

COSTRUIRE

HIFI

Rivista per
autocostruttori
di sistemi audio
di alta qualità
diretta da Paolo Viappiani

n° 11
DICEMBRE '94

Lit. 7.000



• **ARETHA:**
un "due vie"
firmato Viappiani

con questo
FASCICOLO
una copia
OMAGGIO
di **CQ**
elettronica



• **CORSO DI ELETTROTECNICA**
grandezze scalari e vettoriali

• **IL "SUBDOLO"**
un subwoofer originale
per le **KUCCIOLO**

• **AMPLI OTL-OCL**
con le 6C33C (II parte)

• **UNA VALVOLA AL MESE**
Western Electric 275A

• **I FILTRI CROSSOVER**
del quinto e sesto ordine

• **FONOMETRO LUTRON**
misure in ambiente a prezzo popolare

• **QUESTO L'HO FATTO IO**
preampili valvolare Totem Pole

TRIODINO II

un monotriodo per tutti ma proprio per tutti!

SERVIZIO ARRETRATI

*Dal fascicolo n° 10 la rivista è stata posta in distribuzione nazionale nelle edicole, ciò non di meno permangono le altre forme di diffusione attraverso abbonamento e spedizione postale di un singolo numero (vedi pagina 4 di questo fascicolo), o di vendita attraverso i centri convenzionati di varie città (vedi elenco sotto).
Le ultime due forme consentono di reperire anche i fascicoli arretrati che, essendo stati stampati in quantità limitata di poche migliaia, perché allora non si era predisposto per la diffusione in edicola attuale (30.000 copie), sono già da considerarsi "rari" e, comunque, sono destinati ad essere esauriti in tempo breve.*

Per il reperimento immediato, la nostra pubblicazione può essere acquistata presso i centri vendita elencati di seguito. Per incrementare il servizio, vogliamo i lettori segnalarci il nominativo e l'indirizzo del loro rivenditore di fiducia disposto a distribuire la nostra rivista.

PIEMONTE - Torino

PINTO - Via S. Domenico 40
Tel. 011/52.13.188.

LIGURIA - La Spezia

TIBERI HI-FI - Via U. Muccini 46
Tel. 0187/62.04.01.

LIGURIA - Albenga (Savona)

MUSICA NUOVA - V.le Pontelungo 58
Tel. 0182/50.467.

LOMBARDIA - Milano

V. FRANCHI - Via Pietro Calvi 25
Tel. 02/74.90.556.

LOMBARDIA - Brescia

STUDIO NEMBER - Via R. Serra 20
Tel. 030/39.85.07.

TRIVENETO - Fiesso d'Artico (Venezia)

EL. BRENTA - Vic. Vespucci 5
Tel. 041/51.61.552.

TRIVENETO - S. Bonifacio (Verona)

JEKY STUDIOS HI-FI - Via della Libertà 50
Tel. 045/61.02.169.

EMILIA ROMAGNA - Bologna

AUDIO CLASSIC - Via D'Azeglio 78/a
Tel. 051/58.23.56.

EMILIA ROMAGNA - Bologna

TOMMESANI - Via San Pio V 5/A
Tel. 051/55.07.61.

TOSCANA - Firenze

DIGITEX - Via Ponte di Mezzo 16r
Tel. 055/35.12.91.

LAZIO - Roma

COMMITTERI - Via Appia N.va 614
Tel. 06/78.11.924.
EL. MORLACCO - V.Tuscolana 930
Tel. 06/76.90.2957.
GRADI HIFI - Via Nimorense 143
Tel. 06/86.21.6060.

LAZIO - Aprilia

AUDIO KIT - P. Don L. Sturzo 32
Tel. 06/92.70.8310.

ABRUZZI e MOLISE - Castelfrentano (CH)

ANGELUCCI HI-FI - Via dei Peligni 8/10
Tel. 0872/56.91.11.

ABRUZZI e MOLISE - Chieti Scalo

DI PRINZIO - V.le B. Croce 435
Tel. 0871/56.21.98.

CAMPANIA - Napoli

LAMPITELLI - Vico Acitillo 69-71
Tel. 081/65.73.65.
LAMPITELLI - Via Acquaviva 1
Tel. 081/78.07.974.

SICILIA - Palermo

WATTSOUND - Via Villa Heloise 19
Tel. 091/34.61.33.

COSTRUIRE HIFI

Rivista per autocostrettieri di sistemi audio diretta da Paolo Viappiani con 1 FLOPPY da 3"1/2

n°1 Lit. 15.000

I COMPONENTI DELL'ORIGINALE NUCLEONICO SETTIMA DI DIFFUSORI BOSTON "LYNNFIELD"

TEORIA: Nozioni Base sui Filtri Crossover

PRATICA: Crossover Mono per il Crossover di un Amplificatore

UPGRADE: Come Migliorare un Preamplificatore a Valvole

ACCESSORI: Il Preamplificatore a Valvole

TABELLE: Come Collegare i Componenti

COSTRUIRE HIFI

Rivista per autocostrettieri di sistemi audio diretta da Paolo Viappiani con 1 FLOPPY da 3"1/2

n°2 Lit. 15.000

ESCLUSIVO!

A TUTTI GLI ABBONATI IN OMAGGIO IL LIBRO-CATALOGO AUDAX* 216 PAGHE 100 COMPONENTI CON DISEGNI E QUOTI PER IL MONTAGGIO

TEORIA: Nozioni Base sui Filtri Crossover

PRATICA: Crossover Mono per il Crossover di un Amplificatore

UPGRADE: Come Migliorare un Preamplificatore a Valvole

ACCESSORI: Il Preamplificatore a Valvole

TABELLE: Come Collegare i Componenti

COSTRUIRE HIFI

Rivista per autocostrettieri di sistemi audio diretta da Paolo Viappiani con 1 FLOPPY da 3"1/2

n°3 Lit. 15.000

VERA HI-FI! 3 AMPLIFICATORI MONOTRIODO

OGNI SEGNALIMENTO VIENE TRATTATO SEPARATEMENTE CON LE PIU' MIGLIORI CARATTERISTICHE

TEORIA: Nozioni Base sui Filtri Crossover

PRATICA: Crossover Mono per il Crossover di un Amplificatore

UPGRADE: Come Migliorare un Preamplificatore a Valvole

ACCESSORI: Il Preamplificatore a Valvole

TABELLE: Come Collegare i Componenti

COSTRUIRE HIFI

Rivista per autocostrettieri di sistemi audio diretta da Paolo Viappiani con 2 FLOPPY da 3"1/2

n°4 Lit. 15.000

MISURE AUDIO CON IL VOSTRO PC

LA SCHEDA AUDIO INNOVATIONS 800C PER IL VOSTRO PC

TEORIA: Nozioni Base sui Filtri Crossover

PRATICA: Crossover Mono per il Crossover di un Amplificatore

UPGRADE: Come Migliorare un Preamplificatore a Valvole

ACCESSORI: Il Preamplificatore a Valvole

TABELLE: Come Collegare i Componenti

COSTRUIRE HIFI

Rivista per autocostrettieri di sistemi audio diretta da Paolo Viappiani con 2 FLOPPY da 3"1/2

n°5 Lit. 15.000

MISURE AUDIO CON IL VOSTRO PC II PARTE

LA SCHEDA AUDIO INNOVATIONS 800C PER IL VOSTRO PC

TEORIA: Nozioni Base sui Filtri Crossover

PRATICA: Crossover Mono per il Crossover di un Amplificatore

UPGRADE: Come Migliorare un Preamplificatore a Valvole

ACCESSORI: Il Preamplificatore a Valvole

TABELLE: Come Collegare i Componenti

COSTRUIRE HIFI

Rivista per autocostrettieri di sistemi audio diretta da Paolo Viappiani con 1 FLOPPY da 3"1/2

n°6 Lit. 15.000

"RCL" CALCOLARE LE RETI DI FILTRO NON E' MAI STATO COSI' FACILE

PER IL VOSTRO PC

TEORIA: Nozioni Base sui Filtri Crossover

PRATICA: Crossover Mono per il Crossover di un Amplificatore

UPGRADE: Come Migliorare un Preamplificatore a Valvole

ACCESSORI: Il Preamplificatore a Valvole

TABELLE: Come Collegare i Componenti

COSTRUIRE HIFI

Rivista per autocostrettieri di sistemi audio diretta da Paolo Viappiani con 1 FLOPPY da 3"1/2

n°7 Lit. 15.000

KIT AMPLI INTEGRATO AUDIO INNOVATIONS Classic 25

TEORIA: Nozioni Base sui Filtri Crossover

PRATICA: Crossover Mono per il Crossover di un Amplificatore

UPGRADE: Come Migliorare un Preamplificatore a Valvole

ACCESSORI: Il Preamplificatore a Valvole

TABELLE: Come Collegare i Componenti

COSTRUIRE HIFI

Rivista per autocostrettieri di sistemi audio diretta da Paolo Viappiani con 1 FLOPPY da 3"1/2

n°8 Lit. 15.000

ORFEO 211A!

ANALISI SOFTWARE ELECTRONICS WORKBENCH

TEORIA: Nozioni Base sui Filtri Crossover

PRATICA: Crossover Mono per il Crossover di un Amplificatore

UPGRADE: Come Migliorare un Preamplificatore a Valvole

ACCESSORI: Il Preamplificatore a Valvole

TABELLE: Come Collegare i Componenti

Sul n. 1: Nozioni di base sui filtri crossover - Modifiche ad un finale a valvole - Pratica sui condensatori - Notizie e rubriche - Teoria del crossover - Tabelle a colori delle resistenze.

Sul floppy: 2 programmi per il calcolo delle induttanze ed un archivio altoparlanti.

Sul n. 2: Teoria del Crossover (II parte) - Esercitazioni su un diffusore a linea di trasmissione - Aggiornare un integrato a valvole.

Sul floppy: Simulazione Transmission Line - Calcolo Reti Filtro - Indici Prove di Fedeltà del Suono.

Sul n. 3: Teoria del Crossover (III parte) - Pratica su un kit di finale a valvola monotriodo "Triodino" con la 5998 - Upgrading dell'impedenzometro di N.E.

Sul floppy: Analisi Ambiente Prime Riflessioni - Verifica Onde Stazionarie - Archivio Marche e Distributori.

Sul n. 4: Teoria del Crossover (IV parte) - Analisi della Scheda LMS per rilevare i parametri degli altoparlanti - Pratica su misure elettroacustiche con LMS - Il catalogo libri, software, hardware e CD Test (oltre 100 prodotti inediti) distribuiti per corrispondenza dalla OUTLINE ai nostri lettori.

Sul 2 floppy: 1° DISCO - Programma Demo per l'uso pratico della scheda LMS - 2° DISCO - Programmi BOXPLOT per Windows e PERFECT BOX per DOS per la progettazione di diffusori reflex ed a sospensione pneumatica.

Sul n. 5: Teoria del Crossover (V parte) - Analisi della Scheda AUDIOMATICA CLIO 2.0 per rilevare i parametri degli altoparlanti - Pratica sul finale "Loftin-White" monotriodo ad accoppiamento diretto con valvola 2A3 - Catalogo libri, software, hardware e CD Test (oltre 100 prodotti inediti) distribuiti per corrispondenza dalla OUTLINE ai nostri lettori.

Sul 2 floppy: 1° DISCO - Programma Demo per l'uso pratico della scheda "CLIO" - 2° DISCO - Programma PRO2BASS DOS per la progettazione di diffusori a doppio reflex.

Sul n. 6: Teoria del Crossover (VI parte) - Pratica di misure audio con la scheda AUDIOMATICA CLIO 2.0 - Upgrade "sonico" sul preamplificatore Audio Innovations 800C - Catalogo libri, software, hardware e CD Test distribuiti dalla OUTLINE ai nostri lettori.

Sul floppy: Programma italiano RCL Analizzatore di Reti Passive in ambiente Windows.

Sul n. 7: Teoria del Crossover (Intermezzo) - Brevi cenni sull'universo degli ampli a valvole - Pratica di montaggio del kit Audio Innovations Classic Stereo 25 - Componenti e accessori Intertechnik - Upgrade sull'ohmetro per bassi valori di N.E.: più portate e alimentazione indipendente (I parte).

Sul floppy: LOUDSPEAKER programma di simulazione per reflex e casse chiuse - FILTERCAD analisi e calcolo delle reti di filtro - L-PAD dimensionamento dei partitori ad "L".

Sul n. 8: Teoria del Crossover (VII parte) - Pratica sull'amplificatore monotriodo "Orfeo" con la 211A (I parte: la sezione alimentazione) - Analisi sw: ELECTRONICS WORKBENCH simulatore di circuiti analogici e digitali - Upgrade dell'ohmetro a bassi valori di N.E. (II parte).

Sul floppy: Demo di Electronics Workbench.

Sul n. 9: Teoria del Crossover (VIII parte) - Pratica sull'amplificatore integrato in kit Audio Innovations Classic Stereo 25 (II parte: descrizione circuitale e prestazioni) - Pratica sull'amplificatore monotriodo "Orfeo" con la 211A (II parte: la sezione amplificatrice).

Sul floppy: DISTORS per Windows, misuriamo la distorsione via software.

1 FASCICOLO ARRETRATO
Lit. 15.000

Le ordinazioni per posta vanno effettuate utilizzando il tagliando alla pag. 4

ABBONATEVI A COSTRUIRE HIFI!

La nostra impresa editoriale non è appoggiata ad alcuna grossa o media casa editrice generica né, tantomeno, a ditte del settore, ma è assolutamente indipendente.
La gestione è nelle mani di veri appassionati di elettroacustica e di hi-fi.

