outdoor consente di ridurre al minimo le perdite introdotte dalla guida d'onda e di offrire vantaggi pratici in situazioni dove i siti di trasmissione sono spesso

variabili (link mobili). Questa soluzione permette inoltre di estendere il range operativo di frequenza ai 19 GHz.

I modelli slim-line trasmettitore (T_SL, figura 7) e ricevitore (R_SL) da interno sono contraddistinti da un design compatto (rack 1U standard 19") che non compromette le performance del prodotto. La banda operativa è nel range 2 GHz ÷ 15 GHz. Caratteristiche salienti sono il basso ritardo di gruppo (minore di 10 ns) e l'eccellente figura di rumore del ricevitore (minore di 5dB), anche se la performance principale è la doppia conversione di frequenza del segnale IF (70 MHz), che consente di ottenere valori pari a 500 MHz di agilità.

Tutte queste proprietà consentono all'apparato di essere ideale per il trasporto sia di segnali a modulazione analogica che digitale (con schema di modulazione fino a 256QAM).

Sono inoltre disponibili booster nel range 2 GHz ÷ 15 GHz, compatibili con tutta le serie di trasmettitori, in grado di amplificare il segnale RF a differenti livelli di potenza.

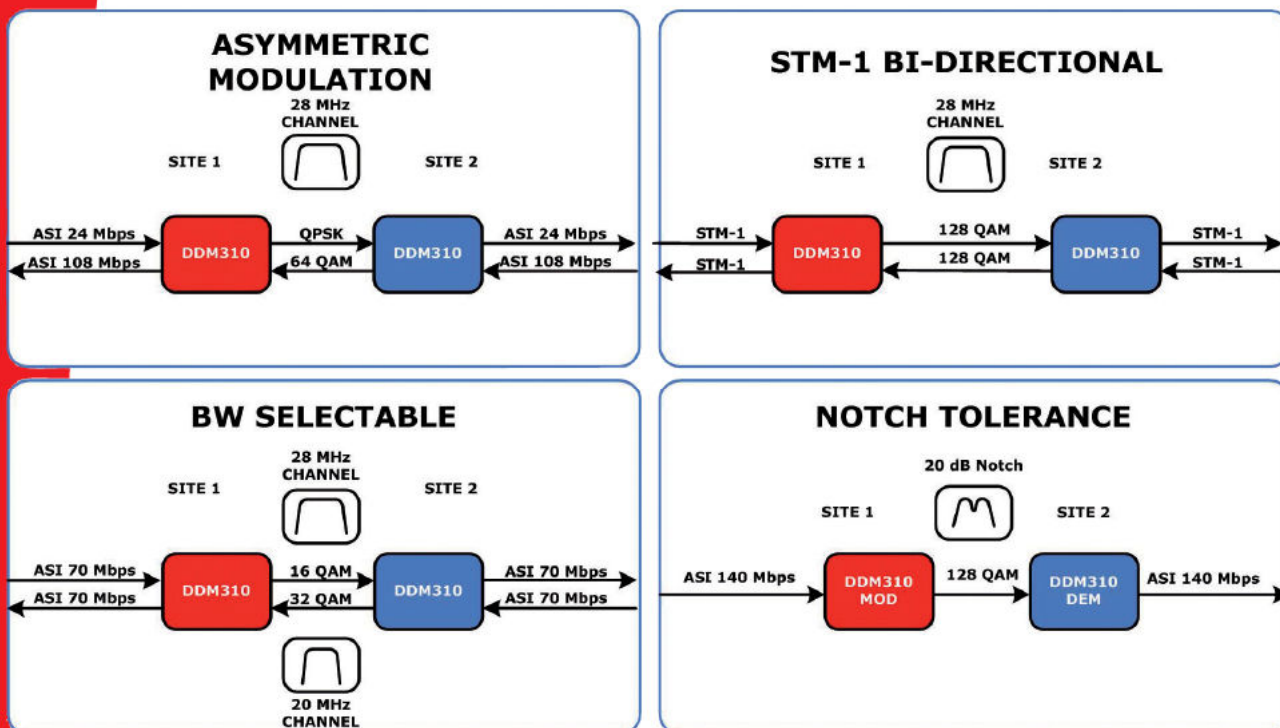
Accanto a trasmettitori e ricevitori, la Elber propone una serie di accessori estremamente innovativi e adatti alla realizzazione e gestione di complesse architetture di rete. Tutti questi apparati sfruttano l'interfaccia di linea DVB-ASI, utilizzata per le reti DVB-T e DVB-H in quanto consente un efficiente sfruttamento della banda disponibile. È proprio su questi prodotti che l'Azienda concentra maggiormente il proprio impegno, conscia che le caratteristiche e le potenzialità di questi apparati non hanno eguali nel mercato mondiale. Il modem digitale DDM310 e il sistema digitale RK210 (multiplexer, demultiplexer, hitless switch, ecc.) sono i due "cavalli di battaglia" di questa fascia di prodotti.

Il DDM310 (Figura 8) racchiude in un'unità rack quanto di meglio possa offrire il mercato mondiale riguardo a flessibilità e prestazioni; dotato di varie interfacce dati d'ingresso (DVB-ASI, G.703, STM-1..) ed in grado di tollerare pesanti distorsioni dovute al fading selettivo, è l'ideale per il trasporto di

▲ Figura 7 - T_SL

▼ Figura 8 - DDM310 Digital Modem





▲ **Figura 9 - Applicazioni**

segnali in applicazioni broadcast e telecom.

