

UTILIZZAZIONE DEL SISTEMA DI COMPUTER MUSIC TAU2-TAUMUS  
PER ATTIVITA' DIDATTICA E DIMOSTRATIVA

G. Bertini\*, P. Grossi\*\*

\* I.E.I. - C.N.R. - Pisa

\*\* CNUCE - C.N.R. - Pisa

## UTILIZZAZIONE DEL SISTEMA DI COMPUTER MUSIC TAU2-TAUMUS PER ATTIVITA' DIDATTICA E DIMOSTRATIVA

### Sommario

Il crescente interesse scientifico, musicale, didattico suscitato dal settore dell'"informatica musicale" in Italia è testimoniato anche dalle numerose richieste pervenute al gruppo di lavoro operante a Pisa per l'effettuazione di dimostrazioni con il sistema TAU2-TAUMUS, sia localmente, presso gli istituti CNUCE e IEI del C.N.R., che in diverse località italiane.

Come è noto, il TAU2-TAUMUS è un sistema di computer music hardware-software, in tempo reale, polifonico, politimbrico, implementato attualmente sul sistema di elaborazione in time sharing del CNUCE.

La possibilità di comandare l'esecuzione di brani musicali da località remote è consentita dal fatto che il TAU2 è allacciato "on line" al sistema di calcolo come una qualunque periferica, e che tramite il servizio di data-processing del CNUCE si accede all'elaboratore da qualsiasi località, purché servita dalla rete telefonica.

In questa nota viene presentata e discussa l'attività didattica e dimostrativa svolta in questi anni, assieme ad un richiamo di alcune particolarità del sistema TAU2-TAUMUS e vengono indicate le soluzioni tecniche adottate per lo svolgimento dei vari tipi di dimostrazioni locali e remote.

## Introduzione

Come è noto studi ed esperienze relativi all'impiego dell'elaboratore per fini musicali sono cominciati verso gli anni cinquanta, e importanti centri di ricerca operano attualmente in vari paesi. Anche in Italia a partire dagli inizi degli anni '70 si è sviluppato concretamente l'interesse per questo modo di lavorare nel campo musicale: sono sorti via via centri di studio a Padova, Milano, Pavia, Pisa, Roma e Napoli ciascuno concentrandosi su determinati aspetti di questa nuova disciplina attualmente denominata "Informatica musicale" (o con termine inglese, forse più riduttivo "computer music").

Una panoramica dello stato attuale delle ricerche e delle ultime realizzazioni in questo settore è contenuta nel numero monografico di "Automazione e Strumentazione" dedicato all'argomento e negli atti dell'ultimo colloquio di informatica musicale tenuto a Pisa.

In particolare i metodi di lavoro e gli obiettivi del gruppo di lavoro pisano, nato per iniziativa del M<sup>o</sup>. P. Grossi sono indicati in alcuni reports e articoli fra cui citiamo (1, 2, 3).

Fra i molti aspetti di interesse musicologico quali analisi, elaborazione di testi, sintesi dei suoni e simulazione di processi compositivi, particolare importanza è stata attribuita all'aspetto didattico dimostrativo, dal momento che per promuovere l'interesse attorno al settore in oggetto era ed è tuttora necessaria una continua attività divulgativa e di sensibilizzazione a tutti i livelli e nei vari ambienti attinenti al settore musicale.

D'altra parte tale fondamentale esigenza intesa come semplicità di metodo di sintesi e facilità di programmazione, è stata tenuta presente, assieme ad altri importanti requisiti, nell'impostazione del progetto e nella realizzazione del sistema di computer music in tempo reale TAU2-TAUMUS (4,5).

In tal senso l'obiettivo è stato efficacemente perseguito e raggiunto come dimostrano il tipo e la mole di lavoro svolto da quando il sistema è entrato in funzione.

Nel suo insieme il sistema ha dato e continua a dare un contributo di rilievo nell'indagine, attualmente in corso nei vari centri di ricerca di informatica musicale, sulle possibilità attuali e future di questa recente disciplina.

Le tecniche di elaborazione dati in esso riassunte sia a livello hardware sia a livello software hanno permesso sinora di compiere esperienze significative nei campi sopraccennati aventi carattere spesso prioritario e tuttora di unicità.

#### 1) Attività didattico-dimostrativa della Sezione Musicologica Pisana

Le esperienze di dimostrazioni remote iniziarono al CNUCE fin dal 1970 con i mezzi che erano allora a disposizione, cioè il programma DCMP (Digital Computer Music Program) implementato sul sistema IBM 360/30 e successivamente su elaboratori più veloci.

Con il DCMP il modo di ottenere i suoni in tempo reale consisteva nell'utilizzare una forma d'onda quadra ricavata direttamente da un registro dell'unità aritmetica dell'elaboratore; in effetti di fronte a molte positive peculiarità c'era l'inconveniente di monopolizzare l'intera potenza di calcolo del sistema time sharing.

Comunque, grazie a tali mezzi fu effettuata una prima importante serie di sessioni didattiche a Pisa e dimostrazioni remote organizzate in diverse città d'Italia, con collegamenti diretti tramite la rete telefonica (collegamenti punto-punto), che permisero di mettere in rilievo alcune possibilità di lavoro offerte dall'informatica nel settore musicologico. Nel "Compendio dell'attività svolta nel periodo 1969-1975" (3) è contenuto un elenco delle dimostrazioni effettuate con il DCMP.

Il crescente interesse verso questo settore e il progresso dell'elettronica e dell'informatica hanno successivamente permesso di razionalizzare l'uso dell'elaboratore e migliorare le prestazioni acustiche e musicali dei mezzi di produzione del suono.

Negli anni 74-75 con una collaborazione tra l'IEI e il CNUCE è stato realizzato e successivamente ampliato e migliorato il sistema TAU2-TAUMUS, le cui caratteristiche principali vengono riassunte nel successivo paragrafo.

I corsi quindicinali inclusi nel calendario didattico del CNUCE, effettuati due volte l'anno e denominati "Applicazioni Musicali" e le varie dimostrazioni dal 1976 in poi, hanno avuto come oggetto principale di studio e come mezzo di produzione sonora il sistema suddetto.

Ai corsi venivano ammessi partecipanti provenienti da varie città italiane: studenti di varie discipline musicali (principalmente composizione e musica elettronica), quindi con interesse rivolto alle metodolo-

gie operative in uso al centro pisano, e anche studenti provenienti da discipline scientifiche, interessati maggiormente ai modi di produzione del suono e agli strumenti hardware e software necessari a produrli, partendo da cognizioni di fenomeni fisici e da conoscenze di elettronica.

- Gli argomenti trattati nei corsi sono sostanzialmente i seguenti:
- una introduzione circa le motivazioni, le possibili applicazioni e le linee di tendenza della computer music.
  - le esperienze e gli indirizzi di lavoro dei vari centri di ricerca;
  - descrizione del sistema hardware-software attualmente in uso a Pisa;
  - esemplificazioni di elaborazione, con creazione di strutture sonore con il TAUMUS;
  - brevi sedute con composizioni estemporanee degli studenti.

I più interessati all'attività compositiva sono stati assistiti nello sviluppo di lavori originali, presentati a vari concorsi e manifestazioni nazionali ed internazionali.

Per motivi di ristrutturazione dell'Istituto CNUCE nel '78 l'attività didattica a Pisa è stata ufficialmente sospesa e da allora è stato necessario ricorrere con maggior frequenza alle dimostrazioni remote in sedi che ne facevano di volta in volta richiesta.

Nel 1981 è stato però istituito un corso annuale sperimentale di Informatica musicale al Conservatorio L. Cherubini che tratta in maniera più estesa la problematica relativa a questa disciplina.

L'impostazione data alle dimostrazioni remote è simile, sebbene in forma più concisa, a quella che è stata seguita per i corsi. In appendice A viene presentato un elenco di tutte le dimostrazioni effettuate dal 1976 ad oggi, in cui sono riportate le località, la sede, la durata il tipo di lavoro svolto e le modalità del collegamento. Inoltre alcune composizioni e trascrizioni particolarmente interessanti sono state inserite in alcuni dischi (Bibl. 6,7).

2) Cenno alle caratteristiche del sistema TAU2-TAUMUS

Le caratteristiche operative del sistema TAU2-TAUMUS si sono dimostrate particolarmente idonee per il loro impiego in settori musicali diversi quali l'applicazione pratica in tempo reale (esecuzione, creazione automatica, gestione di archivi di musica in codice digitale), la didattica, la ricerca musicologica.

Ciò grazie alle prerogative foniche e operative del terminale audio TAU2 e alle possibilità applicative del software di gestione, il TAUMUS.

Il TAU2 è stato progettato e realizzato con la finalità di base di poter essere impiegato come strumento di analisi e di conversione fonica, in tempo reale e virtualmente senza limiti temporali, di informazioni elaborate da un sistema operante in time-sharing quali quelli, ad esempio, succedutisi negli ultimi anni al CNUCE.