Per una piccola casa editrice il contributo degli abbonamenti è fondamentale, quindi chiediamo ai lettori che apprezzano il nostro impegno di contribuire ad un miglior sostegno dell'iniziativa attraverso l'abbonamento. Sappiamo che, a parte lo sconto sul prezzo di copertina ed il piccolo dono che è ormai prassi per l'abbonamento a qualsivoglia pubblicazione, l'abbonato non ha molto da guadagnare, rispetto al lettore che fa il suo acquisto mensilmente in edicola. Infatti è normale che la consegna postale avvenga anche oltre 15 giorni e più dopo che la casa editrice ha effettuato la spedizione, mentre la distribuzione nazionale nelle edicole, viaggiando per corriere espresso, impiega 24/48 ore! I nostri tempi (sempre con l'acqua alla gola) non ci permettono di tenere ferma la distribuzione edicole per 15 giorni, al fine di "sintonizzare" l'uscita col ricevimento delle copie da parte dell'abbonato, pertanto, onestamente, avvertiamo i lettori del problema. In ogni caso vi chiediamo di abbonarvi: farlo - oltre che risultare un contributo di fiducia ed economico anticipato nei nostri confronti - può avere i suoi vantaggi. Per esempio, per chi abita in un centro minore, non raggiunto dalla nostra distribuzione, oppure per chi non voglia "fare la posta" quotidianamente all'edicolante che, magari, non ha un numero sufficiente di copie. Noi, al fine di migliorare il servizio postale, effettueremo spedizioni dirette dalla nostra sede e, ai fini di un più sicuro e sollecito recapito, le copie verranno inviate in buste chiuse opache (non cellofanate) che le renderanno meno "appetibili"...

Per abbonarsi o ricevere fascicoli arretrati operare secondo le istruzioni contenute nel tagliando che segue ed inviare il coupon, o una fotocopia, a:
MOZART EDITRICE S.r.l. - Via Rismondo 10 - 05100 Terni.

- Desidero ricevere il/i n..... arretrati di COSTRUIRE HIFI al sottoindicato indirizzo. Pago Lit. 15.000 per ciascun numero + Lit. 2.000 per contributo spese di spedizione.
- Desidero abbonarmi a 10 numeri di COSTRUIRE HIFI secondo la **Proposta A** (10 CHF + Handy Box). Pago Lit. 63.000, comprese le spese di spedizione.
- Desidero abbonarmi a 10 numeri di COSTRUIRE HIFI secondo la **Proposta B** (10 CHF + 5 SW su Floppy + Handy Box). Pago Lit. 109.000, comprese le spese di spedizione.
- Ho spedito assegno bancario intestato a MOZART EDITRICE Srl.
- Ho effettuato il versamento tramite Conto Corrente Postale n° 10637056 intestato a MOZART EDITRICE Srl Via Rismondo 10 - 05100 Terni.
- Pago contrassegno al postino (+ Lit. 1.850).
(vale solo per richiesta arretrati e non per abbonamento)

Nome e Cognome

Indirizzo

C.A.P. Città

Tel.

Firma.....

2 SOLUZIONI DI ABBONAMENTO

Proposta A:
10 NUMERI di CHF
+ HANDY BOX omaggio

Lit. 63.000

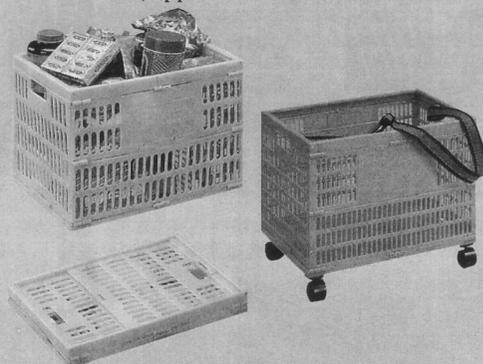
Proposta B:
10 NUMERI di CHF
+ 5 SW FLOPPY DISK da 3,5"
+ HANDY BOX omaggio

Lit. 109.000

A numeri alterni continueremo a proporre floppy disk con software selezionato che potranno essere acquistati su richiesta al prezzo di Lit. 10.000 + spese di spedizione (vedi pag. 67 per il sw di questo mese). Ecco spiegate le due proposte di abbonamento: la **A** comprende 10 numeri (1 gratis) di **COSTRUIRE HIFI** senza floppy disk e l'omaggio; la **B**, oltre ai 10 numeri di **COSTRUIRE HIFI** ed all'omaggio, comprende anche i 5 floppy disk che verranno presentati nel periodo di uscita dei 10 fascicoli (ogni 2 numeri).

HANDY BOX

Abbiamo scelto un simpatico ed utile omaggio: una cassetta portatutto pieghevole in plastica traforata con dimensioni interne di 44 x 32 x 30 cm ed un peso di circa 1,5 kg. Quando non deve essere utilizzata la cassetta si ripiega e l'altezza diventa di soli 5 cm. La solidità è garantita da una capacità di carico di ben 20 kg. La cassetta è dotata di una cinghia per trasportarla a tracolla o per trascinarla sulle ruote. Infatti fanno parte della dotazione anche quattro ruote pivotanti che si possono applicare al lato inferiore della scatola. La fornitura sarà sollecita: in ogni caso garantiamo la consegna entro 30 gg. dal ricevimento del saldo dell'abbonamento, oppure la restituzione del denaro.



SOMMARIO



Direttore Responsabile
GIANFRANCO MARIA BINARI

Direttore
PAOLO VIAPPANI

Capo Redattore
MASSIMO COSTA

Collaboratori
BARTOLOMEO ALOIA
MIRKO BERSANI
ANDREA BONAMINI
FABIO CAMORANI
GIANNI CIPRIANI
GIANLUIGI CORSINI
GIANFRANCO FESTA
CRISTIANO JELASI
CORRADO FUMIS
MATTEO LOSI
CIRO MARZIO
PAOLO MATTEI
DIEGO NARDI
UMBERTO NICOLAIO
FRANCO PIERETTI
MARCO E PAOLO PONTELLO
GIACOMO PRUZZO
NICOLA SANTINI

Pubblicità
RAFFAELLA ROSSETTI
Tel. cell. 0336/76.83.06

COSTRUIRE HI-FI
Periodico
Spedizione in abbonamento
postale 50%
Registrazione del Tribunale di Terni
n° 14/92 del 29 dicembre 1992

**Gestione editoriale
e della pubblicità**
MOZART EDITRICE S.r.l.
Via Rismondo 10 - 05100 Terni
Tel. 0744/42.83.98 (r.a.)
Fax 0744/42.84.01

Fotolito
PRIMAPRINT
Via dell'Industria 71 - 01100 VT
Tel. 0761/35.36.37

Stampa
AMILCARE PIZZI s.p.a.
Via Vigano de Vizzi 86
20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel. 02/61.83.61

Distributore per l'Italia
SO.DI.P.
Via Bettola 18
20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel. 02/66.03.01

È vietata la riproduzione anche parziale,
se non dietro autorizzazione
scritta dell'Editore.
Manoscritti, fotografie ed illustrazioni
originali, anche se non pubblicati,
non si restituiscono.

Finito di stampare nel mese di dicembre 1994

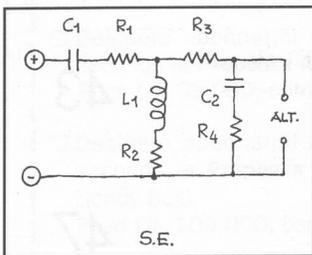
| | |
|---|----|
| POSTA - a cura di Paolo Viappiani | 6 |
| NOTIZIE - a cura di Paolo Viappiani | 10 |
| TEORIA I FILTRI CROSSOVER <i>Decima puntata</i> - di Paolo Viappiani | 12 |
| TEORIA I CONCETTI FONDAMENTALI DELL'ELETTROTECNICA <i>Seconda puntata</i> - di Paolo Viappiani | 22 |
| PRATICA UN AMPLIFICATORE MONOTRIODO LOW COST IN CLASSE A2 <i>Seconda parte</i> - di Giacomo Pruzzo | 26 |
| PRATICA UN AMPLIFICATORE OTL-OCL NON CONVENZIONALE <i>Seconda parte</i> - di Mirko Bersani e Fabio Camorani | 30 |
| UNA VALVOLA AL MESE WESTERN ELECTRIC 275A di Ciro Marzio | 38 |
| PRATICA IL TRIODINO II (UPGRADE) di Cristiano Jelasi e Ciro Marzio | 43 |
| STRUMENTAZIONE IL FONOMETRO LUTRON SL-4001 di Paolo Viappiani | 47 |
| PRATICA ARETHA UN COMPATTO "DUE VIE" TRE ALTOPARLANTI di Paolo Viappiani | 51 |
| PRATICA IL "SUBDOLO" UN SUB WOOFER DEDICATO ALLE KUCCILOLO di Nicola Santini e Gianni Cipriani | 56 |
| QUESTO L'HO FATTO IO UN PREAMPLIFICATORE VALVOLARE TOTEM POLE di Calogero Cascio | 66 |

Nonostante il gran numero di lettere di autocostruttori che giunge a COSTRUIRE HIFI (ed a Fedeltà del Suono), non trascuriamo di leggerne alcuna e la inviamo tempestivamente ai redattori competenti. Nel ribadire che non ci è possibile rispondere privatamente né per via fax, né tantomeno svolgere servizio di consulenza telefonica, vi invitiamo a scriverci il più possibile (senza includere francobolli o denaro per la risposta). Le lettere più interessanti verranno pubblicate in questo spazio.

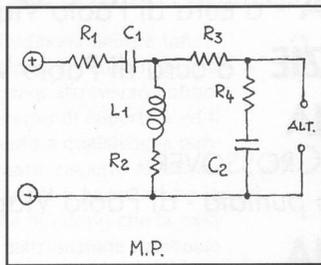
Proprietà transitiva

Egregio sig. Paolo Viappiani, la seguo da moltissimo e penso che con **COSTRUIRE HIFI** lei abbia dato vita ad una bellissima e costruttiva opera che segnerà un pezzo di storia dell'alta fedeltà italiana. Le vorrei porre una domanda che sicuramente interesserà molti altri autocostruttori ed è questa: ci sono sostanziali differenze qualora nel montaggio pratico in un crossover si scambino le posizioni di alcuni componenti rispetto allo schema elettrico? Riporto un esempio negli schemi allegati.

LUIGI MERANI - GENOVA



La ringrazio di cuore per le gentili espressioni nei confronti della Rivista che dirigo e passo subito a rispondere al suo quesito.



alcuni componenti, **NON CAMBIA ASSOLUTAMENTE NULLA**. Quindi, il "montaggio pratico" da lei indicato sulla destra conduce alle identiche prestazioni dello "schema elettrico" riportato a sinistra. Unica accortezza da considerare è nel posizionamento reciproco dei componenti, in particolare delle induttanze (bobine), che possono interagire per induzione (vedi articolo di Nicola Santini su **FdS n° 33 - NOV '94**). Ma questo avviene comunque per ragioni fisiche, indipendentemente dalla "disposizione elettrica". Sperimentare sul campo (d'ascolto) differenti soluzioni deve essere una regola.

Gli artigiani dei woofer

Avrei bisogno di un vostro suggerimento circa la riparazione delle mie AR-10 acquistate nel 1977. Già da qualche tempo le griglie si sono sbriciolate, ma posso benissimo farne a meno; adesso si è fessurata la sospensione di un woofer (in foam?) e devo farla riparare, ma non so a chi rivolgermi. Probabilmente potrei rivolgermi al distributore AR per l'Italia (chi è?), ma chi sa a quale spesa andrei incontro; non avreste da suggerirmi il nominativo di qualche provetto riparatore residente abbastanza vicino a Mantova in modo da potergli portare personalmente la cassa o il woofer?

RODOLFO SPEZIA - MANTOVA

Premesso che il distributore ufficiale della **Acoustic Research** è la **Arcona by Entel** di Milano - Via Filippino Lippi 19, tel. 02/23.67.595 -, sono in realtà diversi i riparatori di altoparlanti che operano sul territorio nazionale. Tuttavia, il suo cognome (ed, a parte gli scherzi, il fatto che il riparatore che le indi-

to. Bene, al-
lorquando
in un circuit-
to si scambiano
(nei limiti del le-
cito, come
nell'esempio
da lei ri-
portato) le
posizioni di

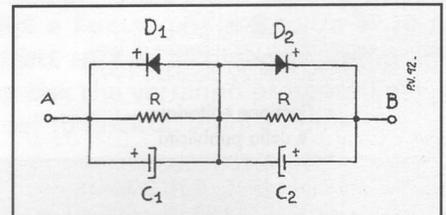
co ha una grande esperienza nella sistemazione di woofer "AR", mi permetto suggerirle di affidare i suoi altoparlanti al sig. **Sergio Canini**, titolare del negozio "**Il Musicchiere**" - Via Fazio 36 - Tel. e Fax 0187/73.97.78 - 19121 La Spezia. Ho detto "i suoi altoparlanti", poiché le consiglio di far sostituire la sospensione esterna ad entrambi i woofer, che torneranno così "come nuovi". Prenda quindi contatto telefonico con il sig. Canini, il quale le darà pure istruzioni per la spedizione e l'adeguato imballaggio dei componenti (che, ovviamente, dovrà smontare dai diffusori con cautela ed avendo cura di annotare per ciascuno il colore dei fili di collegamento: questi ultimi, infatti, dovranno - ad altoparlanti riparati - tornare esattamente al loro posto senza "inversioni di polarità" di sorta).

Un messaggio molto... condensato

Per Paolo Viappiani: Ho una tensione pulsante di 450 V da livellare. Ho a disposizione due condensatori da 3300 µF 350 V. E' lecito connetterli come nel circuito mostrato in figura (**Costruire HIFI n° 1**)? Le tensioni ai capi dei condensatori saranno metà di 450 V?

GIUSEPPE PRAGOLE - PALERMO

Absolutamente no! Per il livellamento della citata "tensione pulsante" di 450 V DC i due condensatori elettrolitici di cui è in possesso andranno connessi tra loro "in serie" (cioè il terminale negativo del primo collegato a quello positivo del secondo, appli-



cando quindi la tensione tra il terminale positivo del primo e quello negativo del secondo). Mi raccomando di curare al massimo l'isolamento della "zona intermedia", anche perché in questo caso le tensioni ai capi di ciascuno dei due componenti saranno davvero di valore pari alla metà di quella totale. Ma dove li ha trovati degli elettrolitici da 3300 µF/350 VL? Devono essere grandi come dei "bazooka"!