Può funzionare in modalità modulatore, demodulatore o modem con data rate variabile fino 310 Mbit/s. Dispone di differenti schemi di modulazione (QPSK, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM e 256 QAM), per ciascuno dei quali è possibile settare Baud rate, codifica Reed Solomon, codifica PTCM/convoluzionale, fattore di roll-off dei filtri sagomatori e altri parametri.

Un sofisticato equalizzatore adattivo a 24 prese è responsabile della robustezza del DDM310 al multipath fading: sono tollerati valori fino a 50 dB in modalità QPSK.

Il DDM310 è il dispositivo ideale per essere accoppiato a ponti radio digitali nel caso di comunicazioni in situazioni complesse.

Le configurazioni installabili sui modem sono personalizzabili in base alle esigenze. Ciò assicura performance ottimali, un uso efficiente della banda

e permette inoltre un alto grado di scalabilità di tali configurazioni anche in stadi avanzati.

È importante sottolineare che modulatore e demodulatore possono essere settati con configurazioni diverse, tali da implementare link bidirezionali a velocità differenti in trasmissione e ricezione. In considerazione dell'elevata bit rate che può raggiungere, il DDM310 è adatto anche al trasporto di segnali HD, tecnologia che rappresenta il futuro delle trasmissioni broadcast. Questa opzione non è affatto banale se si considera che solo poche Aziende a livello mondiale ne dispongono. Di fatto chi utilizza modem digitali DDM310 Elber è "HD ready".

In **Figura 9** sono presentate quattro possibili applicazioni di uso frequente dell'apparato.

L'Asymmetric modulation è la situazione tipica di un link bidirezionale a velocità differenti per andata e ritorno, necessarie ad esempio se si vuole trasportare in un senso un bouquet DVB-

T (ASI 24 Mbps) e nell'altro quattro bouquet DVB-T (ASI 108 Mbps) opportunamente multiplexati mediante l'RK210. Per soddisfare quest'esigenza, i due modem sono configurabili opportunamente per supportare due modulazioni, nell'esempio QPSK sul forward link e 64 QAM sul return link.

Se l'interfaccia dati d'ingresso è STM-1 ed il link è bidirezionale ci troviamo in una situazione (STM-1 Bi-directional) in cui entrambi gli apparati supportano la stessa modulazione (128 QAM).

Se invece sono richieste due differenti canalizzazioni rispettivamente nel forward e return link, il DDM310 è comunque il dispositivo ideale perché consente di programmare l'occupazione di banda (Bw selectable).

Si noti ancora che nella trasmissione di due flussi HD multiplexati (ASI 140 Mbps) con modulazione 128QAM, i modem DDM310 Elber sono in grado di tollerare notch in banda fino a 20 dB (Notch tolerance). Questo garan-



tisce estrema robustezza all'apparato. L'RK210 (Figura 10) è invece un apparato digitale modulare che può accogliere schede dalle varie funzioni, dal multiplexing di segnali DVB-ASI alla conversione da segnali IF, interfacce SDH o dati a stream ASI per un agevole trasporto sui ponti Elber. Si tratta di un sistema a più funzionalità, sviluppato con l'intento di offrire soluzioni differenti e flessibili, composto da un chassis standard 1U che può contenere fino a 4 boards.

La scheda RMX4 realizza un multiplexer DVB-ASI a 4 ingressi, asse-

gnandone ciascuno ad un canale di trasporto e generando in uscita un segnale ASI composito proprietario.

Il numero massimo di canali è 8 o 15, in base alla configurazione di sistema, e la massima bit rate in uscita è pari a 210 Mbit/s.