Le caratteristiche foniche, tuttora rilevanti, consistono principalmente nel:

- controllo simultaneo di 12 voci, intervallate di 1/6 di tono della scala temperata; per ciascuna voce l'hardware genera automaticamente le relative 6 armoniche, oltre alla fondamentale.
- sintesi additiva armonica con tre vie distinte in uscita, comprendenti ciascuna quattro voci, (vedi app. B).
- controllo delle tre forme d'onda in uscita, sia negli spettri di ampiezza delle armoniche, sia nell'involuppo delle tre uscite, dinamicamente ogni centesimo di secondo senza limiti di tempo; ciò corrisponde a 21 involuppi armonici più 3 involuppi volumetrici separatamente e/o simultaneamente programmabili in tempo reale. In appendice B è riportato lo schema di un canale audio (via) e indicata l'associazione delle voci ai vari canali.

Inoltre, di una certa importanza per l'aspetto didattico dimostrativo, va citata la possibilità di controlli manuali di alcuni parametri direttamente da pannello, la disponibilità di entrata con tastiera classica e la facilità di registrazione su supporti magnetici dell'elaborato fonico.

Il TAUMUS può considerarsi un linguaggio musicale in assoluto, cioè adattabile a qualsiasi sistema di sintesi del suono, predisposto per la lettura, la decodifica e la memorizzazione di testi musicali, per la loro rielaborazione e esecuzione nonché per la composizione automatica e la gestione di archivi di musica. Il TAUMUS contiene ovviamente il software di gestione del TAU2 cioè i programmi per l'elaborazione e la presentazione dei dati nel formato richiesto dal TAU2. In appendice C sono indicati i diversi tipi di codifica dell'informazione musicale all'interno dell'elaboratore; il tipo d) (dati inviati al TAU2), è mostrato in dettaglio in appendice D.

Inoltre il software (TAUMUS) ha come caratteristica singolare che lo distingue da altri linguaggi musicali la capacità di autogestirsi in ogni funzione, dalla gestione di archivio, alla composizione e alla rielaborazione, a tutti i livelli e in misura decisa dall'operatore di volta in volta.

5

Per una conoscenza dettagliata del sistema vedansi le pubblicazioni ad esso inerenti (8, 9, 10). Citiamo qui alcune altre particolarità:

- Il sistema dispone di un archivio di musica. Tale archivio, tuttora unico nel campo dell'informatica musicale, contiene musica memorizzata in codice digitale disponibile per esecuzioni, rielaborazioni e analisi musicologiche. Attualmente l'archivio dispone di circa mille brani di autori, stili ed epoche diversi, scelti in modo da fornire un materiale di base vario e adatto alle esemplificazioni sia per scolaresche di ogni grado che per esperti di musica.
- Nell'archivio sono state anche memorizzate diverse tabelle contenenti modelli timbrici e volumetrici tipici utilizzabili per modulare dinamicamente i suoni e poter ottenere una gamma di timbri diversi, in una qualsiasi successione, anche durante l'esecuzione di uno stesso brano; d'altra parte l'utente può crearsi rapidamente i timbri che desidera e usarli a suo piacimento.

Infine il sistema può essere gestito per tutte le sue funzioni in modo remoto. Difatti essendo il sistema time-sharing del CNUCE dotato di un servizio di teleprocessing ed essendo il TAU2 allacciato "in linea" al detto sistema è possibile il suo controllo a distanza. La didattica svolta principalmente presso il Conservatorio di Firenze, le dimostrazioni, i concerti svolti in collegamento diretto con linee telefoniche e talvolta, per quanto concerne la trasmissione del suono, con ponti radio, ne sono una testimonianza e permettono di considerare le esperienze compiute (la prima in assoluto risale al 1970) come applicazioni di telematica musicale "ante litteram".

### 3) Utilizzazione locale e remota del sistema TAU2-TAUMUS

In fig. 1 è mostrata la piantina della stanza in cui è installato il TAU2 con le apparecchiature a disposizione dell'utente. Oltre al TAU2 (Unità Digitale e Unità Audio), sono previsti degli apparecchi necessari per l'amplificazione e la miscelazione dei segnali d'uscita (le caratteristiche vengono date più avanti); sono a disposizione, naturalmente, alcuni tipi di registratori a nastro magnetico e amplificatori monitor con relativi altoparlanti.

Lo svolgimento di una seduta di lavoro è descritta nel già citato manuale d'uso (10) e in (11).

Per l'effettuazione di dimostrazioni locali (a Pisa) non ci sono difficoltà salvo problemi di spazio, essendo il locale dove risiede il TAU2 di dimensioni ridotte, sufficiente al più per una decina di persone.

In presenza di molte persone, come nel caso dei concerti organizzati dalla Gioventù Musicale Italiana è stato fatto uso di un'aula universitaria posta nelle immediate vicinanze del locale del TAU2. I collegamenti sono effettuati semplicemente con prolunghe di alcune decine di metri, sia sul collegamento della consolle video, che dei segnali audio, e non ci sono inconvenienti di nessun genere.

Per l'utilizzazione remota, cioè a distanza notevole da Pisa invece si devono risolvere i problemi del collegamento dati tra la consolle-video e il sistema time-sharing, e del trasferimento del segnale audio del TAU2.

E' nota la possibilità di utilizzare le risorse di calcolo del CNUCE, da diverse sedi scientifiche dislocate in Italia, per mezzo di un apposito servizio di Data Processing, che si avvale a sua volta della rete di trasmissione dati della SIP (linee T.D.).

E' sufficiente allora stabilire un collegamento telefonico della rete TD (linea commutata o affittata) per poter allacciare un dispositivo di I/O (telescrivente o terminale video) all'elaboratore del CNUCE attraverso il quale introdurre i comandi del software musicale TAUMUS e lavorare in modo interattivo; l'unica differenza fra il lavoro locale e remoto consiste in un piccolo aumento del tempo di risposta;

Questo tipo di collegamento è usato normalmente per lo svolgimento del corso di informatica musicale tenuto al Conservatorio L. Cherubini di Firenze, in cui è installato un terminale video allacciato alla rete di teleprocessing del CNUCE.

D'altra parte il TAU2 è collegato all'elaboratore attraverso un sottocanale Block multiplex del sistema time-sharing, come una qualsiasi periferica veloce di uscita; è sufficiente allora che sia acceso e inizializzato per far suonare i brani ordinati anche da località distanti da Pisa.

Il problema più arduo da risolvere è quello di inviare i suoni prodotti dal TAU2 a distanze notevoli da Pisa. Per questo sono state impiegate due soluzioni distinte. In occasioni particolarmente importanti, quando è richiesta la piena fedeltà di riproduzione dei suoni, è intervenuta la RAI, tramite servizi di trasmissione in FM oppure con ponte radio in UHF; con ciò si assicura una banda di 15KHz. Nella maggior parte delle altre dimostrazioni o seminari in località remote, in genere, quando è solo necessario mettere in evidenza le possibilità operative del sistema TAU2-TAUMUS, oppure fornire un esempio di impiego dell'elaboratore in campo musicale, per motivi di contenimento della spesa, si è optato per la trasmissione dei segnali tramite collegamento telefonico "punto-punto" con linea affittata; con ciò la banda audio dei segnali ricevuti nella località si aggira sui 3.5KHz, peraltro sufficiente a soddisfare gli obiettivi sopradetti.

La configurazione generale del sistema per questo tipo di utilizzazione è mostrato in fig. 2.

In altre occasioni, per esempio per la presentazione di opere complete in sale da concerto, dove la maggior parte degli ascoltatori è interessata al risultato fonico-musicale dell'esecuzione piuttosto che alla conoscenza specifica dei mezzi con cui viene svolto il lavoro viene adoperato, come sorgente, un nastro magnetico precedentemente inciso. Tra l'altro, ciò mette al riparo il presentatore del lavoro da eventuali inconvenienti tecnici, che possono sempre verificarsi negli apparati coinvolti nelle dimostrazioni con collegamenti diretti.

Per completezza, nell'elenco citato in appendice B, sono stati citati anche questi tipi di lavori.

#### 4) Particolari per l'effettuazione dei collegamenti remoti

La installazione e la messa a punto dei collegamenti telefonici è effettuata da tecnici della SIP e da tecnici del CNUCE e dell'I.E.I. per quanto riguarda rispettivamente la linea dati e la linea fonica; in genere la spesa dell'installazione e dell'affitto viene sostenuta dall'ente che utilizza la dimostrazione.

##### a) Linea dati

In certe occasioni per la trasmissione dati al sistema time-sharing è stato possibile utilizzare una telescrivente o un terminale video di una sede collegata direttamente alla rete di "data processing" del CNUCE.

Quando ciò non è conveniente, allora viene effettuato un collegamento apposito "punto-punto" tra la sede remota e il CNUCE.

##### b) Descrizione dei dispositivi d'uscita del TAU2

Per poter utilizzare convenientemente il collegamento fonico occorre dare una breve descrizione dei dispositivi indicati sommariamente nella fig. 2, sotto il nome di gruppi di "manipolazione dei segnali audio", tutti progettati e realizzati all'I.E.I. appositamente per il TAU2 e non convenientemente descritti in altri reports.

Di tali dispositivi riportiamo in fig. 3 (parte superiore) uno schema dal quale si deduce più o meno chiaramente l'aspetto esterno e la funzione svolta dai vari componenti; lo schema è semplificato per non dover ripetere le parti che si riferiscono alla 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> via d'uscita dei segnali, che sono in effetti identiche alla 1<sup>a</sup> via.