Il sapere hifi

Le scrivo per porle un problema che mi sta molto a cuore ma che è stato quasi sempre trascurato dagli operatori del settore. La passione per l'arte della musica e della stereofonia è nata in me all'età di 13 anni, passione tanto forte e travolgente da influenzare la scelta dei miei studi (ero fermamente deciso a specializzarmi in informatica ed invece scelsi elettronica). Quando vidi che i testi scolastici trattavano poco e male le tematiche riguardanti

AUDIO MARKETING

HI-FI HIGH-END ALTA FEDELTA' DEL SUONO

- Antiquariato HI-FI • Valvole di tutti i tipi • Dischi LP e CD di qualità
- Componentistica selezionata • Condensatori in carta e olio
- Diffusori giradischi e testine • Usato d'occasione
- Preamplificatori ed amplificatori ATMA-SPHERE®

il punto vendita di riferimento per hi-end ed autocostruzione hi-fi nella Repubblica di San Marino

DOMAGNANO - Via del Meridiano, 38 - 47031 REP. SAN MARINO
Tel. (0549) 90.66.34 - Fax (0549) 90.64.30

Scrivete a:
**La Posta
di COSTRUIRE HIFI
Mozart Editrice
Via Rismondo 10 - 05100 Terni**

la tecnologia audio, iniziai a cercare testi e/o altro materiale che potesse in qualche modo ampliare le mie conoscenze. Tutto ciò che sono riuscito a trovare sono testi che, per lo più, descrivono la terminologia tecnica o le apparecchiature di una catena hifi. A questo punto l'alternativa sarebbe quella di comprare tutti i numeri arretrati delle riviste del settore, cosa praticamente impossibile, oppure acquistare fotocopie di vecchi libri a prezzi esagerati. L'interrogativo che finalmente le porgo è questo: perché non si parla mai di questo problema, cioè della scarsa documentazione tecnica reperibile spesso anche costosa. A mio parere in Italia ci sono i migliori esperti del settore, ma nessuno ha mai pensato di scrivere un testo sugli ampli valvolari, sui filtri passivi o forse non c'è mercato per supportare questa iniziativa? Ci sono tanti ragazzi come me che amano la musica e l'alta fedeltà e vorrebbero imparare a progettare elettroniche audio e non limitarsi a progettare i kit progettati da altri.

GAETANO DE MARCO - NAPOLI

*Comprendo perfettamente il problema sollevato, e mi trovo d'accordo con lei. Tuttavia, qualcosa si sta muovendo nella direzione da lei auspicata: per ciò che riguarda i "filtri passivi", ad esempio, vi sono gli articoli di Umberto Nicolao su **FdS** ed i miei su **COSTRUIRE HIFI**. A proposito della teoria in genere, poi, abbiamo appena cominciato, sempre sulle pagine della rivista, il **Corso di Elettrotecnica di Base**, che dovrebbe condurre gradualmente i lettori (anche i più digiuni) ad una migliore conoscenza della materia. Quanto all'auspicato trattato sulle valvole, una serie organica di articoli non è ancora pronta ma... ci stiamo seriamente pensando. A proposito, è vero che alcuni signori (nel settore informatico li chiamerebbero "pirati") vendono letteralmente fotocopie di libri; tale azione per la legge del diritto d'autore è illecita e punibile; mi risulta che un personaggio di Firenze, abbastanza noto nell'ambiente, venda, appunto, anche fotocopie dei miei "vecchi" libri sui diffusori. Se vi capita qualcosa del genere fatecelo sapere. E, se volete informazioni sui miei libri (ormai esauriti), chiedetele direttamente a me: non vi "venderò" fotocopie, ma ve le manderò eventualmente solo con il rimborso delle spese!*

Una modifica alle Magneplanar

Sono un abbonato di **COSTRUIRE HIFI** che ritengo una valida iniziativa, degna di uno sviluppo futuro. Mi rendo conto che il mio problema può orripilare molti sacerdoti dell'hifi, ma voglio provare ugualmente a sottoporlo. Possiedo una coppia delle primissime **Magneplanar MG-2**, quasi dei prototipi che risalgono alla fine degli anni '70, che ho acquistato per un tozzo di pane. Per quello che ne so, in realtà dovrebbero essere, viste le dimensioni molto maggiori delle attuali MG-2, le antenate delle attuali MG-3, con una via in meno. Il motivo per il quale ho comprato dei diffusori di questo tipo, tra l'altro già abbondantemente rimaneggiati (cablaggi rifatti, tele sostituite ma pannelli intonsi: voglio dire che mi sarei fatto sicuramente molti più scrupoli se fossero state come mamma le ha fatte), è quello comune a tanti: la scarsa disponibilità di denaro. Tutto sommato non posso lamentarmi della qualità del suono che esce da quei po-

veri pannelli, anche perché, con una certa esperienza nel campo dell'autocostruzione ed una dose sproporzionata di mancanza di rispetto, ho realizzato una trappola per attenuare la colorazione tipica di quel tweeter intorno ai 10 kHz ed ho modificato la frequenza d'incrocio del crossover. Nonostante gli anatemi che periodicamente mi vengono lanciati, nessuno tra coloro che le ha ascoltate può negare che sono davvero sensibilmente migliorate ed io stesso sono abbastanza contento; sono contento in particolare della via bassa che, malgrado la tecnica costruttiva ancora artigianale (filo di rame smaltato e colla), riesce a mio parere ad oscurare dal punto di vista musicale molte realizzazioni più moderne. Eccomi al punto. Spero di averla preparata al peggio, con questa premessa! Il povero vecchio tweeter rimane molto lontano da quelli che sarebbero i miei desideri; qualche mese fa la mia mente sadica partorì un'idea: rifare l'avvolgimento con una striscia di alluminio di misure opportune. Fatti i debiti calcoli ed i debiti esperimenti sono giunto alla conclusione che una strisciolina larga 5 mm e spessa 13 µ, cioè dello spessore del più robusto alluminio da cucina, mi avrebbe dato una impedenza di circa 4.2 ohm, cosa che, considerato che l'impedenza originale dei trasduttori è di 5.7 ohm, mi garantisce una efficienza sufficiente ed una impedenza accettabile. Per fortuna sono stato previdente e mi sono riproposto di non sfiorare le membrane fino a quando non sarò sicuro di poter intervenire con successo: a tutt'oggi non sono riuscito a fare nulla perché non ho trovato nessuno in grado di tagliare l'alluminio da cucina in striscioline (ho fatto impazzire il nord Italia!). Orbene, confidando della sua educazione (ad altri non avrei mai osato raccontare questa storia, per il timore di essere sepolto sotto una valanga di impropri) vorrei sapere se lei ritie-

ne realizzabile una simile modifica e, nel caso strano la sua risposta sia affermativa, se sa consigliarmi come realizzarla.

MAURIZIO AVOGADRO - TORINO

*Il suo cognome e quanto lei espone nella sua lettera mi incutono un certo qual timore reverenziale, e mi lasciano comprendere che le sue doti di autocostruttore sono davvero notevoli. Perciò, lungi dal seppellirla sotto una "valanga di impropri", la esorto anzi a portare avanti l'impresa, a patto però di relazionare a tempo debito con scritti, disegni, fotografie: se la cosa andrà a buon fine, di sicuro sarà degna quantomeno di un articolo. Purtroppo, personalmente non sono in grado di aiutarla: non credo di avere grande "smanicatura" nel taglio di alluminio da cucina in striscioline (impresa nella quale non mi sono mai cimentato), né so indicarle un'azienda attrezzata allo scopo. Però le do un riferimento di un nostro vecchio collaboratore ed amico che, proprio in questi giorni, ci ha mandato un articolo su come riparare le Magneplanar (dovrebbe uscire sul prossimo fascicolo di **CHF**) ed è un buon esperto di questi trasduttori: **Ing. Paolo De Michieli** - Via Lorenzo Marcello 16 - 30126 Lido di Venezia; il telefono non lo pubblico, poiché non sono autorizzato a fornirlo, ma gli scriva, forse potrà trarne beneficio. Inoltre, c'è forse qualche altro lettore in grado di aiutare il Sig. Avogadro?*

Il sistema Stromberg-Carlson

Sono un hobbista appassionato di autocostruzione ed è molto tempo che accarezzo l'idea di costruire una coppia di quei diffusori progettati da **John E. Carlson**, di cui allego i disegni costruttivi. Sfortunatamente i dati in mio possesso sono assai incompleti, specie se, come credo, si dovranno fare certe modifiche per adattare il tutto agli alto-

SOFTWARE FFT1 PER SOUND BLASTER 16 QUANDO LA CREATIVE CI METTE LO ZAMPINO...

Recentemente ci siamo accorti che la CREATIVE, produttrice delle famose schede audio e video, ha aggiornato il software fornito con le schede SOUND BLASTER 16 bit modificando alcuni programmi e sostituendone altri con dei nuovi. Neanche a farlo apposta sono cambiati proprio i programmi e le utility per l'utilizzo della scheda in ambito DOS, ovvero proprio quei programmi di cui il nostro software FFT1 (vedi **CHF** n° 10) aveva bisogno: evidentemente alla CREATIVE non leggono **COSTRUIRE HIFI**. Pertanto chi avesse recentemente acquistato una scheda **SB16** potrebbe non trovare più i file in questione, in particolare il file **VREC.EXE**, o potrebbe trovarli modificati come il file **SB16SET.EXE**. Queste persone potrebbero così trovarsi nell'impossibilità di far funzionare correttamente FFT1, per la precisione potrebbero trovare difficoltà a far funzionare correttamente la scheda audio quando questa viene pilotata direttamente attraverso il programma FFT1. Naturalmente, quando l'acquisizione dei dati avviene esternamente a FFT1 e successivamente si richiama il file all'interno del programma, non sussistono problemi di sorta. Per tutti coloro che si trovano in tale situazione consigliamo di non ordinare subito il programma, ma di pazientare un po', in quanto ci siamo subito rimboccati le maniche per operare le necessarie modifiche al nostro sw, al fine di renderlo compatibile anche con questa ultima versione del software della SOUND BLASTER. Per tutti gli altri che possiedono la versione precedente del software, ovvero che riescono a trovare tra i programmi a corredo con la SOUND BLASTER 16 (generalmente posizionati dal programma di installazione nella directory C:\SB16 e nelle varie sotto directory) il file **VREC.EXE** non sussistono problemi e il programma funziona correttamente come ormai verificato da diversi nostri lettori.

Attenzione: in virtù di quanto sopra, la seconda parte della descrizione del programma che doveva essere pubblicata su questo n° 11 di **COSTRUIRE HIFI è stata rinviata, per apportare al sw le modifiche sopra descritte e per dare ad una più ampia schiera di lettori la possibilità di utilizzare nel pieno delle sue potenzialità FFT1.**

parlanti odierni. Se non vado errato, il modello originale montava un altoparlante **Jensen 15"** coassiale (anni '50). Ad un primo approccio mi sembra si debba scegliere tra i woofer attuali da 15" qualche modello con Qt ed Fs non bassissimi, 0.4-0.45 per il Qt ed Fs 40-0 Hz. Lei che ne pensa? Se nel suo volume "Sistemi Particolari" ci sono notizie su questo tipo di diffusore, vorrei assolutamente acquisirne una copia (mi auguro non siano esauriti). Se così non fosse, sarei felice se mi potesse fornire ugualmente chiarimenti su questo progetto.

JORGE J. TORIBIO - LANDRIANO (PV)

No, nel mio volume "Sistemi Particolari" il sistema Stromberg-Carlson (che poi è quello oggetto della sua lettera) viene soltanto citato brevissimamente, per cui non credo che il testo in questione possa esserle di utilità al fine specifico dell'autocostruzione di quel diffusore. Si tratta in effetti di un sistema con valore "storico", al quale può essere interessante accostarsi con trasduttori più moderni. Quindi, poiché tra l'altro dispone dei piani costruttivi completi, la esorto a proseguire nell'impresa, magari comunicandoci i risultati e le sue impressioni (possibilmente, con foto ed una breve relazione da pubblicare). Quanto al trasduttore da impiegarsi, le sue deduzioni sono pressoché esatte (anche se non ritengo in quel sistema particolarmente "critici" i valori di Qts e di Fs): bene per un "fattore di merito" non troppo contenuto (ma senza esagerare: anche un valore attorno a 0.3 dovrebbe andar bene), mentre per ciò che concerne la Fs mi pare che il valore 40-50 Hz sia un tantino elevato; meglio forse affidarsi ad un

componente con frequenza di risonanza ubicata attorno ai 30 Hz.

Crossover elettronico e valvole

Mi rivolgo a voi per la soluzione di due problemi relativi alla modifica di apparecchi in mio possesso. Premessa: il mio impianto è costituito da diffusori autocostruiti, giradischi **Micro Seiki DD33** con braccio **CF1**, CD player **Quad**, preamplificatore **Quad 66**, finali **Quad 405.2** (e **306**), crossover attivo **Cabre AS 45L** e finale a valvole (valvole finali **KT88**) "autocostruito" su progetto di **Nuova Elettronica** (vedi schema allegato); i quesiti riguardano gli ultimi due componenti.

Quesito n° 1: il crossover utilizza come operazionali dei TL082: è possibile sostituirli con dei modelli più moderni?

Quesito n° 2: è possibile aumentare la sensibilità di ingresso del finale a valvole portandola a circa 500 mV, tipica delle apparecchiature Quad?

RANIERO CASABIANCA - CATTOLICA (FO)

Risponde Paolo Mattei. Il circuito integrato **TL082**, che lei vorrebbe sostituire nel suo crossover, è costituito da un doppio amplificatore operazionale con stadio di ingresso a FET (per la precisione BIFET) in un contenitore DIL a 8 piedini. Per la sua sostituzione con un componente di migliori caratteristiche occorre perciò basarsi su questi dati. Il primo che le posso suggerire è il **TL072** che, come potrà intuire dalla sigla, è un parente prossimo del TL082 ma rispetto a questo presenta un rumore più basso unitamente a delle distorsioni leggermente più contenute.

Altre possibili sostituzioni sono: **LF353** (Motorola-National), **LF412** (Motorola-National), **CA3240** (Harris-RCA), **OP215** (PMI) e **AD712** (Analog Devices), avendo indicato tra parentesi alcune delle case costruttrici. Dato il tipo di dispositivo e il tipo di contenitore la scelta non è molto vasta e i componenti indicati sono grosso modo equivalenti, non presentando prestazioni significativamente migliori al TL072, ad eccezione per alcuni aspetti dell'**AD712** dell'Analog Devices.