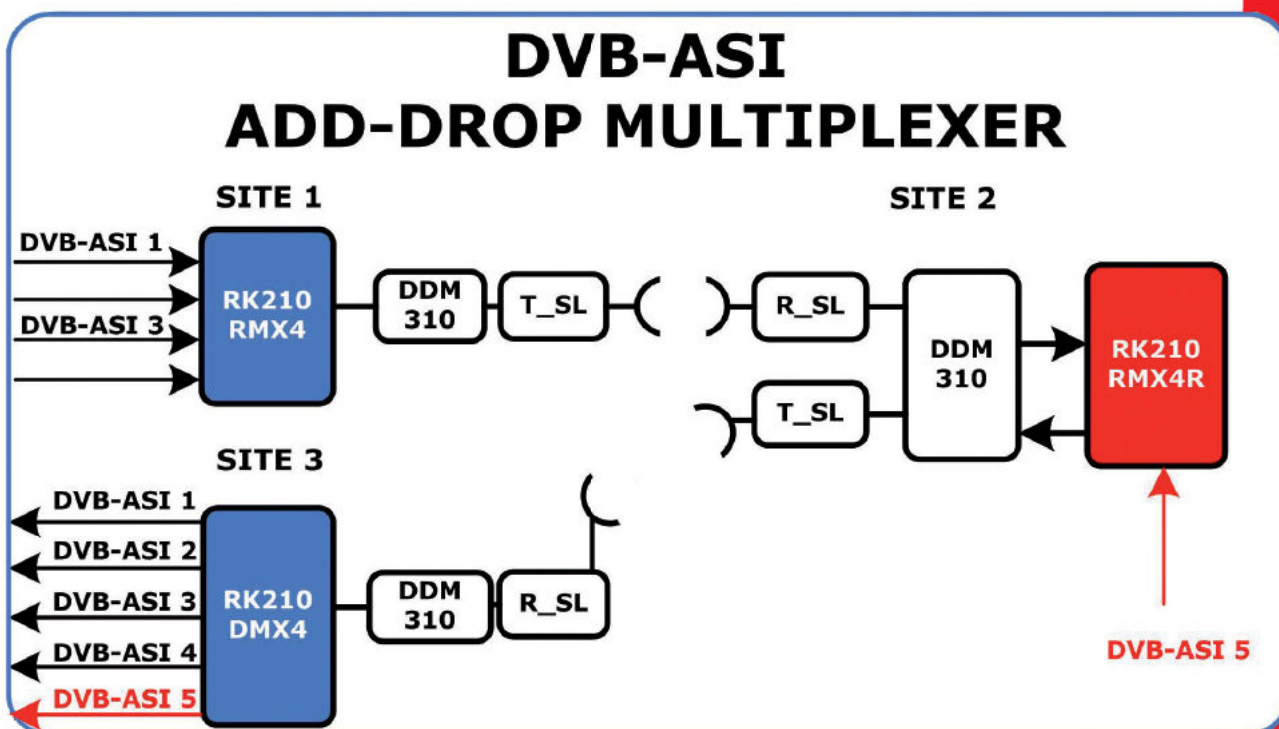
Sensibilmente differente è il re-multiplexer RMX4R, che accetta come ingressi un segnale ASI composito proprietario e tre segnali DVB-ASI. Ogni canale dello stream composito può essere "rimappato" insieme agli ingressi locali in un nuovo segnale ASI composito. Per ottenere i segnali

originali viene utilizzata la scheda DMX4, che è un demultiplexer ASI in grado di accettare in ingresso un ASI composito proprietario e fornire in uscita i DVB-ASI originali.

In sostanza l'RK210 come multiplexer può operare in due configurazioni: gerarchico e add-drop. Nel primo caso vengono utilizzate schede RMX4 in cascata mantenendo un "affasciamento" dei segnali DVB-ASI di ingresso secondo livelli gerarchici precisi. Per estrarre un flusso di una specifica gerarchia in ricezione, mediante demultiplexer DMX4, sarà necessa-

▲ Figura 10 - RK210

▼ Figura 11 - Add-Drop Multiplexer



rio estrarre tutti i flussi appartenenti a quella stessa gerarchia e anche alle precedenti.

In configurazione add-drop (Figura 11) viene utilizzata la scheda RMX4R che, libera da vincoli gerarchici, permette in ricezione l'estrazione diretta di qualunque flusso originario.

La scheda HS210, usata in configurazioni in ridondanza (diversità di spazio/frequenza), è un modulo di scambio hitless che accetta e allinea due stream ASI compositi generati dallo stesso RMX4 o RMX4R. Abilita l'uscita scegliendo, pacchetto per pacchetto, lo stream corretto.

L'ASID4 è invece un distributore ASI che, dopo l'equalizzazione delle distorsioni introdotte dal cavo e la rigenerazione del clock, fornisce su 4 uscite il segnale di ingresso.

Sono disponibili anche i moduli DS3_F e DS3_T che fungono da convertitori di segnali DS3/E3 in ASI compositi.

La flessibilità dell'RK210 consente, su richiesta del cliente, la realizzazione di altri moduli di conversione da qualunque tipo di segnale in ASI composito.

La programmazione e il controllo dei parametri principali possono essere effettuati, oltre che da interfaccia locale (tastiera e display sul pannello frontale), da remoto tramite interfaccia RS232, RS485 o interfaccia Ethernet (SNMP).

Sono inoltre disponibili divisori, scambiatori e distributori per l'implementazione di reti complete ed architetture in ridondanza.

2.2 Mobile Systems

Parallelamente ai ponti radio fissi Elber dedica particolare impegno e dedizione al settore dei ponti radio mobili, sempre più diffusi nelle realizzazioni di reti per trasmissioni broadcast televisive. Negli ultimi anni l'Azienda ha

sviluppato nuove tecniche che hanno portato alla realizzazione di prodotti all'avanguardia dalle performance elevate. Ne è un esempio il nuovo ponte radio portatile CPM (Figura 12): pratico, portatile, analogico (FM) o digitale (COFDM), è il modello adatto per collegamenti veloci ed affidabili; la tecnologia digitale COFDM, affiancata all'estrema pulizia degli oscillatori RF, garantisce collegamenti stabili anche in condizioni meteo o ambientali difficili.

Il CPM lavora nel range di frequenza 6 ÷ 15 GHz con agilità fino a 500 MHz e la potenza di uscita, a seconda della banda di frequenza, può essere 1 W o 2 W.

La sezione COFDM, che comprende un encoder SD 4:2:0/4:2:2 a basso ritardo (minore di 95 ms), è particolarmente adatta per trasmissioni digitali su canali caratterizzati da selettività in frequenza, in cui il segnale, nel corso del "tragitto" da trasmettitore a ricevitore, può subire riflessioni da parte degli ostacoli che incontra. In ricezione arrivano quindi più repliche del segnale trasmesso, attenuate, sfasate e ritardate in modo diverso a seconda del percorso. La tecnica COFDM, in quanto multiportante, permette di distribuire l'informazione tra molte sottoportanti, ciascuna modulata QPSK o M-QAM, equispaziate in frequenza all'interno della banda del canale di diffusione. In questo modo si ottengono un canale praticamente piatto su ogni sottobanda e valori elevati di efficienza spettrale.