In alto a sinistra si osservano i circuiti degli effetti speciali (inseribili o meno) che provvedono ad effettuare, a scelta, effetti di vibrato, coro, e riverbero con regolazioni continue (manualmente) e discretizzate (da programma).

Seguono i gruppi di amplificazione, uno per ogni canale d'uscita dell'Unità Audio (12), composti ciascuno da:

- miscelatore d'ingresso, con inserimento e controllo manuale del livello del segnale e provvisto di indicatore luminoso per il controllo di saturazione del segnale miscelato;
- un preamplificatore (inseribile o meno, normalmente disinserito);
- equalizzatore a 9 bande passanti di frequenza centrate a partire da 50 Hz, fino a 12800 Hz con passo di una ottava e con regolazione manuale della dinamica fra  $\pm 15$ dB;
- amplificatore di potenza per monitoraggio locale.

L'uscita di ogni equalizzatore viene inoltre inviata ad un circuito detto "pannello uscita" (13), che fornisce i segnali adattati per le varie esigenze di utilizzazione.

Il circuito d'uscita è composto da tre sezioni identiche ciascuna delle quali fornisce:

- una uscita su presa RCA, riferita a massa
- una uscita su boccia, con segnale senza riferimento di massa
- una uscita bilanciata su morsetti a vite (parte posteriore del rack)
- una uscita stereofonica su connettore Philips comprendente la 1<sup>a</sup> e la 2<sup>a</sup> via, con riferimenti di massa.

Il segnale di ciascuna sezione può essere regolato in ampiezza, a scatti a (-10, -5, 0, +5, +10 dB) e controllato con strumento misuratore in dB. Quando l'utilizzazione viene fatta con adattatore per uscita telefonica (14), lo 0dB equivale allo 0dBm (0,7 Veff.) del segnale sulla linea telefonica.

#### 5) Installazione e messa a punto del collegamento telefonico

In caso di dimostrazioni remote con collegamento telefonico si connette all'uscita su boccia del pannello "adattatore uscite" del TAU2 un "adattatore per pilotaggio di linee telefoniche". Tale circuito fornisce un'impedenza d'uscita di 600 ohm come richiesto dallo standard della rete SIP.

Viene inoltre interposto un trasformatore standard con rapporto di trasformazione 1:1 e poi segue il collegamento telefonico vero e proprio, il cui schema semplificato è riportato nella parte inferiore della fig. 3. I vari passaggi del segnale e i componenti impiegati ovviamente interessano i tecnici preposti all'installazione e al controllo del collegamento e non all'utente remoto. In alcune dimostrazioni è stato inserito un apparecchio telefonico e relativo circuito di commutazione "DATI/FONIA" (15), con il quale si può comunicare direttamente con la località remota sia in fase di installazione sia in fase di

utilizzazione del collegamento col TAU2. La scritta "dati" si riferisce in questo caso, ovviamente al segnale fonico del TAU2, (da non confondere con la linea dati di cui al punto 4a).

In mancanza di tale facilitazione, le comunicazioni fra utente remoto e operatore del TAU2 sono eseguite con scambio messaggi tra tastiera alfanumerica locale e tastiera alfanumerica remota e relativi video, secondo le regole contenute nel manuale del CMS del CNUCE.

La necessità di comunicazione fra le due sedi è necessaria in fase di messa a punto. Durante le dimostrazioni lo scambio messaggi è ridotto al minimo salvo il verificarsi di guasti, o altri inconvenienti sulle apparecchiature coinvolte nel lavoro.

Per richiedere l'installazione del collegamento telefonico occorre che il committente faccia domanda scritta alla SIP almeno una ventina di giorni prima dalla data in cui occorre il collegamento stesso, (vedi in appendice E un fac-simile) quindi segue il sopralluogo del tecnici, l'installazione dei componenti e il collaudo delle linee. A tale proposito occorre precisare che il controllo della curva di risposta della linea eseguita dalla SIP si limita alle frequenze comprese fra 300Hz e 3400Hz (vedi curva di risposta in appendice F). Nel nostro caso, in genere, vengono fatte delle misure aggiuntive per vedere la risposta oltre gli estremi di banda in modo da poter agire convenientemente sugli equalizzatori degli amplificatori del TAU2 e allargare il più possibile la banda passante effettiva: in appendice G) ci sono due esempi di tali misure. In mancanza di tale controllo si aggiustano gli equalizzatori in modo empirico per avere la risposta ottimale. Per quanto riguarda l'ampiezza del segnale immesso sulla linea si deve stare al disotto di alcuni dB rispetto allo 0dBm altrimenti si incorre in saturazioni di qualche componente sul canale SIP. Disponendo di un buon apparato di riproduzione nella località remota in genere si riesce ad avere un buon rapporto S/N e una qualità sufficiente nel suono del TAU2 riprodotto a distanza.

#### 6) Trasmissione del segnale fonico con radiofrequenza.

Gli inconvenienti relativi alla limitazione della banda passante ed altri di minore importanza dovuti al collegamento telefonico sul segnale audio si eliminano se viene usata una trasmissione del segnale con apparati a radiofrequenza.

Le soluzioni di questo tipo sono però più costose a parità di tempo di lavoro, perché impegnano notevoli mezzi tecnici e personale specializzato della RAI-TV e sono giustificate solo nelle dimostrazioni nelle quali è richiesta la massima qualità del suono, unitamente alla necessità di avere la dimostrazione col sistema TAU2-TAUMUS funzionante in tempo reale; per esempio in alcuni convegni e seminari o concerti dove l'ente organizzatore non ha problemi di budget.

Le trasmissioni si sono effettuate con due modalità diverse, sempre con mezzi e personale della RAI-TV: trasmissioni in FM, oppure in UHF, ambedue in modo monofonico.

Quelle in FM hanno dato qualche inconveniente come l'instabilità della sintonia e i disturbi dovuti alla presenza di molte emittenti private locali che saturano di fatto le bande di frequenze interessate.

I migliori risultati sono stati ottenuti con le UHF e difatti le ultime trasmissioni sono state effettuate con rice-trasmittitori con frequenza di alcuni GHz e tramite la rete dei ponti radio dello Stato, come mostra la fig. 4, nella quale sono indicati gli apparati adoprati.

Il segnale, prelevato dal pannello uscita del TAU2 ("uscita bilanciata" posta sul retro), viene immesso in apposite interfacce contenute in un furgone della RAI-TV (radio mobile), convertito e inviato al trasmettitore vero e proprio, che assieme all'antenna (paraboloide) viene posto nella stanza più alta dell'IEI, con la migliore "vista" sul ricetrasmittitore del Monte Serra. Il segnale usufruisce quindi della rete dei ponti radio dello Stato, fino al posto più vicino alla località remota.

A questo punto occorre precisare che le manifestazioni con trasmissione via radiofrequenza sono avvenute sempre in città capoluogo, ove esiste una sede RAI-TV con studi e centrale ricetrasmittente, permanentemente collegata con la rete dei ponti radio. Di conseguenza, il segnale viene facilmente ricevuto e poi convogliato su un canale a larga banda SIP (su un cavo speciale installato per l'occasione) e inviato direttamente nel locale ove si svolge la manifestazione; in alcune città, il cavo speciale è installato in modo permanente e quindi il collegamento è facilitato al massimo. Il segnale audio in bassa frequenza viene poi applicato ad un amplificatore usuale, posto nella sala di ascolto, accanto alla consolle-video. Il terminale consolle-video è collegato al sistema time-sharing nello stesso modo, cioè usufruendo di una linea TD della rete SIP e per ciò non è riportato in fig. 4.

A volte viene installato un collegamento telefonico di "servizio" a disposizione dei tecnici RAI-TV e utilizzato per la messa a punto degli apparati di ricetrasmisione.

#### 7) Utilizzazione pratica del TAU2

Prima di iniziare il lavoro o la dimostrazione l'utente remoto deve in qualche modo avvertire l'operatore per inizializzare il TAU2 (dare tensione e premere i pulsanti Azz e Avv sul pannello di comando). Una volta accertatosi che il tutto funziona, lo scambio messaggi consiste semplicemente nel comunicare gli orari di utilizzo del TAU2 da

parte dell'utente remoto (per consentire un eventuale utilizzo locale) oppure per chiedere l'inserzione di qualche opzione manuale sui pannelli del TAU2.

A volte si possono verificare inconvenienti tecnici che fanno "saltare" il corretto funzionamento del collegamento elaboratore-TAU2; in conseguenza di ciò appaiono certi messaggi di errore sul video dell'utente remoto, che non è qui il caso di spiegare. Il più delle volte per ripristinare il normale funzionamento basta inizializzare il TAU2 e ripartire. Anche il caso di guasti sui canali telefonici è assai raro: quando si verifica occorre che l'operatore al TAU2 faccia intervenire il servizio guasti locale della SIP per far ripristinare le linee.

In tutti questi casi l'utente remoto deve scambiare messaggi con l'operatore locale e viceversa. La procedura è semplice: 1) quando si usa il collegamento telefonico ed è disponibile il commutatore SIAE il punto chiamante deve spostare la levetta DATI/FONIA del proprio commutatore DATI/FONIA su "FONIA", alzare l'apparecchio telefonico posto sopra il commutatore e aspettare qualche secondo; l'altro punto riceve un segnale di chiamata, deve spostare la levetta su "FONIA" e dopo di ciò può iniziare il colloquio. Alla fine della comunicazione orale le levette devono essere rimesse su "DATI".