Se si fosse trattato invece di un amplificatore operazionale singolo, sicuramente la scelta sarebbe stata più ampia, così come la possibilità di trovare dispositivi con delle prestazioni superiori. Sostituzioni con amplificatori operazionali con ingresso a bipolar (comunque compatibili a livello di piedinatura) sulla carta sono sconsigliabili, per poter procedere occorrerebbe un'analisi dettagliata dello schema elettrico. In definitiva quindi oltre al TL072 le consigliamo di provare l'**AD712**, anche se ha un costo superiore e forse è di più difficile reperibilità. Dovrà comunque essere l'ascolto a dare il responso definitivo. Riguardo al secondo quesito la situazione è più complessa. Lei chiede suggerimenti per aumentare la sensibilità dell'amplificatore a valvole progettato da **NUOVA ELETTRONICA** e, fermo restando che la persona più adatta per fornire tali indicazioni è il progettista di tale apparato, non posso far altro che confermarle ciò che è già stato chiaramente detto nell'articolo di presentazione dell'amplificatore. Ovvero è difficile, se non dotati della necessaria competenza ed esperienza, nonché di un minimo di strumentazione, apportare modifiche a tale apparato. Vorrei però aggiungere alcune motivazioni per quanto affermato, specificatamente per il punto in questione. Per modificare la sensibilità occorre intervenire sulla rete di retroazione costituita da **R16**, **C11**, **R17** (ed anche **R4**), ma un tale intervento va effettuato tenendo in considerazione che ciò potrà modificare vari parametri tra cui la stabilità dell'intero amplificatore, l'estensione e la regolarità della risposta in frequenza, l'impedenza di uscita, la distorsione ecc. Questi parametri, legati tra loro, e il fattore di retroazione dipendono anche da un componente assai critico e complesso quale il trasformatore di uscita. Non di rado il progettista interviene tarando la rete di retroazione in funzione delle caratteristiche di tale componente, al fine di correggerne alcune limitazioni (vedi ad esempio la prova del **Conrad-Johnson** sul n° 23 di **FdS**). Detto ciò comunque un autocostruttore che non abbia tali capacità può sempre cercare di acquisirle, almeno in parte, innanzitutto documentandosi. A titolo puramente indicativo, comunque, occorrerà procedere verso un aumento di **R16**, **R17** e probabilmente una diminuzione di **C11**. Un'ultima cosa riguarda poi la sensibilità di questo finale che viene stranamente indicata con il termine di "max segnale di ingresso" e indicata pari a 5 Vpp, che tradotto nei più usuali Veff (o RMS) corrisponde a 1.77 V (occorre dividere per 2.83 circa).

Effettivamente risulta inusualmente un po' bassa per finali di questo tipo e, comunque, abbastanza distante da quella dei suoi **Quad**. In ogni caso, tramite l'utilizzo del crossover elettronico dovrebbe essere possibile raggiungere un corretto interfacciamento con il resto dell'impianto.



I diffusori professionali orientati verso l'alta fedeltà come seconda coppia o per esterni

ERJK - Via Onorato, 46/B - 90139 Palermo - Tel. 091/33.14.64 - 33.47.46
Fax 091-334950

COMPONENTI HI-FI



DYNAUDIO

Non è detto che mettendo insieme parti di primissima qualità si ottengano sicuramente risultati eccellenti.

Ma va da sé che usando parti di modesta qualità si escludono a priori risultati eccellenti.

HI-FI COME OBIETTIVO

I criteri costruttivi ai quali i progettisti DYNAUDIO da sempre si ispirano sono stati concepiti per soddisfare le esigenze di chi guarda alla qualità come ad un bisogno primario. Ne è nata una apprezzatissima offerta, estremamente ampia e diversificata, che va dai semplici ma superbi sistemi a 2 vie agli straordinari sistemi a 5 vie, che, con le loro soluzioni attive, rasentano praticamente la perfezione di resa.

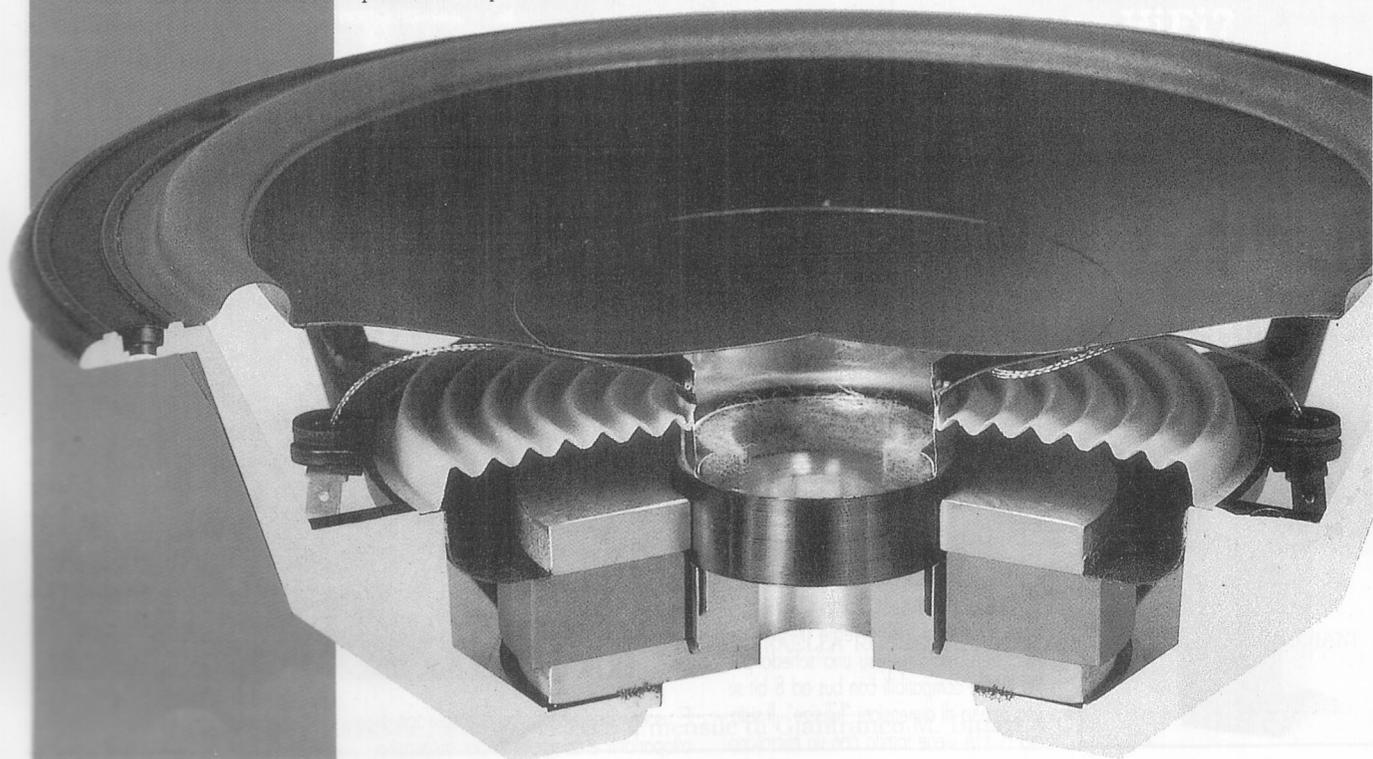
SOLUZIONI ESCLUSIVE

Produrre diffusori acustici finiti significa necessariamente adattarsi ad offrire prodotti di facile realizzazione, capaci di soddisfare anche una domanda di medio livello qualitativo. E' inevitabile, se si vuole garantire la commercializzazione di un quantitativo minimo di produzione. Le illimitate possibilità di realizzazione delle casse autocostituite favoriscono invece qualsiasi tipo di soluzione progettuale. La ricca offerta DYNAUDIO comprende pertanto proposte estremamente diversificate: eleganti piramidi, slanciate colonne, moderni tubi, cubi di ogni dimensione, e, naturalmente, le apprezzatissime casse compatte, anche sotto forma di mobili puri e semplici da completare con finiture su misura per le esigenze più particolari.

TECNOLOGIA AVANZATISSIMA

L'ansia di chi aspira alla perfezione non ammette tregua. Le innovazioni tecnologiche schiudono sempre nuovi orizzonti anche per quella che potrebbe sembrare la qualità assoluta.

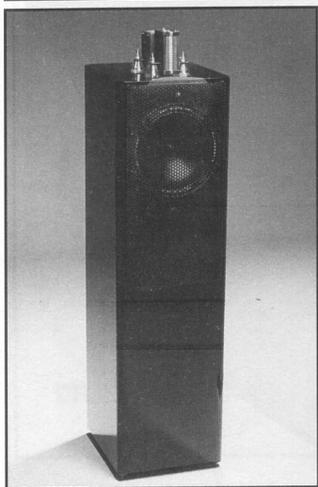
I trasduttori DYNAUDIO sono da sempre sinonimo di innovazione. La precisione del processo produttivo dal quale essi nascono è garantita da rigorosi standard qualitativi.



DERENID Materiale Composito per Hi-Fi

La società francese **Eterna Concept** ha ideato un nuovo prodotto in materiale composito, il **DERENID**, destinato alla costruzione di casse acustiche hi-fi. La Eterna Concept è una società specializzata nell'elaborazione e trasformazione di materiali avanzati destinati a settori di punta come l'aeronautica, l'aerospaziale e la robotica. Il **DERENID** è una struttura a sandwich a nido d'ape, ossia una struttura alveolare in carta di alluminio fissata con una colla speciale tra due lamierini. Questo materiale, a detta dei progettisti, permette di realizzare diffusori acustici di una neutralità di suono unica: le deformazioni riscontrate sono di scarsissima ampiezza, non si verificano né risonanze o vibrazioni proprie sulle pareti né colorazioni della timbrica. Inoltre, il **DERENID** è estremamente leggero: si valuta sia cinque volte più resistente e tre volte più leggero dell'agglomerato di legno di eguale spessore. A scopo dimostrativo, Eterna Concept ha già realizzato un prototipo, chiamato **Aira**, che è stato messo a punto da un esperto come **Christian Yvon**. Questa cassa in **DERENID** è una due vie bass reflex dotata di woofer da 28 cm e tweeter a nastro al neodimio, entrambi **SUPRAVOX**, malgrado abbia dimensioni 36 x 40 x 120 cm, pesa solamente 10 kg! Il modello di prova **Aira** sta attualmente interessando diversi grandi costruttori europei di casse acustiche che potranno utilizzarlo come punto di partenza per lo sviluppo di prodotti di fascia alta.

Per informazioni: CITEF
Via Camperio 14 - 20123 Milano
Tel. 02/86.46.1116
Fax 02/86.16.43



Una Nuova Pubblicazione dall'AUDAX

L'**AUDAX**, la notissima casa francese all'avanguardia nella ricerca e nella produzione di altoparlanti di elevata qualità (basti pensare allo stupefacente tweeter piezoelettrico TP1X2PO con diaframma ellittico placcato d'oro, recentemente immesso sul mercato), ha recentemente pubblicato (in collaborazione con la propria distributrice americana **Poydax**) un interessante volumetto di 25 pagine nel quale sono riportati i piani costruttivi di 7 diversi kit realizzabili con i componenti francesi. Lungi dall'essere soltanto un banale veicolo pubblicitario, la pubblicazione è stata interamente curata dall'americano **Vance Dickson**, autore del volume "The Loudspeaker Design Cookbook" (quest'ultimo edito dalla Audio Amateur Press e commercializzato dalla Old Colony Sound Lab di Peterborough, New Hampshire). Non soltanto Vance Dickson ha curato la redazione del volumetto, dal titolo "Kit Plans - Build Your Own Loudspeakers", ma ha personalmente progettato, realizzato ed ottimizzato all'ascolto ed al computer i sette diversi diffusori, che possono quindi essere realizzati stando assolutamente tranquilli circa la loro qualità e le loro prestazioni. Per informazioni circa la disponibilità del volumetto occorre rivolgersi all'importatore e distributore **AUDAX** per l'Italia.

Per informazioni: RES
Via Dante Alighieri 11/A
10040 Druento (TO)
Tel. 011/99.41.160
Fax 011/99.41.270

PCRTA - Nuova Scheda per PC dalla LINEAR X

La **LINEAR X** (già **ATI**, Audio Teknology Inc.) di Portland, Oregon (U.S.A.) è già nota ai lettori di **COSTRUIRE HI-FI** quale casa produttrice della scheda di misura **LMS** e del programma di simulazione **LEAP**. Di recente, la **LINEAR X** ha immesso sul mercato una nuova scheda di misura per computer, che supera decisamente i limiti della "vecchia" **LMS** (la quale, tuttavia, rimane parallelamente in produzione): si tratta della **PCRTA**. Come lasciano intendere le lettere della sigla, **PCRTA** è un analizzatore in tempo reale (Real Time Analyzer), realizzato su una scheda per PC IBM e compatibili con bus ad 8 bit su una piastra di dimensioni "full-size". Il sistema **PCRTA** viene fornito con un microfono

di misura mod. M-51, ad alta precisione, e con il software dedicato in ambiente Microsoft Windows. Le caratteristiche dell'apparecchio sono realmente notevoli: oltre alla banda intera, vengono visualizzate le 31 bande ISO, con risoluzione illimitata. La scheda include un circuito "multiplexer" per quattro distinti microfoni (collegabili, questi ultimi, ad un box esterno provvisto di connettori XLR); dispone di un'uscita di linea (500 ohm sbilanciata, con livello massimo +15 dBm regolabile via software) e di ingresso linea (100 kohm sbilanciato, livello massimo +15 dBm), nonché di filtri (lineare o con pesatura ANSI "A", "B" e "C"). Tra le caratteristiche di **PCRTA** vanno menzionate la reale misurazione RMS, la presenza di filtri MFL ultrastabili a quattro poli, di generatore di rumore rosa e rumore bianco, della memoria "di picco". La scheda in oggetto consente inoltre la memorizzazione delle varie curve, la funzione di "inversione" delle medesime (per una semplice regolazione dell'equalizzazione), l'effettuazione di medie tra le varie curve, la loro stampa, l'importazione e l'esportazione di files in formato ASCII, la misurazione diretta dell'impedenza e l'effettuazione di misurazioni di pressione sonora SPL e di energia media (risposta in potenza) con precisione del 2% sulla banda considerata. Il software in dotazione gira esclusivamente in ambiente Windows, ed è strutturato in modo da avere un utilizzo intuitivo e facilmente apprendibile; grazie a tale ambiente, inoltre, è possibile visualizzare curve multiple con differenti formati (istogrammi, linee, barre multicolori) con risoluzione praticamente illimitata e con incrementi di un'ottava o di 1/3 di ottava. Si tratta, dunque, di un oggetto estremamente interessante, del quale senz'altro ripareremo (magari in un apposito articolo di utilizzazione) e che non può non sollecitare l'interesse degli autocostruttori più evoluti. Il prezzo di **PCRTA** è di Lit. 3.473.000, comprensivo del software e di un microfono di misura M-51.