Il grande vantaggio derivante da questa

soluzione consiste nel fatto che le repliche del segnale ricevute con un ritardo inferiore ad un opportuno tempo di guardia non generano interferenza intersimbolica. La tecnica COFDM è particolarmente adatta per applicazioni in mobilità con bit-rate non elevata (30 ÷ 35 Mbps). Nella progettazione del sistema si è prestata dunque molta attenzione alla robustezza al fading e alla riduzione dell'ISI, con l'obiettivo di ottenere, sul segnale trasmesso, prestazioni ottimali in termini di BER.

Tutte queste caratteristiche consentono al CPM di essere il dispositivo ideale per la rapida realizzazione di link mobili e variabili anche in condizioni climatiche difficili.

A disposizione anche le sezioni modulatore



► Figura 12
- Ponte radio
portatile
CPM

e demodulatore analogici FM, realizzati con le recenti tecniche software radio con processamento digitale dei segnali, che contribuiscono a fornire estrema flessibilità e versatilità al sistema.

È possibile richiedere diverse tipologie di ingressi: Audio/Video in banda base (analogico), SDI, DVB-ASI (digitale) o IF a 70 MHz per uso ripetitore.

Per le differenti modalità di utilizzo, sono state studiate e sviluppate due unità di controllo: una in formato 1 rack unit per applicazioni con OB-VAN ed una da esterno, stagna e di dimensioni identiche a quelle delle testate RF, per consentire la massima portabilità.

L'equipaggiamento da esterno comprende un Tripode completo con testa panoramica, base di supporto, trasduttore ortomodale, parabola con illuminatore e una o due testate RF. Le unità di controllo possono essere posizionate sotto il tripode con un collegamento tramite cavo RG-216.

Per soddisfare esigenze relative a diversi contesti applicativi, è stata resa possibile l'installazione di due testate RF su ogni sostegno base. In configurazione simplex il CPM è dotato di una sola testata, trasmittente o ricevente a seconda dello scopo. L'implementazione di reti in ridondanza è ottenuta con l'impiego sullo stesso sostegno base di due testate trasmittenti o riceventi (configurazione Double Simplex).

La realizzabilità di link bidirezionali di veloce e semplice allestimento è garantita invece dall'impiego di una testata trasmittente e una ricevente sul medesimo sostegno (configurazione Duplex).

Ad incrementare ulteriormente l'efficienza del prodotto è l'interoperabilità con il modem DDM310, che

consente di fornire direttamente in ingresso all'unità di controllo il segnale IF modulato (QPSK, M-QAM).

Questa caratteristica è ancora più importante nel sistema SPM (Figura 13); sviluppato originariamente per un link semi-fisso bidirezionale in grado di trasportare due segnali HD da 70 Mbit/s (opportunamente accoppiato ad un Modem DDM310 e ad un Multiplexer e un Demultiplexer ASI RK210), si distingue dal CPM per la struttura estremamente robusta, in grado di sostenere parabole da 1,2 metri e tollerare forti raffiche di vento.

Dopo la prima applicazione il sistema è entrato a listino come ponte radio mobile per applicazioni come le feste cittadine, gli eventi sportivi, le esibizioni dal vivo, dove ciò che importa non è solo la portabilità ma soprattutto la solidità del sistema.

Le testate trasmittenti e riceventi sono quelle utilizzate per i ponti fissi in versione outdoor ma equipaggiate di un sistema a doppia conversione di frequenza. Ciò consente, come per il CPM, di selezionare la frequenza di funzionamento in una banda dai 300 ai 500 MHz (a seconda della frequenza centrale del ponte).

La perfetta equalizzazione dei filtri hardware, la pulizia degli oscillatori e l'efficienza degli amplificatori finali consentono di utilizzare schemi di modulazione molto complessi come la 128 QAM. Ciò permette effettivamente di avere a disposizione un ponte mobile in grado di trasportare da un solo video di pochi Mbit/s per la contribuzione alla dorsale principale fino a vari segnali multiplexati in un unico fascio STM-1 bidirezionale.

Il sistema può essere equipaggiato con una o due testate, accoppiate in guida circolare con un orthomode interamente progettato in Azienda.

È disponibile altresì una versione monocanale, ottenuta installando sulla robusta struttura del tripode e della base le testate utilizzate nei ponti radio fissi.

Per assicurare ai propri Clienti un'ampia libertà ed un sistema completo chiavi in mano, Elber offre una completa gamma di accessori per il trasporto e l'installazione dei propri modelli mobili o portatili: antenne, carrying case, avvolgicavo ed eventuali ulteriori dispositivi su richiesta.



◀ Figura 13
- Ponte radio
mobile SPM

2.3 DENG

Con il termine DENG (Digital Electronic News Gathering) si indicano comunemente quei sistemi digitali portatili adatti per attività giornalistiche televisive e servizi in tempo reale. I moderni mezzi di telecomunicazione, a cui si fa riferimento, hanno consentito nell'ultimo decennio di aumentare notevolmente la mole di informazioni trasmissibili. Le riprese in luoghi lontani dalla sede possono trovare un valido supporto in questo tipo di sistemi, che hanno significativamente modificato il processo produttivo, consentendo la

realizzazione, nel sito remoto, di servizi giornalistici completi.