2) Quando si usa il ponte radio ed è disponibile il collegamento telefonico diretto tra gli apparati mobili questo consente di comunicare direttamente fra Pisa e la sede remota per le varie necessità della dimostrazione.

3) In mancanza di queste due possibilità si devono inviare i messaggi tramite consolle-video. C'è da tenere presente che mentre l'operatore locale può tenere la sua macchina virtuale inoperosa e quindi pronta a ricevere messaggi in qualsiasi istante (comando SLEEP), l'utente remoto, il più delle volte, è impegnato col software TAUMUS e può ricevere messaggi solo dopo il completamento dell'ultimo comando dato.

#### Conclusioni e prospettive

Oltre al lavoro documentato sull'elenco allegato, svolto in sedi qualificate e per persone esperte va anche citato il tempo dedicato alle scolaresche, di ogni tipo, in visita di istruzione agli istituti IEI E CNUCE, meno gratificante dal punto vista scientifico, ma utile per mostrare l'ampiezza di impiego dei mezzi che l'informatica offre in tutti i campi.

In definitiva si può affermare che, in parte grazie anche al contributo offerto dalla sezione di Pisa, c'è stato un notevole allargamento a tutti i livelli della attività connessa alla informatica

musicale, anche se in Italia si notano delle carenze specie nell'indirizzamento delle ricerche e nel coordinamento fra settore scientifico pubblico e settore industriale.

Esaminando le riviste internazionali specializzate, allo stato attuale ci sembrano emergere due tendenze:

- una consiste nello sviluppare sistemi di computer music molto complessi e con software sofisticato per soddisfare esigenze di ricerca e sperimentazione di laboratori specializzati, conservatori musicali, centri universitari ecc.
- l'altra orientata verso lo sviluppo di sistemi di costo molto contenuto sfruttando l'hardware di "personal-computer" e software specializzato in modo che qualsiasi persona possa svolgere un'attività nella computer music a casa propria.

Certo è che l'obiettivo di poter disporre di mezzi propri e quindi di poter lavorare con la massima autonomia e facilità, anche se con qualche limitazione nelle prestazioni in qualsiasi posto in cui uno si trovi, è pienamente giustificato e sarà presumibilmente raggiunto in pochi anni, grazie ai progressi della tecnologia e in virtù di interessi industriali e socio culturali.

Sembrerebbe quindi che l'attività dimostrativa in località remote svolte con il supporto di un grosso centro di ricerca, almeno nei modi e con lo spirito divulgativo fin qui svolte, debba ridursi e concludersi nei prossimi anni.

In effetti possono essere invece intravisti degli sviluppi interessanti, magari per utenze specializzate, nel campo delle sperimentazioni di alcuni aspetti di telematica, per esempio per lo sfruttamento di un "archivio musicale" opportunamente organizzato.

Infatti, entro la probabile espansione prevista per quest'ultimo modo di distribuire l'informazione, è possibile pensare anche ad un ipotetico servizio permanente di telematica musicale".

## BIBLIOGRAFIA

- (1) P. Grossi - "Sulla Computer Music", I Futuribili, 1969 N. 8.
- (2) P. Grossi - "Musica in tempo reale", I Futuribili, 1971 n. 34.
- (3) G. Baruzzi, P. Grossi, M. Milani - Compendio dell'attività svolta nel periodo 1969-1975, Collana "Studi Musicali", CNUCE del C.N.R. Pisa pubbl. n. 98, Novembre 1975.
- (4) G. Bertini, M. Chimenti, F. Denoth - "TAU2: an Audio Terminal for Computer Music Experiments" Proceed. Intern. Symp. on Tecnology for Selective Discrimination of Information (S. Marino, Italy '76) pp. 143-149 IEEE, N.Y., 1976.
- (5) G. Bertini, T. Bolognesi, P. Grossi -TAU2-TAUMUS: Il sistema di computer music in tempo reale realizzato a Pisa, Descrizione ed esperienze, Automazione e Strumentazione n. 2 - Febbraio 1980.
- (6) P. Grossi et al. - Computer Music, Disco dimostrativo (doppio L.P.) pubbl. e cura del CNUCE-CNR, Pisa Maggio 1979.
- (7) P. Grossi, J.S. Bach - Arte della Fuga - offerta musicale, Ed. Bruzzichelli, Firenze 1981.
- (8) G. Bertini, M. Chimenti - Unità Audio del TAU2, I.E.I. del C.N.R. Nota Tecnica C-75 - 11 Dic. 1975.
- (9) G. Bertini, E. Bozzi, L. Dall'Antonia, M. Chimenti - Unità Digitale del TAU2, IEI del CNR Nota Tecnica C78-5.
- (10) T. Bolognesi, P. Grossi - Modalità operative del TAUMUS - Software di gestione del TAU2, Collana "Studi Musicali", CNUCE del CNR pubb. n. 158 Febbraio 1979.
- (11) G. Bertini, T. Bolognesi, P. Grossi - Computer music in tempo reale. L'esperienza di Pisa, Gli Strumenti musicali n. 4 o 5, 1980.
- (12) M. Chimenti, P. Guerrini - Amplificatore di BF, 50 Watt, IEI del CNR Nota Tecnica C-75.
- (13) P. Guerrini - Adattatore d'uscita, IEI del CNR, Fascicolo interno n. 28, maggio 1978.
- (14) P. Guerrini - Adattatori per pilotaggio linee telefoniche, IEI del CNR Fascicolo Interno n. 29, settembre 1978.
- (15) Manuale uso del "Complesso chiamata e commutazione per linee dati", tipo PST 9548/A, SIAE Microelettronica.

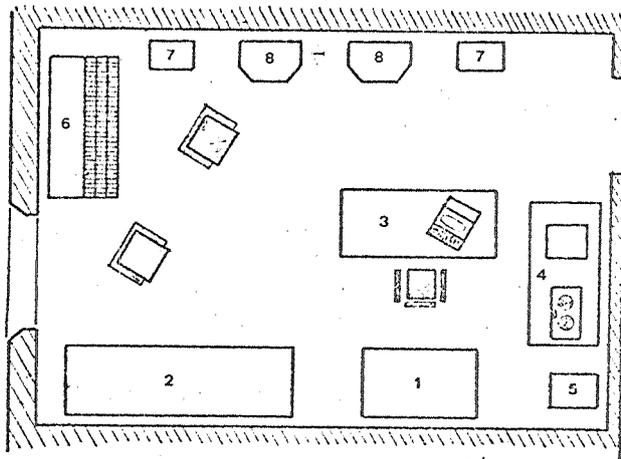


Fig. 1 Disposizione apparecchiature nei locali TAU 2:

- 1 - Rack controllo comprendente: Unità digitale TAU 2, 3 amplificatori, Adattatori uscite, Effetti speciali.
- 2 - Unità Audio TAU 2.
- 3 - Consolle alfanumerica + video.
- 4 - Tavolo attrezzato con: 1 amplificatore stereo Marantz, 1 amplificatore mono, 1 registratore a cassette, 1 registratore 4 tracce, 1 registratore 2 tracce, 1 oscilloscopio.
- 5 - Cassetto terminazione collegamento col sistema time-sharing.
- 6 - Tastiera con 255 tasti.
- 7 - Casse PHILIPS 50 Watts.
- 8 - Casse AR 100 Watts.

CNUCE (CNR-PISA)

IEI (CNR-PISA)