Per informazioni: SPL COMPANY
Via Roma 24 26040 Bonemerse (CR)
Fax: 0374/36.70.88
OUTLINE
Via L. Da Vinci 56 - 25020 Flero (BS)
Tel. 030/35.81.341
Fax 030/35.81.431

Componenti dalla ERJK di Palermo

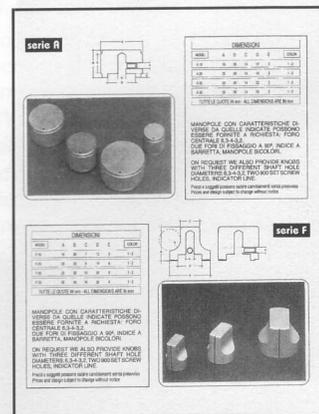
E' uscito recentemente il nuovo catalogo di altoparlanti e componenti per autocostru-

zione della dinamica ditta palermitana; si tratta di un sostanzioso fascicolo di una quarantina di pagine che raccoglie i fogli tecnici relativi a tutti i componenti commercializzati dalla Erjk. Tra questi meritano interesse numerosi modelli di altoparlanti e di filtri crossover, oltreché la vastissima gamma di induttanze, alcune di esse di gran pregio; i condensatori proposti, invece, sono soltanto elettrolitici non polarizzati. Comunque, il Catalogo Erjk è una pubblicazione da non perdere e può essere richiesto, unitamente al relativo listino prezzi, direttamente alla sede della casa.

Per informazioni: ERJK
Via Onorato 46/b - 90139 Palermo
Tel. 091/33.14.64-33.47.46
Fax 091/33.49.50

Dissipatori di Calore e Manopole dalla ITALEUROMAN

L'ho trovato in allegato ad una rivista di elettronica alla quale sono abbonato, ma



credo sia il caso di dare notizia della sua esistenza anche ai lettori di **COSTRUIRE HI-FI**: si tratta di un pieghevole tipo "poster" che costituisce un estratto del catalogo della ditta Italeuroman di Carsoli, la quale produce una vasta gamma di dissipatori di calore per semiconduttori e di manopole in alluminio per elettronica. Ad una prima occhiata dei prodotti illustrati sul pieghevole, ve ne sono alcuni decisamente interessanti per l'autocostruttore, per cui vale senz'altro la pena di richiedere cataloghi, listini ed ogni altra informazione.

Per informazioni: ITALEUROMAN
Zona Industriale Recocce
67061 Carsoli (AQ)
Tel. 0863/99.54.49-99.53.95
Fax 0863/99.57.97



Ci sono anche gli Altoparlanti SONORA!

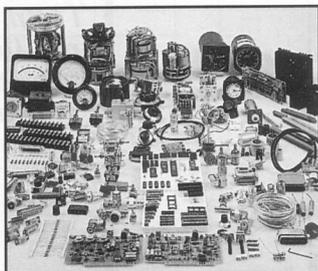
Da alcuni anni presente sul mercato dei componenti ed accessori, la SONORA è una casa marchigiana con sede a Senigallia che produce una vasta gamma di altoparlanti per impieghi professionali, domestici ed hi-fi car, oltre ad amplificatori e filtri crossover per quest'ultimo tipo di applicazioni.

Il nuovo Catalogo SONORA è un volume di una ventina di pagine, in cui sono fotografati e descritti doviziosamente tutti i componenti disponibili (in tutto, circa una sessantina).

La pubblicazione in oggetto è decisamente interessante per gli autocostruttori e può essere gratuitamente richiesta, assieme al listino prezzi ed alle informazioni circa la reperibilità dei prodotti, alla casa costruttrice.

Per informazioni: SONORA
Via Trento 79 - 60019 Senigallia (AN)
Tel. 071/79.24.606
Fax 071/79.24.606

ESCO ELETTRONICA Surplus e non Solo!



E' recentemente uscito il nuovo catalogo (recante il n. 14) della ditta E.S.CO., che ha sede ad Izzalini di Todi. La ditta in oggetto, presente sul mercato da oltre un decennio e nota soprattutto ai radioamatori, tratta componenti e prodotti (radio e strumentazione) provenienti dal surplus civile e militare, oltre ad una vasta gamma di materiali e componenti elettronici nuovi. Molti tra i prodotti presenti nell'ultimo catalogo sono decisamente interessanti anche per i lettori di **COSTRUIRE HI-FI**, e non parlo soltanto delle valvole (più di 700 tipi, tutte nuove di zecca) a prezzi decisamente competitivi, ma anche dei relativi zoccoli, dei con-

densatori elettrolitici per alte tensioni, dei trasformatori di alimentazione, dei commutatori, dei transistor e dei circuiti integrati, dei connettori e degli altri materiali (spesso introvabili) che invece presso la ESCO sono correntemente disponibili. Tra l'altro, la ditta umbra vende regolarmente per corrispondenza.

Conviene dunque richiedere subito il catalogo in questione, che riporta anche i prezzi di tutti i componenti in esso compresi.

Per informazioni:
E.S.CO. - 06050 Izzalini di Todi (PG)
Tel. 075/88.53.16
Fax 075/88.53.370

"Loudspeaker Yourself" dalla CORAL ELECTRONIC

La Coral Electronic, importatrice e distributrice per l'Italia dei prodotti della danese **PEERLESS**, nonché distributrice di componenti con marchio proprio, ha recentemente curato la pubblicazione di un interessante volumetto, dal simpatico titolo *Loudspeaker Yourself*.

Si tratta di una pubblicazione di una trentina di pagine nella quale, oltre ad alcune utili informazioni preliminari circa la costruzione ed il cablaggio dei diffusori e circa il dimensionamento degli induttori per i filtri crossover, compaiono i piani costruttivi e la dettagliata descrizione di venticinque tipi diversi di kit di diffusori acustici realizzabili con i componenti distribuiti dalla casa piemontese. Si tratta, in effetti, di realizzazioni dalle più semplici alle più elaborate, in grado di soddisfare le esigenze della maggioranza degli appassionati. Oltre a "Loudspeaker Yourself", la CORAL ELECTRONIC ha pubblicato le ultime edizioni dei cataloghi "Home Audio Parts" e "Car Hi-Fi Parts"; il primo (che è poi quello che maggiormente interessa i nostri lettori) è un pieghevole di otto pagine a colori, nel quale sono fotografati e descritti in dettaglio tutti gli altoparlanti ed i componenti accessori (filtri già assemblati, induttori, condensatori, assorbitore acustico, morsetti, tela frontale ed altre minuterie).

Per informazioni: CORAL ELECTRONIC
Via Sestriere 85 - 10048 Vinovo (TO)
Tel. 011/96.56.412
Fax 011/96.54.095



FEDELTÁ DEL SUONO, il mensile di Gianfranco M. Binari & C.

**Ami la Musica,
Ti interessa la vera HiFi?
In Edicola c'è una Rivista
molto differente dalle "solite" Specializzate**

**STIAMO LAVORANDO
PER RICONDURRE I VOSTRI ASCOLTI...
... SUI BINARI GIUSTI**

PAROLA DI:

BARTOLOMEO ALOIA, VITTORIO BEVILACQUA, ROBERTO BRASEY,
ENZO CARLUCCI, MAURO COPERTI, MASSIMO COSTA,
GIANLUIGI CORSINI, SILVIO DELFINO, CARLO DENTI,
ANDIO MOROTTI, UMBERTO NICOLAO, DANIELE PONS,
BRUNO RE, RAFFAELLA ROSSETTI, NICOLA SANTINI, PAOLO VIAPPANI

I FILTRI CROSSOVER

X puntata

Filtri elettrici Passa-Basso e Passa-Alto del quinto e sesto ordine

Come di consueto, iniziamo dalle topologie circuitali: quelle dei passa-basso e dei passa-alto del 5° ordine (tanto in configurazione a π quanto nella più usuale configurazione a T) sono riportate in **Fig. 1**, quelle relative ai filtri elettrici del sesto ordine compaiono in **Fig. 2**.

Dalle figure in oggetto si vede subito come i filtri del quinto ordine possano essere assimilati a due filtri del secondo ordine posti tra loro in cascata e seguiti da un filtro del primo ordine, mentre quelli del sesto ordine possano essere considerati come una cascata di tre filtri del secondo ordine.

Dal punto di vista dell'attenuazione al di fuori della banda-passante, i filtri del quinto ordine sono caratterizzati da una pendenza nominale della stessa di 30 dB/oct (il che comporta la riduzione dell'ampiezza di risposta ad **un trentaduesimo** del valore di partenza ad ogni raddoppio (passa-basso) o ad ogni dimezzamento (passa-alto) della frequenza).

Per i filtri del sesto ordine, caratterizzati da una pendenza fuori-banda di 36 dB/oct, l'ampiezza di risposta si riduce, nelle condizioni sopracitate, addirittura ad **un sessantaquattresimo** del valore di partenza.

Le generiche funzioni di trasferimento dei filtri passa-basso e passa-alto del quinto ordine sono riportate in **Fig. 3**, quelle relative ai filtri del sesto ordine compaiono in **Fig. 4**.

Le funzioni di trasferimento in questione, ancora una volta, si riferi-

Malgrado che, nella pratica, non vengano quasi mai utilizzati filtri passivi di ordine superiore al quarto, analizziamo questa volta i filtri del quinto ed il sesto ordine. Una inutile cattiveria? No, abbiate fiducia: prima o poi, magari per altri scopi, serviranno anche questi.

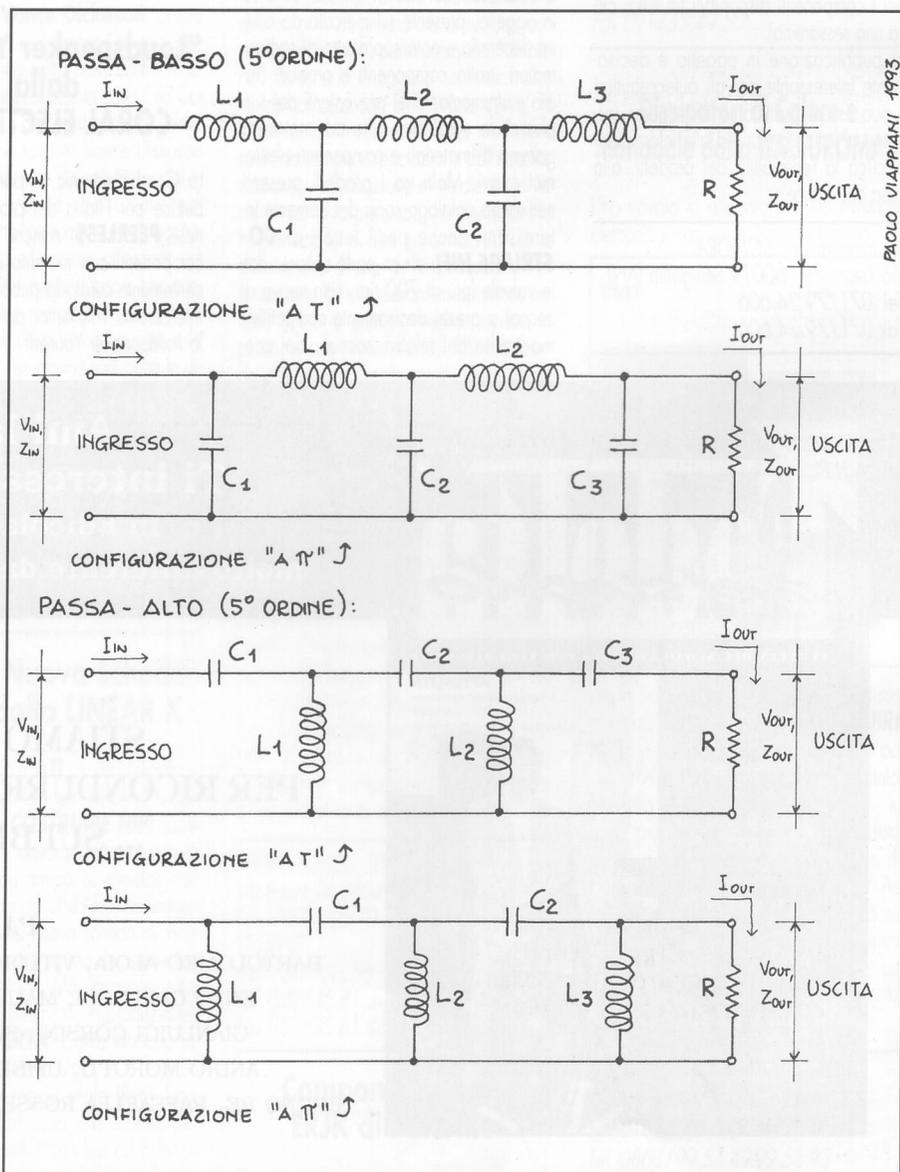


Fig. 1 - Topologie circuitali di passa-basso e passa-alto del 5° ordine.

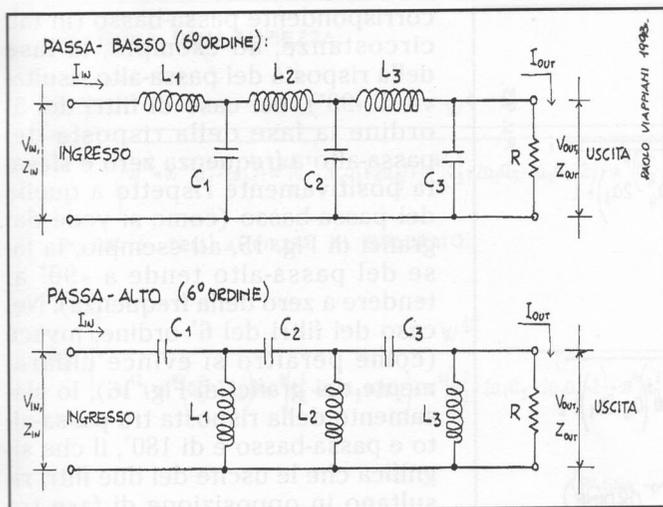


Fig. 2 - Topologie circuitali di passa-basso e passa-alto del 6° ordine.