La caratteristica principale di questi apparati è la veicolazione immediata, su supporto digitale, del segnale televisivo originato sul luogo dell'evento all'utente, tramite la rete di diffusione televisiva; in altre parole la "diretta" televisiva. I dispositivi DENG rappresentano per l'Azienda un vero e proprio trampolino di lancio verso un settore del mercato broadcast emergente e dalle enormi potenzialità. Le wireless camera digitali Elber forniscono una completa soluzione di alto livello per applicazioni mobili. Disponibili nelle versioni SD e HD, sono compatte, performanti e possono essere montate su qualunque tipo di telecamera.

Questi apparati utilizzano le più recenti tecnologie di codifica e i 25 anni di esperienza che la Elber ha nella progettazione e realizzazione di dispositivi nel campo delle microonde.

Dalla WLCT-01 SD, per applicazioni "News", con ingressi analogici, alla WLCT-02 SD, per applicazioni in studio, ingresso SDI e bassa latenza, si passa poi alle versioni HD, la WLCT-03 HDV e la WLCT-04 HD.

La produzione è incentrata principalmente sui Wireless Camera Transmitter WLCT-01SD e WLCT-02 SD, apparati dalle performance eccellenti ed estremamente versatili.

La codifica digitale integrata di tipo MPEG-2 4:2:0, il sistema di trasmissione COFDM e l'accurato design della parte RF rendono il

WLCT-01SD (Figura 14) il dispositivo ideale per servizi in diretta, dove il basso consumo di potenza, la robustezza al multipath fading e la velocità di installazione sono le

caratteristiche più importanti. Sono disponibili diversi accessori opzionali per questo modello: un amplificatore integrato da 1W o un'antenna attiva con EIRP pari a 600 mW possono essere utilizzati per aumentare la massima distanza di copertura tra la telecamera e il ricevitore; gli adattatori GV-01 e GV-02 Gold-Mount consentono l'installazione su qualsiasi telecamera e l'utilizzo con ogni tipo di batteria; il carrying case offre un'utile protezione per il trasmettitore e i suoi accessori (cavi, antenne, pannello di controllo...).

Sensibilmente differenti sono le performance del WLCT-02 SD. Il potente encoder digitale MPEG-2 4:2:2/4:2:0 integrato, in grado di ricevere sia ingresso video digitale SDI che analogico (Component o Composito), e i 4 canali audio mono o SDI embedded forniscono un'alta qualità al segnale video digitale e all'audio, tanto da consentire ai segnali di essere utilizzati con altri generati da telecamere cablate; grazie alla bassa latenza end-to-end (< 64 ms) tra encoder e decoder, infatti, il WLCT-02SD è il dispositivo ideale sia per trasmissioni da studio che per servizi in diretta.

Il modulatore interno è realizzato secondo la recente tecnologia multiportante COFDM.

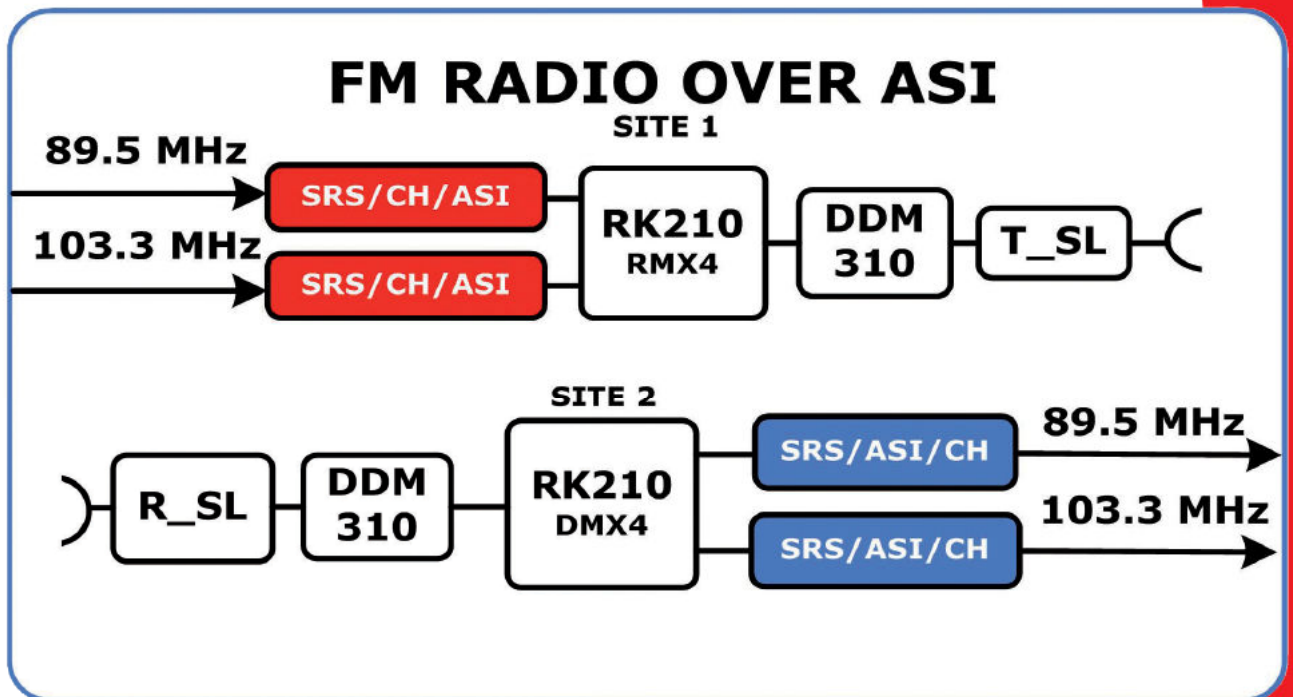
Anche per questo modello sono disponibili accessori opzionali: dall'antenna attiva con EIRP pari a 600 mW agli adattatori GV-01 e GV-02 Gold-Mount e al carrying case.