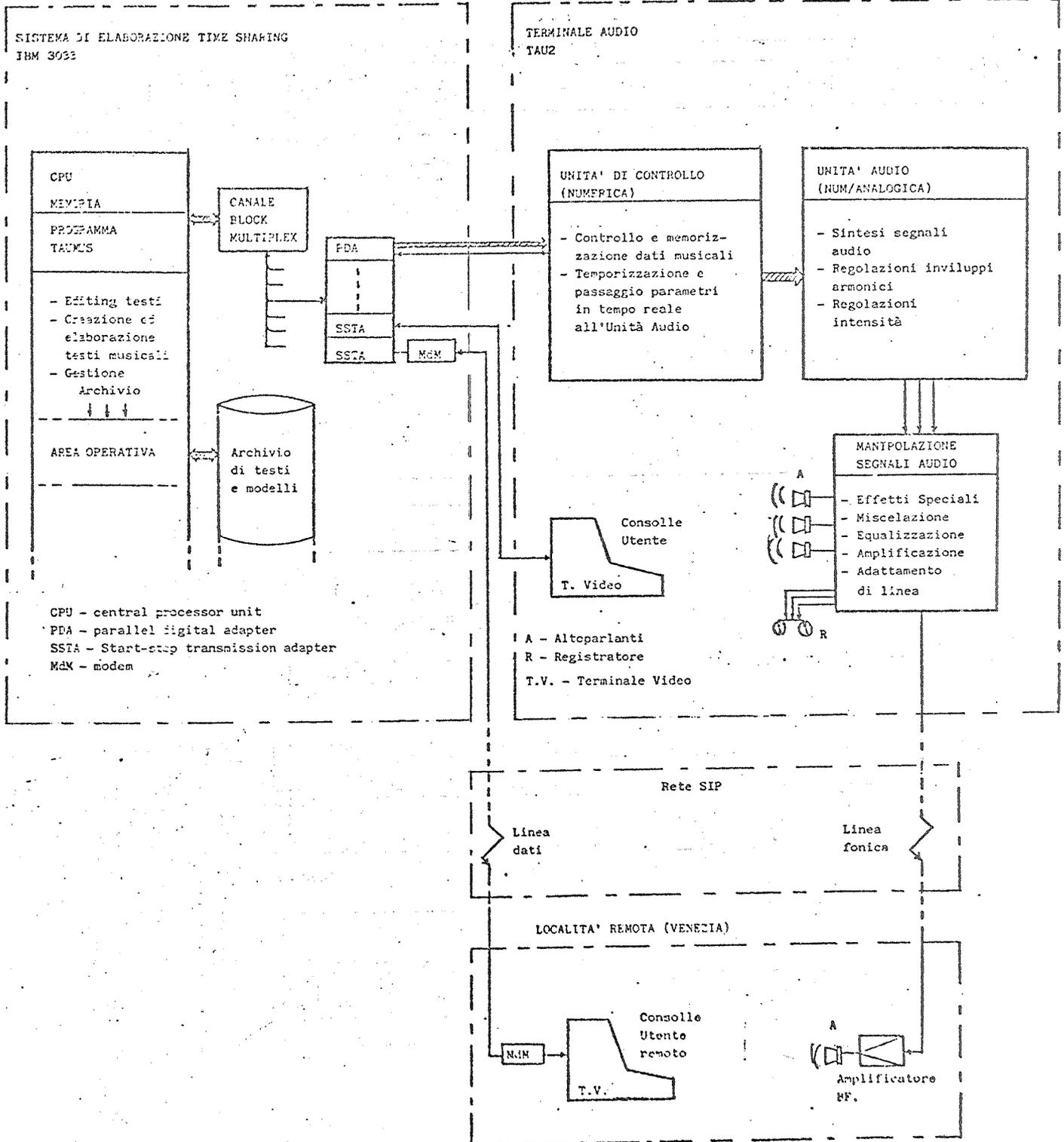


Fig. 2 Configurazione generale e funzioni principali del sistema di Computer Music in tempo reale TAU2-TAUMUS. Collegamento telefonico per dimostrazioni remote (parte inferiore della figura).

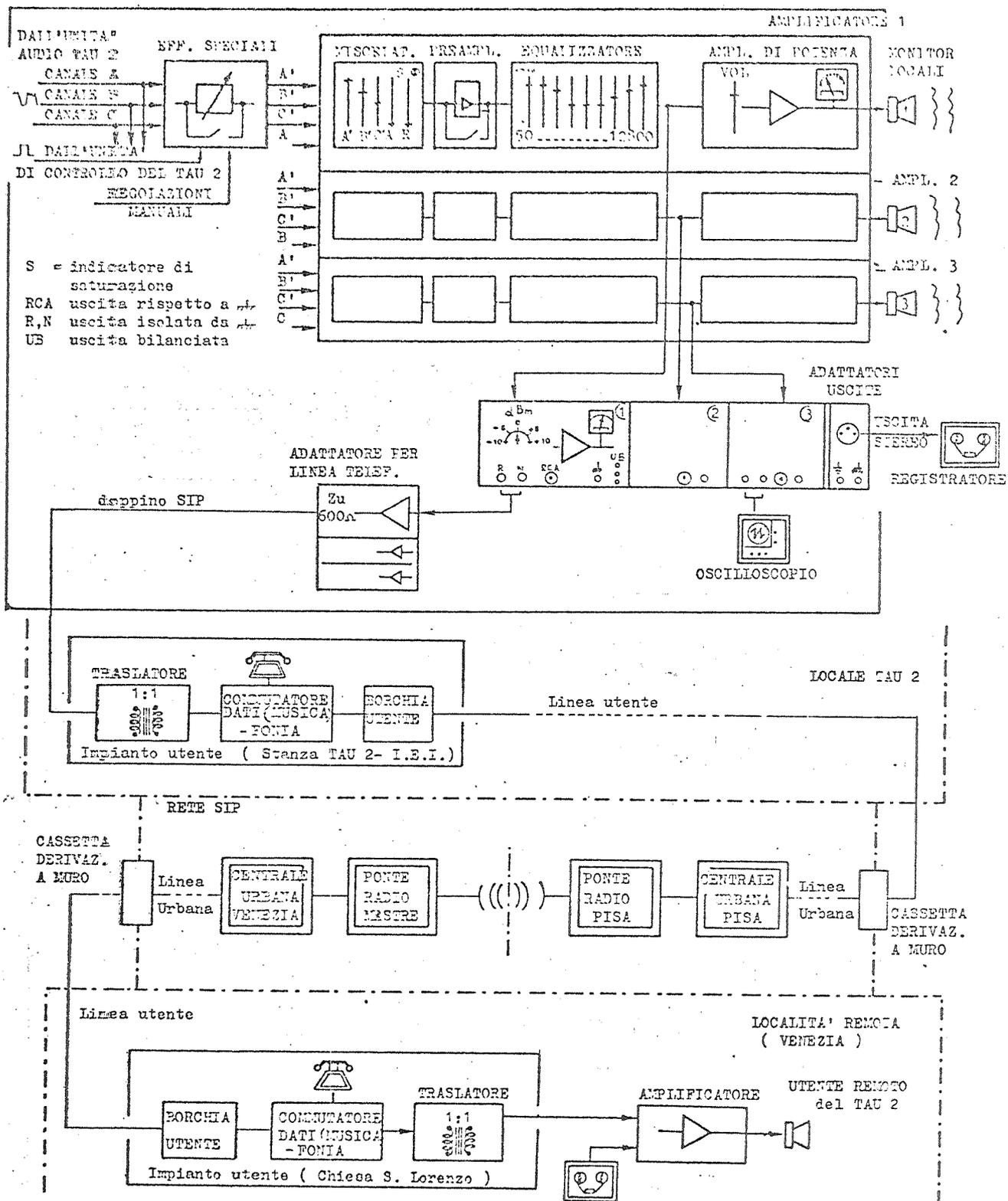


Fig. 3 Schema componenti per la trasmissione del segnale audio tramite collegamento telefonico.