PASSA - BASSO:

$$G(L) = \frac{(K) 1}{s^5 + a_1 s^4 + a_2 s^3 + a_3 s^2 + a_4 s + 1} = \frac{1}{J^5 w^5 + a_1 J^4 w^4 + a_2 J^3 w^3 + a_3 J^2 w^2 + a_4 J w + 1} =$$

$$= \frac{1}{J w^5 + a_1 w^4 - a_2 J w^3 - a_3 w^2 + a_4 J w + 1}; \quad (\text{CON } K=1)$$

PASSA - ALTO:

$$G(H) = \frac{(K) s^5}{s^5 + a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + 1} = \frac{J^5 w^5}{J^5 w^5 + a_4 J^4 w^4 + a_3 J^3 w^3 + a_2 J^2 w^2 + a_1 J w + 1} =$$

$$= \frac{J w^5}{J w^5 + a_4 w^4 - a_3 J w^3 - a_2 w^2 + a_1 J w + 1}; \quad (\text{CON } K=1).$$

INFATTI: $J^5 = J; J^4 = 1; J^3 = -J; J^2 = -1.$

Fig. 3 - Funzioni di trasferimento relative a passa-basso ed a passa-alto del 5° ordine.

scono a filtri terminati su carico puramente resistivo.

Si osservi come nelle equazioni relative ai filtri del 5° ordine i polinomi di Hurwitz siano del quinto grado, dotati dei coefficienti **a1, a2, a3** ed **a4**, mentre in quelle dei filtri del 6° ordine i relativi polinomi sono di sesto grado e provvisti pure del coefficiente **a5**.

Ho infatti supposto di valore unitario tanto gli eventuali coefficienti **a0** ed **an** (nei casi specifici, **a0** ed **a5** oppure **a0** ed **a6**) quanto il parametro di guadagno (**K**) che dovrebbe comparire al numeratore delle varie funzioni di trasferimento.

Esprese in forma dell'ampiezza e dell'ampiezza al quadrato (ormai non sto più a ripetere cosa ciò significhi), le funzioni di trasferimento in oggetto divengono quelle riportate nelle **Figg. 5** (passa-basso del 5° ordine), **6** (passa-alto del 5° ordine), **7** (passa-basso del 6° ordine) ed **8** (passa-alto del 6° ordine). In tal modo, le rispettive **risposte in ampiezza** possono venire calcolate (in dB rispetto al valore zero posto quale riferimento e pari all'ampiezza di risposta in banda-passante) come dalle formule che compaiono nelle **Figg. 9** e **10**, rispettivamente riguardanti i passa-basso ed i passa-alto del quinto e del sesto ordine.

Ancora, l'andamento della **fase** della risposta nei passa-basso e nei passa-alto del 5° ordine può essere calcolato attraverso le relazioni di **Fig. 11**, mentre relativamente ai filtri del 6° ordine le relazioni da im-

piegarsi sono riportate in **Fig. 12**. Circa l'andamento delle **risposte in ampiezza** di un passa-basso e di un passa-alto del quinto ordine, valgono pressoché tutte le considerazioni già effettuate a proposito dei corrispondenti filtri del terzo ordine; divengono però impossibili alcuni allineamenti, tra i quali quelli derivati dai polinomi cosiddetti "esponenziali troncati" (che risultano instabili nel caso di 5° e 6° ordine).

le risposte in ampiezza di passa-basso e di passa-alto del 6° ordine, invece (pur con l'esclusione cui ho accennato sopra) possono spaziare in un range più ampio, dagli allineamenti sovrasmorzati (quasi CD6, Linkwitz-Riley, Bessel BL6) a quelli sottosmorzati (Chebyshev C6, ecc.) passando per i vari intermedi e per il Butterworth B6.

i principali andamenti di risposta in ampiezza dei passa-basso e dei passa-alto del 5° e del 6° ordine sono comunque illustrati rispettiva-

PASSA - BASSO:

$$G(L) = \frac{(K) 1}{s^6 + a_1 s^5 + a_2 s^4 + a_3 s^3 + a_4 s^2 + a_5 s + 1} = \frac{1}{J^6 w^6 + a_1 J^5 w^5 + a_2 J^4 w^4 + a_3 J^3 w^3 + a_4 J^2 w^2 + a_5 J w + 1} =$$

$$= \frac{1}{-w^6 + a_1 J w^5 + a_2 w^4 - a_3 J w^3 - a_4 w^2 + a_5 J w + 1}; \quad (\text{CON } K=1)$$

PASSA - ALTO:

$$G(H) = \frac{(K) s^6}{s^6 + a_5 s^5 + a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + 1} = \frac{J^6 w^6}{J^6 w^6 + a_5 J^5 w^5 + a_4 J^4 w^4 + a_3 J^3 w^3 + a_2 J^2 w^2 + a_1 J w + 1} =$$

$$= \frac{-w^6}{-w^6 + a_5 J w^5 + a_4 w^4 - a_3 J w^3 - a_2 w^2 + a_1 J w + 1}; \quad (\text{CON } K=1)$$

INFATTI: $J^6 = -1; J^5 = J; J^4 = 1; J^3 = -J; J^2 = -1.$

Fig. 4 - Funzioni di trasferimento relative a passa-basso ed a passa-alto del 6° ordine.

IN FORMA DELL'AMPIEZZA:

$$|G(L)| = \frac{1}{\sqrt{w^{10} + w^8(a_1 - 2a_2) + w^6(a_2^2 - 2a_1a_3 + 2a_4) + w^4(a_3^2 - 2a_2a_4 + 2a_1) + w^2(a_4^2 - 2a_3) + 1}}$$

IN FORMA DELL'AMPIEZZA AL QUADRATO:

$$|G(L)|^2 = \frac{1}{w^{10} + w^8(a_1 - 2a_2) + w^6(a_2^2 - 2a_1a_3 + 2a_4) + w^4(a_3^2 - 2a_2a_4 + 2a_1) + w^2(a_4^2 - 2a_3) + 1}$$

(PASSA - BASSO 5° ORDINE)

P.U. 93.

corrispondente passa-basso (in tali circostanze, ad esempio, la fase della risposta del passa-alto risultava di -90°), nel caso di filtri del 5° ordine la fase della risposta del passa-alto a frequenza zero è sfasata positivamente rispetto a quella del passa-basso (come si vede dai grafici di Fig. 15, ad esempio, la fase del passa-alto tende a +90° al tendere a zero della frequenza). Nel caso dei filtri del 6° ordine, invece (come peraltro si evince chiaramente dai grafici di Fig. 16), lo sfasamento della risposta tra passa-alto e passa-basso è di 180°, il che significa che le uscite dei due filtri risultano in opposizione di fase tra loro: proprio come nei filtri del 2° ordine.

Fig. 5 - F.d.T. passa-basso del 5° ordine in forma di ampiezza e di ampiezza al quadrato.

mente nei grafici delle **Figg. 13 e 14**; quelli relativi alle risposte in fase compaiono invece nelle **Figg. 15 e 16**.

Mentre ometto ogni considerazione relativa alla specularità delle varie curve di risposta in ampiezza tra passa-basso e corrispondente passa-alto, mi preme ancora una volta far notare la relativa equidistanza tra l'andamento della fase elettrica del passa-basso e quello del corrispondente passa-alto del quinto ordine.

Tra le risposte dei due filtri, infatti, esiste uno sfasamento di 450°, ossia di 90° (si vedano le relazioni riportate nell'8° Puntata), similmente a quanto si è veduto per i filtri del 1° e del 3° ordine.

Con una fondamentale differenza, però: mentre la fase della risposta

IN FORMA DELL'AMPIEZZA:

$$|G(H)| = \frac{|w^5|}{\sqrt{w^{10} + w^8(a_4 - 2a_3) + w^6(a_3^2 - 2a_4a_2 + 2a_1) + w^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + w^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}}$$

IN FORMA DELL'AMPIEZZA AL QUADRATO:

$$|G(H)|^2 = \frac{w^{10}}{w^{10} + w^8(a_4 - 2a_3) + w^6(a_3^2 - 2a_4a_2 + 2a_1) + w^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + w^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}$$

(PASSA - ALTO 5° ORDINE)

P.U. 92.

Fig. 6 - F.d.T. passa-alto del 5° ordine in forma di ampiezza e di ampiezza al quadrato.

del passa-alto del 3° ordine risultava, a frequenza zero, "sfasata negativamente" rispetto a quella del

Nelle tabelle di cui alle **Figg. 17 (A e B) e 18 (A e B)** riporto i polinomi di Hurwitz relativi a passa-basso (A) ed a passa-alto (B) nei principali allineamenti del quinto e del sesto ordine praticamente realizzabili; tali relazioni, che risultano indispensabili per la scrittura (nel modo ormai solito) delle corrispondenti funzioni di trasferimento vere e proprie, compaiono pure scomposte in fattori. In tal modo, è possibile progettare filtri del quinto ordine come cascata di due filtri del secondo ordine e di uno del primo, e pure filtri del sesto ordine come cascata di tre filtri del secondo.

Ovviamente, ognuno dei filtri componenti deve sottostare a particolari requisiti di Q e di frequenza di calcolo (ciò ai fini dell'ottenimento tanto dell'allineamento quanto del-

IN FORMA DELL'AMPIEZZA:

$$|G(L)| = \frac{1}{\sqrt{w^{12} + w^{10}(a_1^2 - 2a_2) + w^8(a_2^2 - 2a_1a_3 + 2a_4) + w^6(a_3^2 + 2a_1a_5 - 2a_2a_4 - 2) + w^4(a_4^2 - 2a_3a_5 + 2a_2) + w^2(a_5^2 - 2a_4) + 1}}$$

IN FORMA DELL'AMPIEZZA AL QUADRATO:

$$|G(L)|^2 = \frac{1}{w^{12} + w^{10}(a_1^2 - 2a_2) + w^8(a_2^2 - 2a_1a_3 + 2a_4) + w^6(a_3^2 + 2a_1a_5 - 2a_2a_4 - 2) + w^4(a_4^2 - 2a_3a_5 + 2a_2) + w^2(a_5^2 - 2a_4) + 1}$$

(PASSA - BASSO 6° ORDINE)

P.U. 93

Fig. 7 - F.d.T. passa-basso del 6° ordine in forma di ampiezza e di ampiezza al quadrato.



IN FORMA DELL' AMPIEZZA:

$$|G(H)| = \frac{W^6}{\sqrt{W^{12} + W^{10}(a_5^2 - 2a_4) + W^8(a_4^2 - 2a_5a_3 + 2a_2) + W^6(a_3^2 + 2a_4a_5 - 2a_2a_4 - 2) + W^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + W^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}}$$

IN FORMA DELL' AMPIEZZA AL QUADRATO:

$$|G(H)|^2 = \frac{W^{12}}{W^{12} + W^{10}(a_5^2 - 2a_4) + W^8(a_4^2 - 2a_5a_3 + 2a_2) + W^6(a_3^2 + 2a_4a_5 - 2a_2a_4 - 2) + W^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + W^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}$$

(PASSA - ALTO 6° ORDINE)

Fig. 8 - F.d.T. passa-alto del 6° ordine in forma di ampiezza e di ampiezza al quadrato.

PASSA - BASSO:

$$\text{RISPOSTA (dB)} = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{W^{10} + W^8(a_1 - 2a_2) + W^6(a_2^2 - 2a_1a_3 + 2a_4) + W^4(a_3^2 - 2a_2a_4 + 2a_1) + W^2(a_4^2 - 2a_3) + 1}}$$

$$= 10 \log_{10} \frac{1}{W^{10} + W^8(a_1 - 2a_2) + W^6(a_2^2 - 2a_1a_3 + 2a_4) + W^4(a_3^2 - 2a_2a_4 + 2a_1) + W^2(a_4^2 - 2a_3) + 1}$$

PASSA - ALTO:

$$\text{RISPOSTA (dB)} = 20 \log_{10} \frac{|W^5|}{\sqrt{W^{10} + W^8(a_4 - 2a_3) + W^6(a_3^2 - 2a_4a_2 + 2a_1) + W^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + W^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}}$$

$$= 10 \log_{10} \frac{W^5}{W^{10} + W^8(a_4 - 2a_3) + W^6(a_3^2 - 2a_4a_2 + 2a_1) + W^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + W^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}$$

Fig. 9 - Calcolo della risposta in ampiezza dei filtri p. b. e p. a. del 5° ordine.

PASSA - BASSO:

$$\text{RISP. (dB)} = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{W^{12} + W^{10}(a_5^2 - 2a_4) + W^8(a_4^2 - 2a_5a_3 + 2a_2) + W^6(a_3^2 + 2a_4a_5 - 2a_2a_4 - 2) + W^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + W^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}}$$

$$= 10 \log_{10} \frac{1}{W^{12} + W^{10}(a_5^2 - 2a_4) + W^8(a_4^2 - 2a_5a_3 + 2a_2) + W^6(a_3^2 + 2a_4a_5 - 2a_2a_4 - 2) + W^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + W^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}$$

PASSA - ALTO:

$$\text{RISP. (dB)} = 20 \log_{10} \frac{W^6}{\sqrt{W^{12} + W^{10}(a_5^2 - 2a_4) + W^8(a_4^2 - 2a_5a_3 + 2a_2) + W^6(a_3^2 + 2a_4a_5 - 2a_2a_4 - 2) + W^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + W^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}}$$

$$= 10 \log_{10} \frac{W^{12}}{W^{12} + W^{10}(a_5^2 - 2a_4) + W^8(a_4^2 - 2a_5a_3 + 2a_2) + W^6(a_3^2 + 2a_4a_5 - 2a_2a_4 - 2) + W^4(a_2^2 - 2a_3a_1 + 2a_4) + W^2(a_1^2 - 2a_2) + 1}$$

Fig. 10 - Calcolo della risposta in ampiezza dei filtri passa-basso e passa-alto del 6° ordine.