Unitamente ai trasmettitori compatti sono stati realizzati anche ricevitori da interni, con ricezione in diversità di frequenza fino a 6 vie e decodifica del segnale audio-video proveniente dalla telecamera.

A seconda dell'applicazione (parametri principali di selezione sono il tipo di

▼ Figura 14
- WLCT-01 SD
Camera Back
Transmitter





decodifica e la latenza) si può associare al trasmettitore il ricevitore più adatto; il WLR-01 è un modello a basso costo, latenza minima di 700ms e decodifica MPEG2 4:2:0.

Più performanti sono il WLR-02, con ricezione in diversità a due vie, ed il WLR-03, con ricezione in diversità anche a 6 vie, che consentono una bassa latenza (<64 ms) e decodifica MPEG2 4:2:2/4:2:0.

Elber fornisce altresì antenne, sistemi di controllo per la telecamera, valigette per il trasporto, cavi, connettori ed altri accessori: l'ampia gamma dei prodotti commercializzati, congiuntamente alla disponibilità ed alla professionalità che contraddistinguono il personale di Elber, consentono al Cliente di comporre il sistema più adatto alle proprie esigenze.

2.4 FM Audio Solutions

Dal "lontano" 1935, anno dell'invenzione della modulazione di frequenza (FM) da parte di Armstrong, passando per la seconda guerra mondiale, carat-

terizzata da un marcato incremento delle trasmissioni FM in tutti i settori (pubblici, privati, militari, governativi, di polizia e di trasporto), fino ad arrivare ai giorni nostri, i sistemi radio FM hanno subito un rapido sviluppo con un conseguente consolidamento della tecnologia.

Il panorama attuale sta attraversando una fase evolutiva assai interessante, caratterizzata da una "migrazione" verso tecnologie digitali che incideranno significativamente sull'assetto del mercato radiofonico.

Elber si sta adeguando gradualmente a questa situazione, in modo da essere sempre al passo con le più recenti scoperte del mercato mondiale; così, oltre ai consolidati sistemi a banda stretta (NBFM-01), l'Azienda propone soluzioni innovative per il trasporto di segnali audio. Sotto questa ottica, la serie di prodotti SRS rappresenta l'ultimo grande traguardo raggiunto da Elber in termini di prestazioni e flessibilità assolute. Caratterizzati da Tecnologia Software Radio, questi nuovi

dispositivi hanno l'obiettivo di processare e trasportare segnali audio con tecniche digitali.

Il segnale audio di ingresso, fornito come multiplex stereo, come banda base, come canale 87.5-108 MHz o come IF (10.7/21.4 MHz), viene digitalizzato e codificato in uno stream ASI per il trasporto su ponte radio digitale televisivo, affasciato per es. a bouquets DVB-T: ciò consente di mantenere a destinazione la stessa qualità dell'audio di partenza e di condividere i costi del link con un'emittente televisiva.

Grazie al processamento digitale, realizzato con le recenti DSP e FPGA, i dispositivi SRS possiedono un ottimo S/N e una distorsione di cross-talk molto bassa.

Alternativamente, la conversione in digitale dell'audio di ingresso può essere utilizzata nei ripetitori.

Senza operare la codifica ASI, a seconda delle esigenze del cliente e delle architetture di rete, sono disponibili varie interfacce di uscita: multiplex stereo, banda base, canale 87.5-108

▲ Figura 15
- Audio SRS
Systems



▲ **Figura 16 -**
Trasmettitore
T_NBFM-01

MHz e IF (10.7/21.4 MHz). Su richiesta del Cliente, possono essere sviluppate in tempi brevi soluzioni alternative e personalizzate, la cui qualità e competitività è quella che distingue il marchio Elber nel mondo.

In **Figura 15** è presentata una possibile applicazione del sistema. I due segnali audio in ingresso, forniti come canali FM a 89.5 e a 103.3 MHz, vengono processati, digitalizzati e codificati in due differenti flussi ASI. Questi due stream, opportunamente multiplexati (RK210-RMX4), vengono trasportati su ponte radio digitale televisivo fino al sito di ricezione, dove sono riconvertiti al formato originale.

Non vanno comunque tralasciate l'importanza, l'affidabilità e la compattezza garantite dai tradizionali ponti FM narrowband. Disponibili nei modelli trasmettitore T_NBFM-01 (**Figura 16**) e ricevitore R_NBFM-01 (**Figura 17**), sono in grado di trasportare a lunga distanza un segnale MPX FM stereo o un segnale audio mono con ottima qualità.

Le performance eccellenti di questi dispositivi, operanti nella banda di frequenza dei 2 GHz con canale di 200 KHz, sono dovute all'utilizzo di tecniche fast signal processing (su DSP), applicate ai segnali IF (79 MHz).