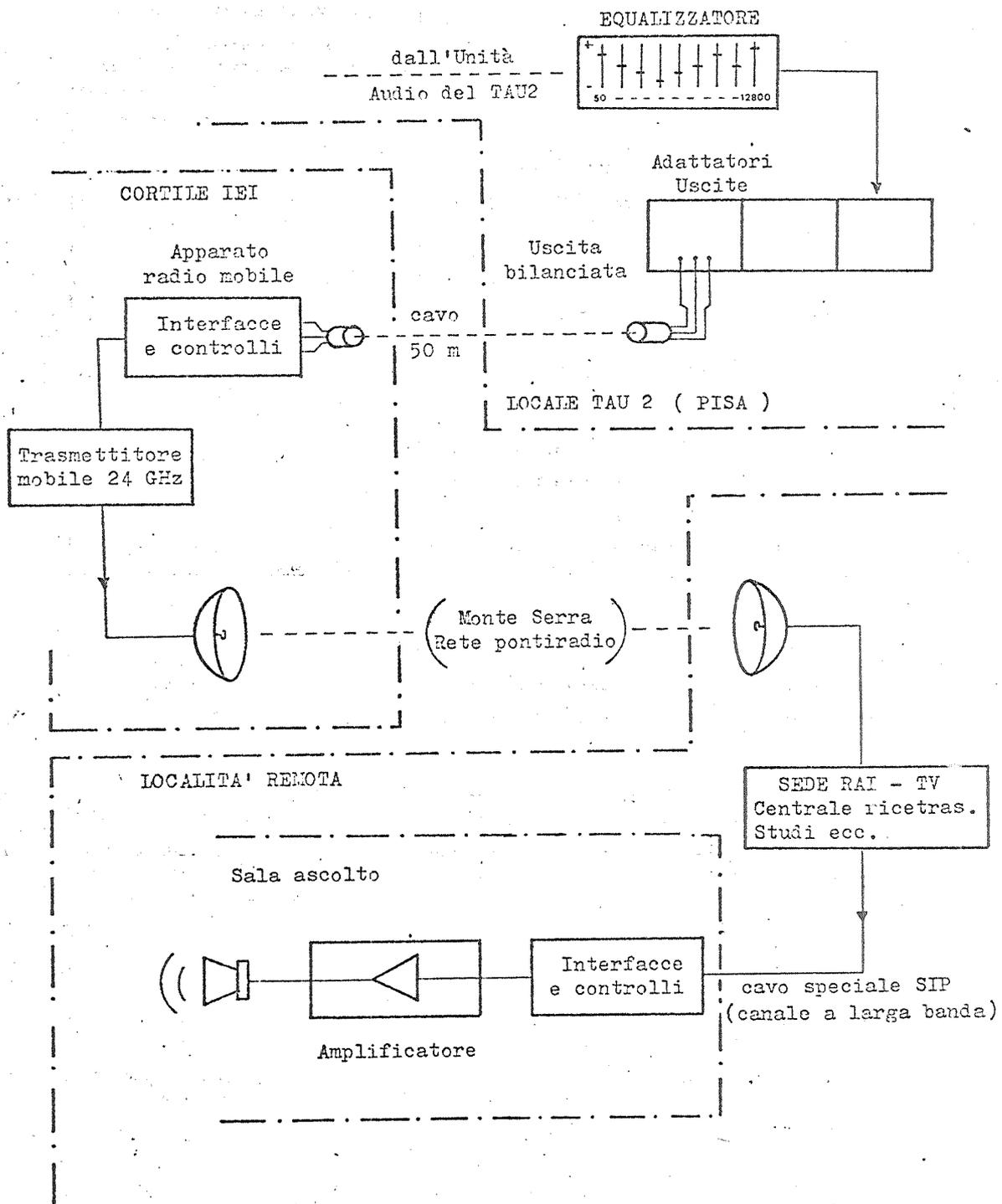
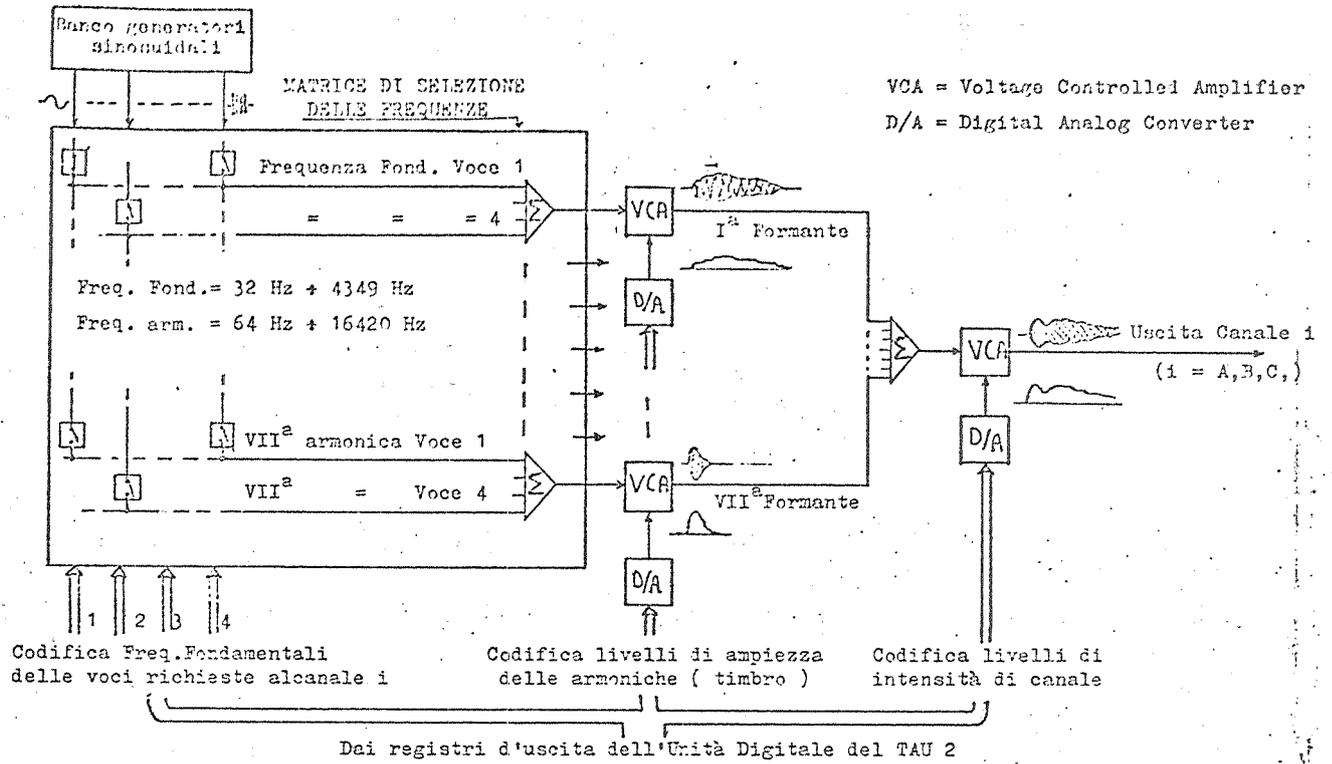


Fig. 4 Schema componenti per la trasmissione del segnale audio tramite ponti radio RAI.

DATA	LOCALITA'	SEDE E TITOLO DELLA MANIFESTAZIONE	ARGOMENTO	MODALITA' DI LAVORO
20/6/75	Pisa	IEI-Convegno 20 anni di Informatica	Presentazione sistema TAU2-TAUMUS (in fase di collaudo)	Lavoro locale (sala terminali IEI)
22/10/75	Pisa	CNUCE: Inaugurazione Sistema IEM 370/168	Presentazione sistema TAU2-TAUMUS	Lavoro locale - Installazione provvisoria del TAU2 in sala macchine CNUCE
20/12/75	Pisa	IEI: Servizio RAI-TV trasmesso sul 1° Canale TV	Dimostrazione	Lavoro locale - Riprese in stanza TAU2
26-31/1/76	Capiago (Como)	Corso di aggiornamento per bibliotecari addetti a conservatori musicali	Presentazione programma di automazione gestione schedario	Collegamento (solo dati) Pisa-Capiago
23-24/2/76	Pisa	CNUCE: I° Colloquio di Informatica musicale	Organizzazione Convegno e presentazione caratteristiche sistema TAU2-TAUMUS	Lavoro locale - Sistema di diffusione e consolle in auletta, CNUCE
5/3/77	Firenze	Palazzo Pitti-Riccardi: Incontri musicali (SIEM)	Presentazione sistema TAU2-TAUMUS	Collegamento telefonico dati e audio Pisa-Firenze
12/3/77	Roma	Conservatorio di musica S. Cecilia: Concerto dimostrativo	Interazione uomo-macchina	Collegamento telefonico + Ponte Radio RAI, PISA-ROMA
5/4/77	Firenze	Conservatorio di Musica L. Cherubini: Seminario	Problematica di Informatica musicale	Collegamento telefonico dati e audio
22/5/77	Como	Palasport di Cantu: II° Autunno Musicale	Concerto misto-orchestra-TAU2 (Gruppo DOC,RAI-TV di Milano)	Lavoro su nastro magnetico e orchestra
16-23/5/77	Bologna	Conservatorio di Musica: Notazione musicale del novecento	Esposizione grafici e tabulati del sistema TAU2-TAUMUS	
5/77	Pisa	CNUCE	Corso di Informatica musicale	Lavoro locale
11/77	Pisa	CNUCE	Corso di Informatica musicale	Lavoro locale
26/8/77	Siena	Accademia Chigiana: Seminario nuovi strumenti	Presentazione sistema TAU2-TAUMUS	Collegamento telefonico dati e audio Pisa-Siena
14-17/3/78	Milano	Conservatorio di Musica "G.Verdi": Corso di Informatica musicale	La composizione mediante il sistema interattivo TAU2-TAUMUS	Collegamento telefonico dati e audio Pisa-Milano
4-6/4/78	Firenze	Teatro Comunale: Seminario per le scuole medie	Interazione uomo-computer col sistema TAU2-TAUMUS	Collegamento telefonico dati e audio Pisa-Firenze
2-27/5/78	Pisa	IEI: Corso di Informatica musicale per il Conservatorio Musicale di Milano	Applicazioni pratiche relative al corso precedente tenuto il 14-17/3/78	Lavoro locale
8-9/6/78	Firenze	Teatro Comunale: 41° Maggio Musicale	Non stop-music, Tavola Rotonda sulla Computer Music	Collegamento telefonico + Ponte Radio RAI-TV Pisa-Firenze
12/9/78	Genova	Festival Naz. Unità - Convegno: Musica, Scienza e Industria (Trasmesso su Radio 1)	Dimostrazione col sistema TAU2-TAUMUS	Collegamento telefonico + Ponte Radio RAI-TV Pisa-Genova
12/78	Pisa	CNUCE	Corso di Informatica musicale	Lavoro locale
6/12/78	Firenze	Palazzo Strozzi: Biennale Internazionale della grafica	Esposizione grafici e tabulati - non stop music	Nastri magnetici
2-3/4/79	Padova	Università degli Studi: 3° Colloquio Informatica musicale	Relazioni varie	Nastri magnetici
7/7/79	Firenze	Chiostrò di S. Croce: XXXII Estate Fiesolana	Esecuzione de: "l'Arte della Fuga" di J.S. Bach	Nastri magnetici