High-Tech Audiophile Loudspeakers



MW 114-S

Woofer da 10 cm con doppio magnete al neodimio (unico al mondo), 8 Ohm, potenza 150W RMS DIN, potenza transiente (10 ms) 800W, bobina mobile da 54 mm alta 12 mm, Vas 3,18 litri, Q totale 0,31, efficienza 87 dB.



MDT 33

Tweeter a triplo magnete ceramico (unico al mondo), 8 Ohm, potenza 200W RMS DIN, potenza transiente (10 ms) 1000W, cupola e bobina mobile da 28 mm, Q totale 0,088, efficienza 92,5 dB, risonanza 700 Hz.



MDT 43

Tweeter a doppio magnete al neodimio "Top Mount" (disponibile da incasso), 8 Ohm, potenza 120W RMS DIN, potenza transiente (10 ms) 1000W, cupola e bobina mobile da 28 mm, Q totale 0,55, efficienza 92 dB, risonanza 750 Hz.



GAMMA

Tweeter da 28 mm MDT 29, 30, 33, 40, 41, 43, 44, 36; Midrange a cupola MDM 85, woofer a cono 10 cm (MW 113, 114 S), 13 cm MW 142, 16 cm (MW 162, 164, 166), 20 cm MW 266, 25 cm MW 1075, 30 cm MW 1275.



via G. d'Arezzo, 7 - 20145 Milano tel. 48003091

Se volete ricevere il catalogo spediteci il coupon con L. 5.000 in francobolli
 nome.....cognome.....
 indirizzo.....
 cap.....città.....

PASSA - BASSO:

$$\varphi(\text{RISPOSTA}) = \arctg \frac{-w(w^4 - a_2 w^2 + a_4)}{[w^2(a_1 w^2 - a_3) + 1]} = -\arctg \frac{w(w^4 - a_2 w^2 + a_4)}{(a_1 w^4 - a_3 w^2 + 1)};$$

PASSA - ALTO:

$$\varphi(\text{RISPOSTA}) = \arctg \frac{a_4 w^4 - a_2 w^2 + 1}{w^5 - a_3 w^3 + a_1 w} = \arctg \frac{a_4 w^4 - a_2 w^2 + 1}{w(w^4 - a_3 w^2 + a_1)};$$

P.V. 1993.

PASSA - BASSO:

$$\varphi(\text{RISPOSTA}) = \arctg \frac{w(a_1 w^4 - a_3 w^2 + a_5)}{[w^2(a_2 w^2 - w^4 - a_4) + 1]} = \arctg \frac{w(a_1 w^4 - a_3 w^2 + a_5)}{(w^6 - a_2 w^4 + a_4 w^2 - 1)};$$

PASSA - ALTO:

$$\varphi(\text{RISPOSTA}) = \arctg \frac{w(a_5 w^4 - a_3 w^2 + a_1)}{(w^6 - a_4 w^4 + a_2 w^2 - 1)};$$

P.V. 1993.

Fig. 11 - Formule per il calcolo della risposta in fase dei filtri passa-basso e passa-alto del 5° ordine.

Fig. 12 - Formule per il calcolo della risposta in fase dei filtri passa-basso e passa-alto del 6° ordine.

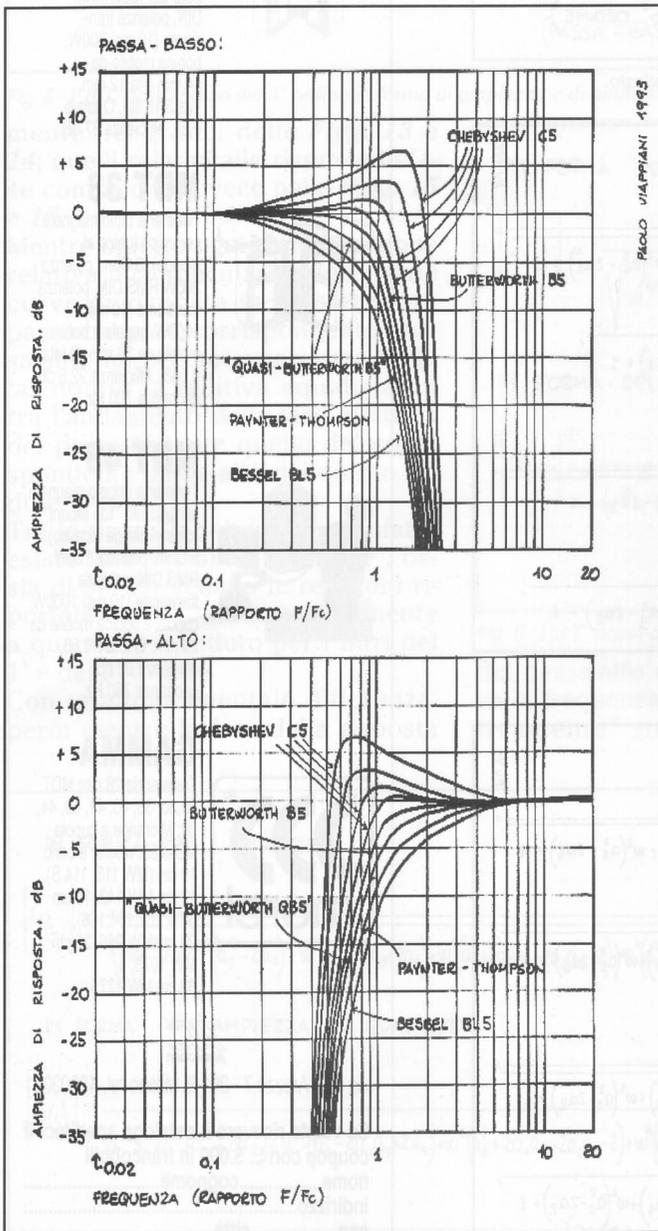


Fig. 13 - Grafici relativi alle risposte in ampiezza di passa-basso e passa-alto del 5° ordine.

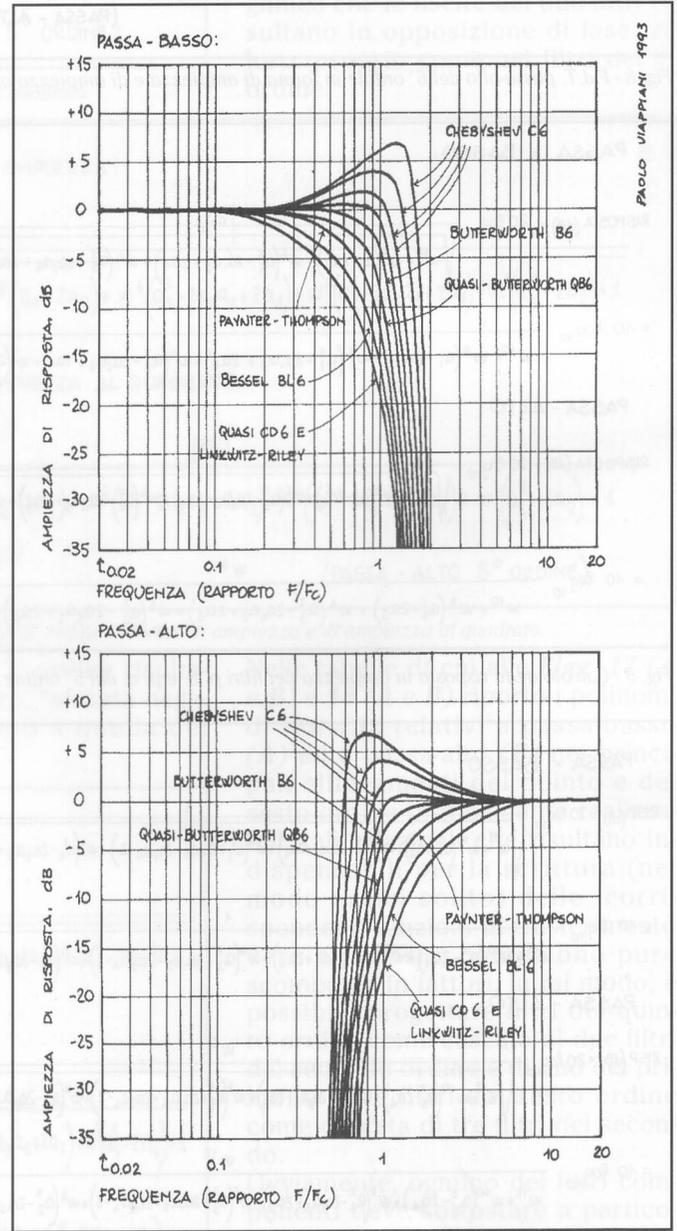


Fig. 14 - Grafici relativi alle risposte in ampiezza di passa-basso e passa-alto del 6° ordine.

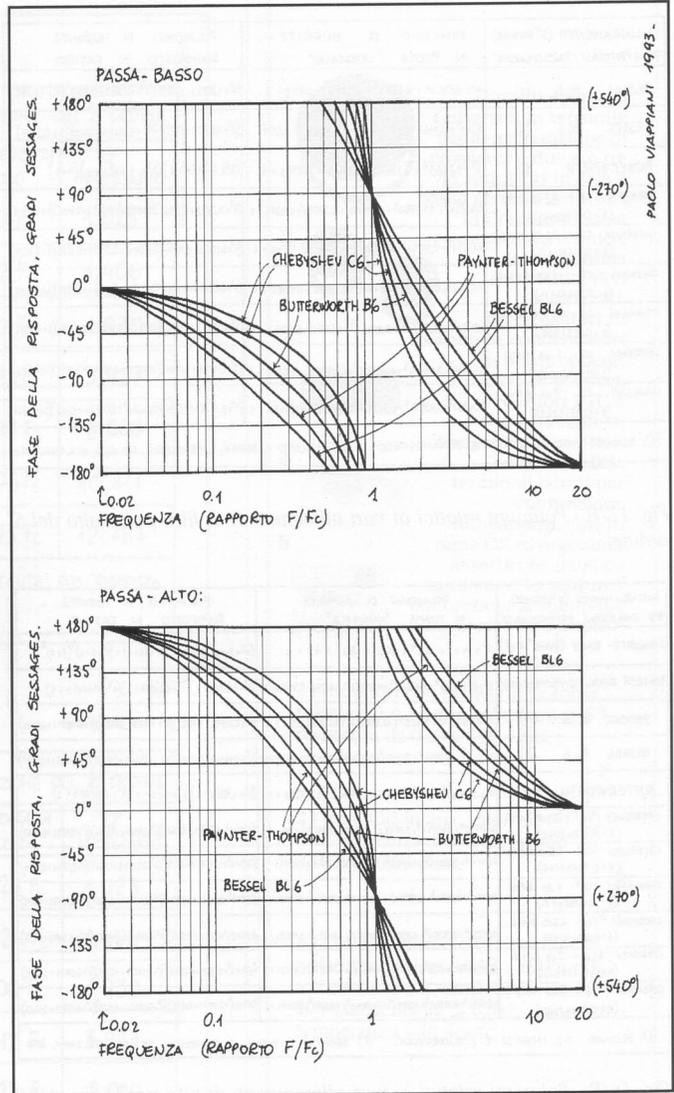
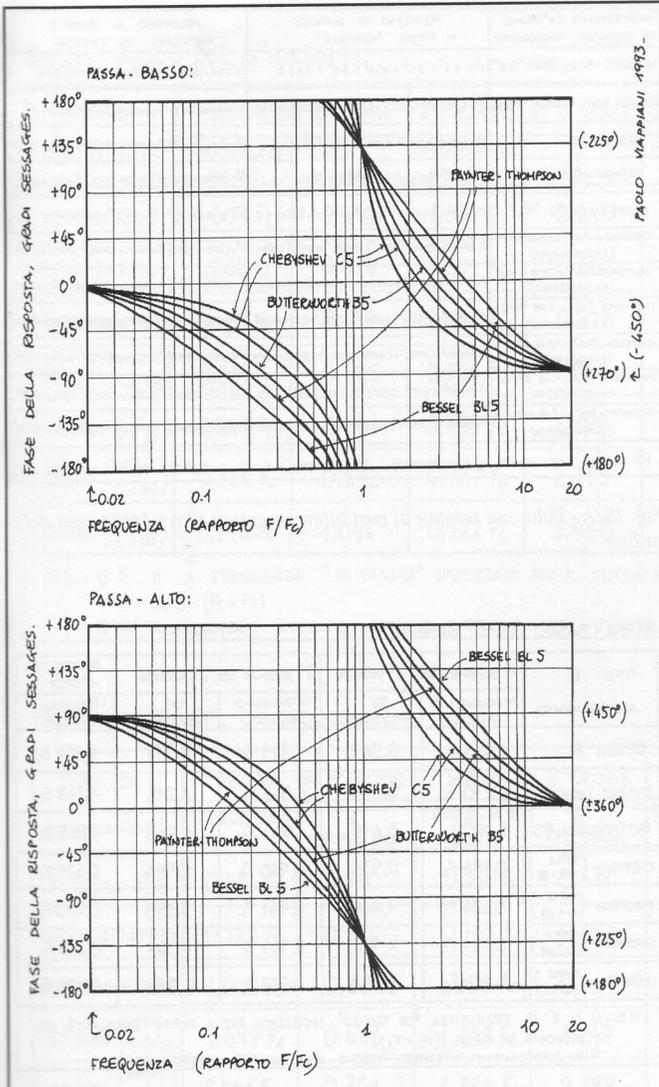


Fig. 15 - Grafici relativi alle risposte in fase di passa-basso e passa-alto del 5° ordine.