Inoltre le più recenti tecnologie nella progettazione di oscillatori a basso rumore e il front-end di ricezione con un ampio range dinamico consentono al ponte radio NBFM di ottenere risultati straordinari in termini di

separazione stereo (maggiore di 65 dB), S/N in banda base (maggiore di 60 dB) e IF ripple (minore di 0.05 dB). Nel sistema di ricezione il segnale IF proveniente dall'unica conversione analogica di frequenza viene immediatamente digitalizzato e i necessari processi di filtraggio e discriminazione avvengono in forma digitale. Il filtro IF digitale (che segue la conversione analogica), in funzione nel modello R_NBFM, garantisce senza tarature:

- estrema piattezza nella risposta ampiezza frequenza (ripple < 0,01dB in una banda di +/-100 KHz);
- ripidità (rieiezione > 100dB @ +/-200KHz da centro frequenza);
- fase idealmente lineare (e quindi separazione stereo garantita senza necessità di equalizzazione di fase);
- riprogrammabilità software;
- rigorosa stabilità delle prestazioni nel tempo e alle variazioni di temperatura;
- riproducibilità assoluta nelle prestazioni da apparato ad apparato.

Nei ricevitori standard analogici invece, per ottenere buone prestazioni soprattutto per quel che riguarda la selettività, sono di norma richieste due o tre conversioni di frequenza. L'incremento nel numero di conversioni in genere conduce ad un degrado nel range dinamico, oltre al rischio di aumentare la possibilità di introdurre segnali e risposte spurie. Inoltre, nei tradizionali filtri IF analo-

gici, si incontrano svantaggi non indifferenti, quali:

- risposta in frequenza dipendente dall'accuratezza delle numerose tarature e peggiore rispetto a quella del filtro digitale (0,1 dB nel migliore dei casi);
- taratura variabile nel tempo a causa di effetti ambientali (temperatura, umidità) o invecchiamento dei componenti;
- valori di rieiezione delle frequenze adiacenti e di ripidità difficilmente paragonabili a quelli dei filtri digitali;
- pessima risposta in fase dei filtri analogici (ritardo di gruppo) e conseguente necessità di un'accurata equalizzazione. Anche in questo caso il risultato finale sarà comunque inferiore rispetto a quello caratteristico dei filtri digitali. Le prestazioni sono comunque legate all'accuratezza della compensazione, che in genere è critica e soffre, in misura anche maggiore, degli stessi problemi di stabilità della risposta in frequenza.

In sostanza le prestazioni di un filtro analogico sono altamente soggette a degrado nel tempo.

La soluzione digitale adottata da Elber nel trasmettitore T_NBFM è imposta sul processamento numerico del segnale Multiplex dopo la conversione da analogico a digitale.

Tale procedimento viene effettuato in sequenza da due dispositivi, un DSP



ed un Up Converter digitale, e perviene alla sintesi del segnale. Questo approccio consente numerosi vantaggi, quali:

- risposta in frequenza estendibile fino alla continua (frequenza zero);
- estrema precisione del filtro (eventualmente presente sul multiplex) atto a reiettare il rumore fuori banda;
- limitatore (attivabile, con limite a +/-80kHz) con caratteristiche ideali senza distorsioni fino al limite di intervento;
- sensibilità di modulazione costante al variare della frequenza di trasmissione e controllabile via software tramite il pannello di controllo frontale.

Tutte queste performance vanno corredate ad una riduzione degli ingombri dovuta alla realizzazione sia del trasmettitore che del ricevitore in un cassetto rack da 1 unità e ad una diminuzione dei costi costruttivi, di collaudo e di taratura, che si riducono (se si esclude il front end) ad una semplice verifica di funzionalità.

Da non trascurare il semplificato sistema di gestione di tutte le funzioni attraverso la tastiera (6 tasti) e la monitoraggio dei parametri di funzionamento mediante il display LCD presente sul pannello frontale.

Sensibilmente differente è il tradizionale approccio della parte trasmit-

tente di un ponte Radio FM a banda stretta che prevede la modulazione diretta (da parte del segnale multiplex stereo) di un oscillatore. La frequenza di quest'ultimo viene mantenuta pari a quella di trasmissione attraverso un PLL lento. Alcuni dei limiti insiti in questa soluzione sono:

- difficoltà di estensione della risposta in frequenza per il segnale di modulazione fino alle frequenze più basse;
- complessità e necessità di equalizzazione di un eventuale filtro atto ad attenuare componenti fuori banda sul segnale multiplex;
- effetto distorsivo introdotto da un eventuale limitatore analogico di deviazione;
- possibile variazione della sensibilità di modulazione al variare della frequenza di funzionamento.