DATA	LOCALITA'	SEDE E TITOLO DELLA MANIFESTAZIONE	ARGOMENTO	MODALITA' OPERATIVE
18-23/9/79	Linz (Austria)	Oesterreichischien Rundflunk: Ars Elektronica	Presentazione audizione opere realizzate col sistema TAU2-TAUMUS	Nastri magnetici
2/10/79	Montecatini	Convegno Nazionale di Logica	Presentazione ed esecuzione di lavori realizzati col sistema TAU2-TAUMUS	Nastri magnetici
5/10/79	Como	Chiesa S. Provino: 13° Autunno Musicale	Esecuzione del: "L' Arte della Fuga" di J.S. Bach	Nastri magnetici
27/11/79	Pisa	Teatro Verdi: I Concerti della Normale	Esecuzione de: "L'Arte della Fuga"	Nastri magnetici
6/12/79	Roma	Accademia S. Cecilia: Concerti	"	"
'79/80	Firenze	Conservatorio di musica L. Cherubini	Corso annuale di Informatica musicale	Collegamento telefonico dati sempre a disposizione: Esercitazioni saltuarie a Pisa con lavoro locale
10-11/4/80	Milano	FAST-Convegno su: Musica ed Elaboratore Elettronico	Relazione sullo sviluppo del software del sistema TAU2- TAUMUS	Grafici e nastri magnetici
11/4/80	"	Conservatorio di Musica G. Verdi	Esecuzione de "L'Arte della Fuga"	Collegamento telefonico + Ponte Radio RAI-TV Pisa-Milano
27/5/80	Firenze	Conservatorio di musica L. Cherubini	Dimostrazioni del programma Sinform (gestione schedario biblioteca)	Collegamento telefonico dati Pisa-Firenze
14-18/6/80	Certaldo	Palazzo Pretorio: Corso di Computer Music	Introduzione alla composizione musicale mediante computer	Collegamento telefonico dati e audio Pisa-Certaldo
1-2/6/80	Lecce	Università degli studi: Seminario di Computer Music	"Possibilità e Sviluppi del sistema TAU2-TAUMUS	Nastri magnetici e relazione
21-26/9/80	Bolzano	6° Festival Internazionale Musica Contemporanea	Esecuzione di musica realizzata col TAU2-TAUMUS	Nastri magnetici
21/11/80- -31/12/80	Venezia	Chiesa S. Lorenzo: Biennale "Uso artistico macchine Informatiche"	Dimostrazioni pratiche col sistema TAU2-TAUMUS Poster e grafici	Collegamento telefonico dati e audio Pisa - Venezia
'80/81	Firenze	Conservatorio L. Cherubini	Corso annuale di Informatica musicale	Collegamento telefonico dati sempre a disposizione: Esercitazioni saltuarie a Pisa con lavoro locale
12/12/80	Firenze	Musicus Concentus	Concerto di musiche realizzate col sistema TAU2-TAUMUS	Nastri magnetici
28-30/1/81	Catania	Università di Catania: Convegno sulla "Storia del fenomeno musicale"	Creatività e interazione col computer	Relazione e nastri magnetici
28/2/81- -3/7/81	Firenze	Teatro Comunale	Esecuzione del balletto: Computer Valzer	Nastri magnetici
8/4/81	Trieste	Circolo Cultura e Concerto	Presentazione ed esecuzione di lavori eseguiti col sistema TAU2-TAUMUS	Nastri magnetici e grafici
18/5/81	Terni	Centro Studi Vanoni: Conferenza-Concerto	"	"

DATA	LOCALITA'	SEDE E TITOLO MANIFESTAZIONE	ARGOMENTO	MODALITA' DI LAVORO
1-2/6/81	Pisa	CNUCE: 4° Colloquio di Informatica Musicale	Organizzazione e relazioni Concerto	Concerto locale - Diffusori e consolle in Aula S1
12/8/81	S. Gimignano	Free Pancole Country University	Esecuzione de: "L'arte della Fuga"	Nastri magnetici e foto
19/8/81	Verona	Arena di Verona e chiesa di S. Francesco	Concerti di musica realizzata col sistema TAU2-TAUMUS	"
3-5/6/81	Firenze	Palazzo Medici Riccardi: Convegno sulla composizione	Relazione su esperienze didattiche compiute col sistema TAU2-TAUMUS	Relazione, schemi, nastri magnetici
14/9/81	Bolzano	7° Festival di Musica Contemporanea	Presentazione di musica realizzata col sistema TAU2-TAUMUS	Nastri magnetici e grafici
8/10/81	Torino	Mole Antonelliana: "Spartito preso" (Mostra grafici)	Esposizione tabulati	
24/10/81	Napoli	IASM - Convegno per la costituzione centro ricerche	Descrizione attività del centro pisano	
21-24/9/81	Como	35° Autunno Musicale Computer Music	organizzazione di audizioni computer music italiane	Nastri magnetici Posters
23/9/81	Como	"	Concerto dedicato a P. Grossi	esecuzioni strumentali & nastri magnetici
21-24/9/81	Como	Gallerie d'Arte	Non Stop Music	Nastri magnetici
24/9/81	Perugia	XXXVI Sagra Musicale Umbra, Chiesa S. Michele Arcangelo	esecuzione delle "Variazioni Goldberg" J.S. Bach	Nastri magnetici e materiale fotografico
25/9/81	Terni	XXXVI Sagra Musicale Umbra, Chiesa di S. Paolo	"	"
29/9/81	Roma	Palazzo Esposizioni: Esposizione tecnologica	Dimostrazioni ed esecuzioni al terminale	Collegamento telefonico dati + Ponte radio Pisa-Roma
25-26/11/81	Pisa	Gioventù Musicale D'Italia	2 Concerti al Terminale	Collegamento locale in Aula S1
9/2/82	Macerata	Ass. Culturale "Liviabella"	Concerto	Nastri Magnetici e materiale fotografico
10/2/82	Chieti	Università degli Studi	"	"
11/2/82	Pescara	"	"	"



a)

$$\text{Canale A} \left\{ \begin{array}{l} \text{Voce 1 ( Frequenza 1, Durata 1 )} \\ = 2 ( = 2, = 2 ) \\ = 3 ( = 3, = 3 ) \\ = 4 ( = 4, = 4 ) \end{array} \right\} , \text{ timbro A, Intensità A}$$

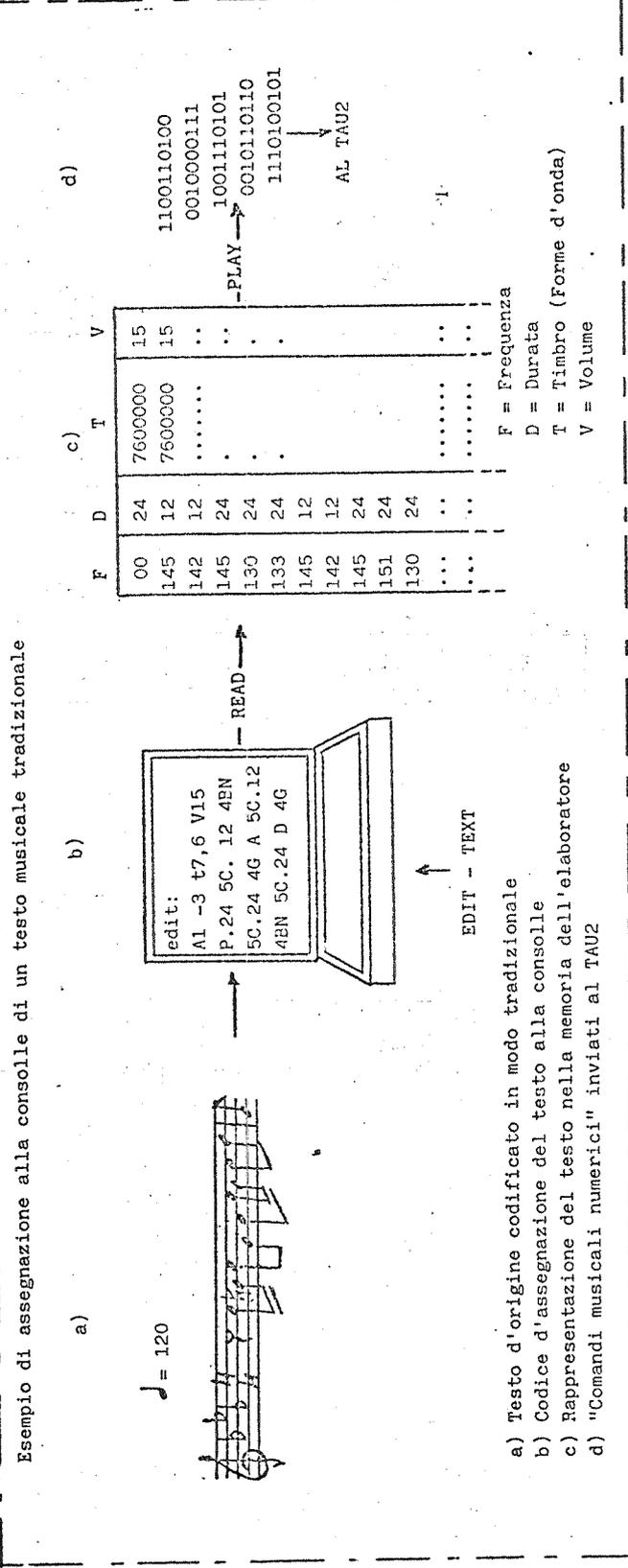
$$\text{Canale B} \left\{ \begin{array}{l} \text{Voce 1 ( Frequenza 5, Durata 5 )} \\ = 2 ( = 6, = 6 ) \\ = 3 ( = 7, = 7 ) \\ = 4 ( = 8, = 8 ) \end{array} \right\} , \text{ timbro B, Intensità B}$$

$$\text{Canale C} \left\{ \begin{array}{l} \text{Voce 1 ( Frequenza 9, Durata 9 )} \\ = 2 ( = 10, = 10 ) \\ = 3 ( = 11, = 11 ) \\ = 4 ( = 12, = 12 ) \end{array} \right\} , \text{ timbro C, Intensità C}$$

b)

a) Schema di principio per la formazione del segnale d'uscita di uno dei tre canali dell'Unità Audio del TAU 2.

b) Corrispondenza delle voci e degli altri parametri ai canali.



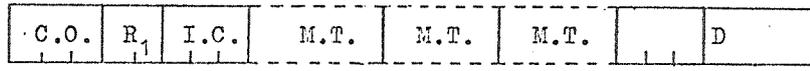
Representazione dell'informazione musicale nel Sistema TAU2 - TAUMUS

Il programma musicale TAUMUS, che gestisce il terminale-audio TAU2, utilizza tre diverse rappresentazioni del testo musicale:

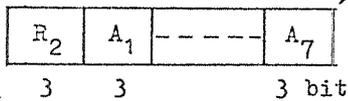
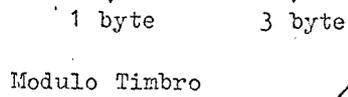
- la prima codifica b) viene redatta dall'utente con l'aiuto di tabelle di corrispondenza a partire dalla codifica tradizionale del testo originale a) tramite i comandi TEXT o EDIT del TAUMUS.
- la seconda codifica c) viene realizzata automaticamente dal programma a partire dalla prima b) tramite il comando READ ed è destinata all'area operativa per rielaborazioni o esecuzioni e all'archivio digitale di cui dispone il TAUMUS;
- la terza codifica d) viene realizzata automaticamente dal programma a partire dalla seconda c) tramite il comando PLAY ed è destinata al TAU2 per l'esecuzione.

Quando il TAUMUS autogenera un testo musicale codifica direttamente in codice c).

Istruzione Timbro

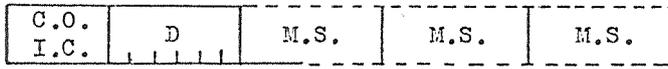


a)

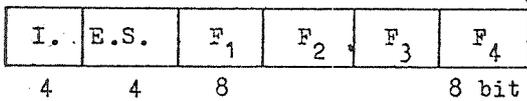
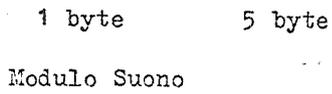


C.O. = Codice operativo  
 I.C. = Identificatori canale  
 R<sub>1</sub> } = Selez. effetti speciali  
 R<sub>2</sub> }  
 D<sup>2</sup> = Durata 1 ≤ D ≤ 31  
 A = Ampiezza armoniche 0 ≤ A<sub>i</sub> ≤ 7

Istruzione Suono

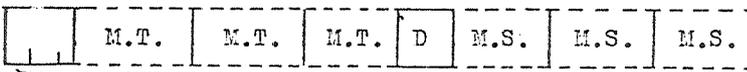


b)



I. = Intensità 0 ≤ I ≤ 15  
 E.S. = Effetti speciali (Sel. vibrato)  
 F. = Frequenze fond. 0 ≤ F ≤ 255

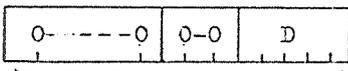
c)



Istruzione timbro

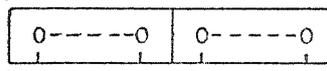
Istruzione suono

d)



2 byte

e)



2 byte

Tempo di esecuzione di un suono specificato da un istruzione suono + timbro =

$$T = D \times \Delta T$$

dove  $\Delta T$  è il tempo del metronomo posto sul TAU2 .

10 ms. ≤  $\Delta T$  ≤ 1 sec. con passo di 1 ms.

Formato delle istruzioni di ingresso del TAU2.

- a) Istruzioni timbro; b) Istruzioni suono
- c) Istruzioni timbro + suono; d) Estensione di tempo; e) Fine brano.

Spett.le SIP  
Ufficio Commerciale  
Via Masaccio, 221  
FIRENZE

Si prega di voler installare per il periodo \_\_\_\_\_

i seguenti impianti:

1 linea bifilare \_\_\_\_\_ tra l'IEI (Stanza TAU2)  
Pisa, Via S. Maria, 46 e \_\_\_\_\_ apparecchio tele-  
fonico commutato (es. SIAE)

1 linea bifilare fra il CNUCE (telai modem) Pisa, Via S. Maria, 36 e  
\_\_\_\_\_ con una coppia di modem a velocità \_\_\_\_\_

Indirizzi Enti coinvolti:

I.E.I. Via S. Maria, 46

56100 PISA

CNUCE Via S. Maria, 36

56100 PISA

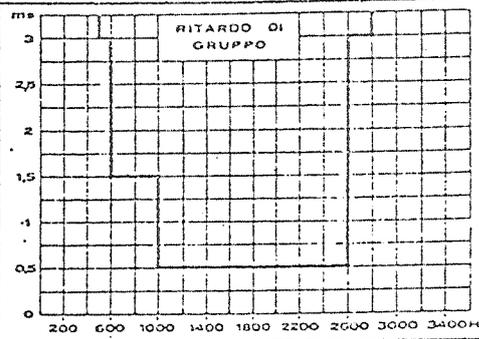
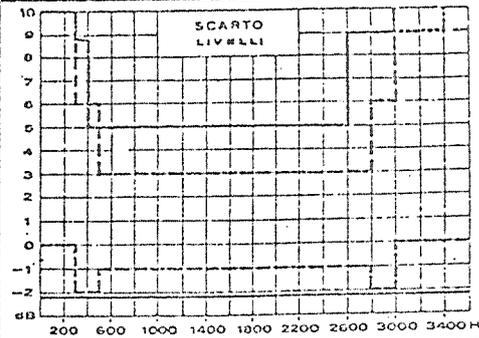
Località remota \_\_\_\_\_

Firma Responsabile Ente Committente

<b>ISTU</b> D R TOSCANA	UTENTE <u>I.E.I.</u> <u>PISA</u> COLLEGAMENTO <u>PISA - VENEZIA</u>	OPERATORE <i>Paolo</i> DATA 30-10-80
-------------------------------	--	---

VALORI LETTI A PISA

FREQ.	LIVELLO		RIT. GRUPPO		LIVELLO TX <u>0</u> dBm (remoto)
	lett.	scarto	lett.	scarto	
.3	-13	+11.5			RUMORE I LARGA B. <u>-57</u> PSOFOM. <u>-65</u>
.5	-12.5	-1			
.6	11.5	0			IMPULSIVO 10' -18 dBm 0 -21 dBm 0
.8	11.5	0			
1.0	11.5	0			PHASE JITTER 15° ..... ±3DB .....
1.4	11.5	0			
1.6	12.4	-0.9			P - P FASE AMPIEZ. COINCID. DROPOUT
2.2	12.5	-0.9			
2.6	13	-1.5			
2.8	14	-2.5			
3.0	14	-2.5			
3.2	-				
3.4	15.5	-4.0			



COPPIA URBANA m. ....  
 Eq. 800 Hz ..... amplif. ....

MODEM ..... VEL. ....

VALORI LETTI A VENEZIA

FREQ.	LIVELLO		RIT. GRUPPO		LIVELLO TX <u>0</u> dBm (remoto)
	lett.	scarto	lett.	scarto	
.3	6.5	0			RUMORE I LARGA B. <u>62</u> PSOFOM. <u>67</u>
.5	6.4	-0.1			
.6	6.4	0			IMPULSIVO 10' -18 dBm 0 -21 dBm 0
.8	6.4	0			
1.0	6.5	0.1			PHASE JITTER 15° ..... ±3DB .....
1.4	6.7	0.3			
1.6	7	0.6			P - P FASE AMPIEZ. COINCID. DROPOUT
2.2	7.2	0.8			
2.6	7.5	1.1			
2.8	8.3	1.9			
3.0	8.3	1.9			
3.2	-				
3.4	9.5	-3.1			

TERM. ....			TERM. ....		
DURATA	ERRORI		DURATA	ERRORI	
	BIT	BL		BIT	BL

NOTE .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

MOD 7907-15TU

COPPIA URBANA m. ....  
 Eq. 800 Hz ..... amplif. ....

## APP. G

Interno  
banda  
canale

Frequenza Hz	livello in arrivo dB	livello relativo
200	-43,8	-30
250	-18,8	-5,8
280	-15,5	-2,5
300	-14,5	-1,5
400	-14	-1
600	-13	0
800	-13	0
1000	-13	0
1,6	-14	-1
2,2	-14,5	-1
2,8	-14,5	-1,5
3,0	-14,5	-1,5
3,4	-14,5	-1,5
3,5	-28	-15
3,6	-50	-37

Esempio 1

livello in arrivo dB	livello relativo
-60	-40
-38	-11
-31	-11
-23	-3
-22	-2
-21	-1
-20	0
-20	0
-20	0
-19,5	+0,2
-19	+1
-19	+1
-19	+1
-45	-25
-60	-40

Esempio 2

Controllo effettuato tra i due estremi di un collegamento telefo-  
nico punto-punto, anche per alcuni valori fuori banda canale.