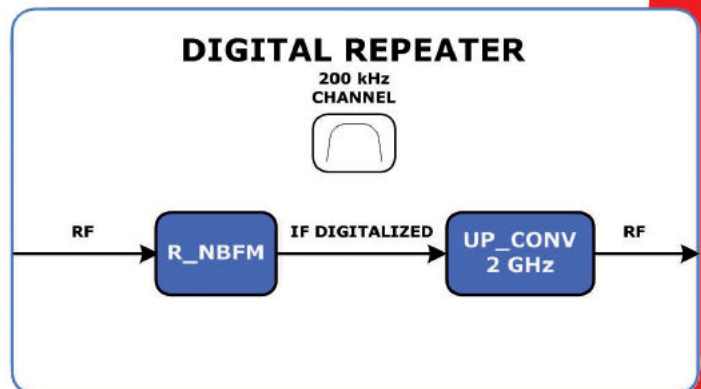
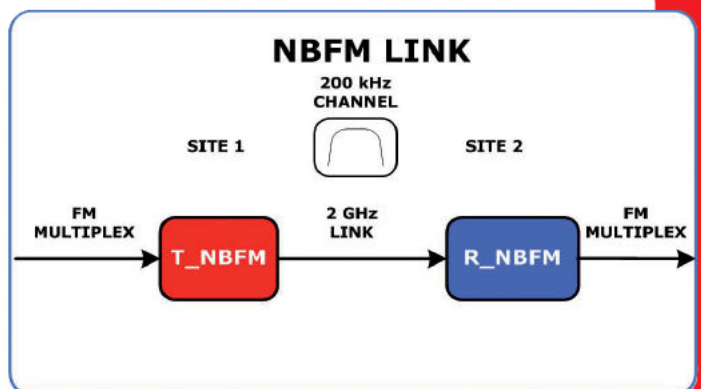
Negli schemi a blocchi di **Figura 18** sono evidenziate due situazioni tipiche di utilizzo del sistema NBFM Elber. Lo schema superiore mostra un link a 2 GHz con canale di 200 KHz adatto al tra-

sporto tra due siti di un segnale multiplex FM.

Nello schema più in basso è invece raffigurata una postazione adibita a ripetitore digitale in cui il tradizionale loop tra ricevitore e trasmettitore per la ritrasmissione del segnale multiplex FM è sostituito dalla up-conversion del solo segnale IF digitalizzato in uscita dal ricevitore. Questa soluzione consente di eliminare le perdite che sarebbero introdotte dalle ridondanti conversioni, da segnale IF digitale a multiplex stereo e viceversa, che precederebbero la ritrasmissione.

▲ **Figura 17** - Ricevitore R_NBFM-01

▼ **Figura 18** - Link NBFM Elber



UN ORGANIGRAMMA 'FUNZIONALE'

La struttura organizzativa della Elber punta ad armonizzare la massima flessibilità con la più elevata capacità produttiva, tenendo peraltro nella massima considerazione sia l'area e gli investimenti in ricerca e sviluppo che il ciclo di test e collaudo di ogni singola apparecchiatura prodotta. Questi orientamenti hanno portato alla scelta di un organigramma commisurato alle reali esigenze produttive, che punta a trasferire a terzi solo le attività che non influenzano la qualità e l'affidabilità dei prodotti.

Allo stesso tempo, una struttura relativamente snella consente di avere un maggior controllo su tutte le attività e anche un processo decisionale più veloce. E questo porta anche, a sua volta, ad un rapporto diretto praticamente con tutti i clienti, in particolare sul territorio italiano.

Ma entriamo nel dettaglio della struttura.

L'amministratore delegato è Donatella Bernardi, che si occupa anche della supervisione di tutte le attività amministrative e, in parte, della logistica. Edoardo Bernardi segue invece il coordinamento della produzione, e si occupa del supporto clienti e della Direzione Vendite Italia.

Per l'estero, la Direzione Vendite è affidata ad Antoine Busuttil. Infine, ma non certo per ultima quanto a importanza, c'è la Divisione Ricerca e Sviluppo, che è affidata a Vittorio Lagomarsino e segue tutte le attività relative ad analisi di nuovi componenti, sviluppo di progetti inediti e strutturazione innovativa delle fasi

produttive, oltre che test e collaudo. Va sottolineato che la Elber conta circa 20 addetti, cinque dei quali sono ingegneri, dedicati appunto a ricerca e sviluppo. Infine, è prevista, a fine anno, l'apertura della nuova sede di circa 2000 metri quadri, situata a poche centinaia di metri da quella attuale (che sarà in futuro dedicata esclusivamente alle attività produttive): la nuova struttura logistica consentirà di migliorare le attività di produzione e gestione, grazie anche ad innovativi concetti di funzionalità introdotti a livello progettuale. Ecco infine il riepilogo della 'struttura di vertice' e di quella dei servizi della Elber:

- **Amministratore Delegato:**
Donatella Bernardi - d.bernardi@elber.it
- **Direttore Generale e Vendite Italia:**
Edoardo Bernardi - e.bernardi@elber.it
- **Direttore R&S:**
Vittorio Lagomarsino - technical@elber.it
- **Direttore Vendite Estero:**
Antoine Busuttil - a.busuttil@elber.it
- **Informazioni di carattere generale:**
info@elber.it
- **Informazioni relative alla Privacy:**
privacy@elber.it
- **Reperto Commerciale:** sales@elber.it
- **Assistenza Clienti:** support@elber.it
- **Reperto Ricerca e Sviluppo:**
technical@elber.it



Un invidiabile e affiatato team. Una foto di gruppo del team della Elber a un'edizione del Nab. Edoardo e Donatella Bernardi sono il terz'ultimo e la penultima da destra. Fra gli altri, c'è anche (secondo da sinistra) Carmelo Mallia. Il primo da sinistra è invece Nabil Abi-Habib, Responsabile dell'Ufficio Tecnico Elber in Medio Oriente.

ELBER - via Selaschi 42 - Leivi (Ge) - Tel. 0185/351333 - Fax 0185/351300 - www.elber.it - elber@elber.it