Fig. 16 - Grafici relativi alle risposte in fase di passa-basso e passa-alto del 6° ordine.

| ALLINEAMENTO (5° ORDINE) ED EVENTUALI PARTICOLARITÀ | POLINOMIO DI HURWITZ IN FORMA "NORMALE" | POLINOMIO DI HURWITZ SCOMPOSTO IN FATTORI |
|---|--|---|
| BESSEL BL5 (1) | $s^5 + 3,811 s^4 + 6,777 s^3 + 6,886 s^2 + 3,936 s + 1$ | $(s^2 + 1,181 s + 1,172)(s^2 + 1,703 s + 0,9211)(s + 0,9264)$ |
| BESSEL BL5 (2) | $0,001 s^5 + 0,0158 s^4 + 0,1111 s^3 + 0,4444 s^2 + s + 1$ | $(s^2 + 6,7155 s + 12,9468)(0,001 s^2 + 0,0044 s + 0,0165)(s + 4,6758)$ |
| BUTTERWORTH B5 | $s^5 + 3,236 s^4 + 5,236 s^3 + 5,236 s^2 + 3,236 s + 1$ | $(s^2 + 0,618 s + 1)(s^2 + 1,618 s + 1)(s + 1)$ |
| CHEBYSHEV C5 - 0,1 dB RIPPLE ($\epsilon = 0,15262042$) | $s^5 + 1,7439 s^4 + 2,7707 s^3 + 2,3969 s^2 + 1,4355 s + 0,4095$ | $(s^2 + 0,8719 s + 0,6359)(s^2 + 0,333 s + 1,1949)(s + 0,5389)$ |
| CHEBYSHEV C5 - 0,5 dB RIPPLE ($\epsilon = 0,34931140$) | $s^5 + 1,1724 s^4 + 1,9373 s^3 + 1,3095 s^2 + 0,7525 s + 0,1789$ | $(s^2 + 0,5862 s + 0,4767)(s^2 + 0,2239 s + 1,0357)(s + 0,3623)$ |
| CHEBYSHEV C5 - 1 dB RIPPLE ($\epsilon = 0,50884714$) | $s^5 + 0,9368 s^4 + 1,6888 s^3 + 0,9744 s^2 + 0,5805 s + 0,1228$ | $(s^2 + 0,4684 s + 0,4293)(s^2 + 0,1789 s + 0,9883)(s + 0,2895)$ |
| CHEBYSHEV C5 - 1,5 dB RIPPLE ($\epsilon = 0,64229086$) | $s^5 + 0,8014 s^4 + 1,5711 s^3 + 0,8044 s^2 + 0,5042 s + 0,097$ | $(s^2 + 0,4 s + 0,4068)(s^2 + 0,153 s + 0,9658)(s + 0,2476)$ |
| CHEBYSHEV C5 - 2 dB RIPPLE ($\epsilon = 0,76478340$) | $s^5 + 0,7064 s^4 + 1,4495 s^3 + 0,6934 s^2 + 0,4593 s + 0,0817$ | $(s^2 + 0,3532 s + 0,3931)(s^2 + 0,1349 s + 0,9152)(s + 0,2183)$ |
| CHEBYSHEV C5 - 3 dB RIPPLE ($\epsilon = 0,99762835$) | $s^5 + 0,5745 s^4 + 1,445 s^3 + 0,5489 s^2 + 0,4079 s + 0,0626$ | $(s^2 + 0,2872 s + 0,377)(s^2 + 0,1097 s + 0,936)(s + 0,1775)$ |

(1) SHERWOOD S.P. LIPSHITZ & J. VANDERKOOY (2) SECONDO A. BUDAK, L. WEINBERG, F.F. KUO, W.K. CHEN, etc.

Fig. 17 - A - Polinomi relativi ai vari allineamenti di filtri passa-basso del 5° ordine.

la frequenza di incrocio F_c (a - 3 dB desiderati); ma è ormai cosa nota. Ancora, nelle **Fig. 19** (5° ordine) e **20** (6° ordine) compaiono le tabelle per il calcolo di passa-basso e di passa-alto aventi risposta a - 3 dB (rispetto al valore di banda-passante) in corrispondenza della frequenza di taglio F_c ; nelle tabelle in oggetto sono riportate, come al solito, tutte le relazioni necessarie. Ancora una volta, vale la pena di ricordare che il tracciamento delle risposte in ampiezza dei filtri del quinto e del sesto ordine può essere effettuato partendo dalle formule delle Fig. 9 e 10 (cosa che non consiglio di effettuare manualmente, pena una grossa perdita di tempo), oppure, più convenientemente, mediante il prodotto dell'am-

| ALLINEAMENTO (5° ORDINE) ED EVENTUALI PARTICOLARITÀ | POLINOMIO DI HURWITZ IN FORMA "NORMALE" | POLINOMIO DI HURWITZ SCOMPOSTO IN FATTORI |
|---|---|--|
| BESSEL BL5 (1) | $s^5 + 3,936s^4 + 6,886s^3 + 6,777s^2 + 5,811s + 1$ | $(s^2 + 1,8473s + 1,0819)(s^2 + 1,0086s + 0,8592)(s + 1,0799)$ |
| BESSEL BL5 (2) | $s^5 + s^4 + 0,4444s^3 + 0,1111s^2 + 0,0458s + 0,001$ | $(s^2 + 0,5947s + 0,0719)(s^2 + 0,2666s + 0,0610)(s + 0,2158)$ |
| BUTTERWORTH B5 | $s^5 + 3,256s^4 + 5,236s^3 + 5,236s^2 + 3,256s + 1$ | $(s^2 + 0,6185s + 1)(s^2 + 1,6185s + 1)(s + 1)$ |
| CHEBYSHEV "C5" - 0,1dB RIPPLE (ε = 0,15262042) | $0,4095s^5 + 1,4355s^4 + 2,3949s^3 + 2,3073s^2 + 1,4355s + 1$ | $(s^2 + 0,2395 + 0,8363)(0,4075s^2 + 0,562 + 0,6446)(s + 1,8569)$ |
| CHEBYSHEV "CS" - 0,5dB RIPPLE (ε = 0,34931440) | $0,1787s^5 + 0,7875s^4 + 1,3095s^3 + 1,9373s^2 + 1,1724s + 1$ | $(s^2 + 0,2161s + 0,6595)(0,1884s^2 + 0,2199s + 0,3152)(s + 2,7604)$ |
| CHEBYSHEV "CS" - 1dB RIPPLE (ε = 0,50884744) | $0,1238s^5 + 0,5805s^4 + 0,9444s^3 + 1,6888s^2 + 0,9444s + 1$ | $(s^2 + 0,0894s + 1,4988)(0,2285s^2 + 0,1016 + 0,2289)(s + 3,8079)$ |
| CHEBYSHEV "CS" - 1,5dB RIPPLE (ε = 0,64829086) | $0,0795s^5 + 0,5042s^4 + 0,8004s^3 + 1,5111s^2 + 0,8004s + 1$ | $(s^2 + 0,1579s + 1,0735)(0,0797s^2 + 0,0958s + 0,2380)(s + 4,0599)$ |
| CHEBYSHEV "CS" - 2dB RIPPLE (ε = 0,76418340) | $0,0517s^5 + 0,4533s^4 + 0,6934s^3 + 1,4495s^2 + 0,6934s + 1$ | $(s^2 + 0,1473s + 1,0500)(0,0811s^2 + 0,0134s + 0,2078)(s + 4,5806)$ |
| CHEBYSHEV "CS" - 3dB RIPPLE (ε = 0,99762835) | $0,0262s^5 + 0,4079s^4 + 0,5489s^3 + 1,4155s^2 + 0,5489s + 1$ | $(s^2 + 0,1472s + 1,0000)(0,0626s^2 + 0,0473s + 0,166)(s + 4,5164)$ |

(1): SECONDO S.P. LIPSHITZ E J. VANDERKOOY. (2): SECONDO A. BUDAK, L. WEINBERG, F.F. KUO, W.K. CHEN, etc.

Fig. 17/B - Polinomi relativi ai vari allineamenti di filtri passa-alto del 5° ordine.

| ALLINEAMENTO (6° ORDINE) ED EVENTUALI PARTICOLARITÀ | POLINOMIO DI HURWITZ IN FORMA "NORMALE" | POLINOMIO DI HURWITZ SCOMPOSTO IN FATTORI |
|---|---|--|
| LINKWITZ - RILEY (QUASI "CD6") | $s^6 + 4s^5 + 8s^4 + 10s^3 + 8s^2 + 4s + 1$ | $(s^2 + s + 1)(s^2 + 2s + 1) = (s^2 + s + 1)(s + 1)^2$ |
| BULLOCK EQUAL COMPROMISE (BEC) | $s^6 + 3,9275s^5 + 7,7128s^4 + 9,5368s^3 + 7,7128s^2 + 3,9275s + 1$ | $(s^2 + 1,9636s + 1)(s^2 + 1,3101s + 1)(s^2 + 0,6437s + 1)$ |
| BESSEL BL 6 (1) | $s^6 + 4,672s^5 + 9,925s^4 + 12,358s^3 + 9,621s^2 + 4,195s + 1$ | $(s^2 + 1,9636s + 1)(s^2 + 1,673s + 1,0333)(s^2 + 0,8891s + 0,8235)$ |
| BESSEL BL 6 (2) | $s^6 + s^5 + 0,1545s^4 + 0,1212s^3 + 0,0202s^2 + 0,0002s + 0,00000001$ | $(s^2 + 0,1545s + 0,0533)(s^2 + 0,3574s + 0,0718)(s^2 + 0,0498s + 0,0237)$ |
| BUTTERWORTH "B 6" | $s^6 + 3,864s^5 + 7,464s^4 + 9,442s^3 + 7,464s^2 + 3,864s + 1$ | $(s^2 + 1,932s + 1)(s^2 + \sqrt{2}s + 1)(s^2 + 0,5176s + 1)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 0,1dB RIPPLE (ε = 0,15262042) | $0,2071s^6 + 0,9107s^5 + 2,0418s^4 + 2,1795s^3 + 2,1052s^2 + 0,9107s + 1$ | $(0,2071s^2 + 0,6732s + 0,7868)(0,107004s^2 + 1,186s + 0,2038 + 0,1085s)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 0,5dB RIPPLE (ε = 0,34931440) | $0,0947s^6 + 0,3533s^5 + 1,1748s^4 + 1,5897s^3 + 2,1418s^2 + 1,1748s + 1$ | $(0,0947s^2 + 0,3493s + 0,6032)(s^2 + 0,1914s + 1,0913)(s^2 + 0,5163s + 0,9774)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 1dB RIPPLE (ε = 0,50884744) | $0,0691s^6 + 0,3076s^5 + 0,9393s^4 + 1,2021s^3 + 1,2021s^2 + 0,3076s + 1$ | $(0,0691s^2 + 0,2582s + 0,5921)(s^2 + 0,4076s + 1,1797)(s^2 + 0,1275s + 1,0091)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 1,5dB RIPPLE (ε = 0,64829086) | $0,0578s^6 + 0,2675s^5 + 0,8336s^4 + 1,0005s^3 + 1,0005s^2 + 0,2675s + 1$ | $(0,0578s^2 + 0,2151 + 0,5270)(s^2 + 0,3573s + 1,3033)(s^2 + 0,1008s + 1,0055)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 2dB RIPPLE (ε = 0,76418340) | $0,0514s^6 + 0,2102s^5 + 0,7174s^4 + 0,8673s^3 + 1,3488s^2 + 0,7174s + 1$ | $(0,0514s^2 + 0,1804s + 0,5148)(s^2 + 0,4822s + 1,3183)(s^2 + 0,0974s + 1,0152)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 3dB RIPPLE (ε = 0,99762835) | $0,0442s^6 + 0,1636s^5 + 0,6495s^4 + 0,6488s^3 + 0,1636s^2 + 0,0442s + 1$ | $(0,0442s^2 + 0,1416s + 0,4190)(s^2 + 0,4042s + 1,4118)(s^2 + 0,0974s + 1,0463)$ |

(1): SECONDO S.P. LIPSHITZ E J. VANDERKOOY. (2): SECONDO A. BUDAK, L. WEINBERG, F.F. KUO, W.K. CHEN, etc.

Fig. 18/B - Polinomi relativi ai vari allineamenti di filtri passa-alto del 6° ordine.

piezza di risposta delle singole sezioni effettuato prima del passaggio al logaritmo. Analogo discorso vale per la risposta in fase, che può essere complessivamente determinata come somma algebrica delle fasi delle singole sezioni. La prossima volta prenderemo in esame i filtri elettrici del settimo e dell'ottavo ordine... Ma no, sto scherzando: come ordine ci fermiamo qui. Anzi, in realtà avrei anche potuto evitare la trattazione dei filtri del 5° e del 6° ordine (che non trovano generalmente pratica applicazione nel campo dei filtri crossover di tipo passivo), ma lo ho fatto perché c'è buona probabilità che di tali filtri riparleremo, magari a proposito di altri argomenti (ad esempio, gli allineamenti di parti-

colari diffusori). Così, la presente introduzione mi ha fatto comodo, potendosi in futuro rivelare utile. Per i motivi testè espressi e per brevità, ometto questa volta il calcolo pratico di un filtro del quinto o del sesto ordine (il che, comunque, può costituire un utile esercizio per i lettori). E' peraltro doveroso ribadire che, nella pratica, non vengono quasi mai impiegati filtri

| ALLINEAMENTO (6° ORDINE) ED EVENTUALI PARTICOLARITÀ | POLINOMIO DI HURWITZ IN FORMA "NORMALE" | POLINOMIO DI HURWITZ SCOMPOSTO IN FATTORI |
|---|--|--|
| LINKWITZ - RILEY (QUASI "CD6") | $s^6 + 4s^5 + 8s^4 + 10s^3 + 8s^2 + 4s + 1$ | $(s^2 + s + 1)(s^2 + s + 1) = (s^2 + s + 1)(s + 1)^2$ |
| BULLOCK EQUAL COMPROMISE (BEC) | $s^6 + 3,9275s^5 + 7,7128s^4 + 9,5368s^3 + 7,7128s^2 + 3,9275s + 1$ | $(s^2 + 1,9636s + 1)(s^2 + 1,3101s + 1)(s^2 + 0,6437s + 1)$ |
| BESSEL BL 6 (1) | $s^6 + 4,672s^5 + 9,925s^4 + 12,358s^3 + 9,621s^2 + 4,195s + 1$ | $(s^2 + 1,9636s + 1)(s^2 + 1,673s + 1,0333)(s^2 + 0,8891s + 0,8235)$ |
| BESSEL BL 6 (2) | $0,00000001s^6 + 0,00000001s^5 + 0,00000001s^4 + 0,00000001s^3 + 0,00000001s^2 + 0,00000001s + 0,00000001$ | $(s^2 + 0,00000001s + 0,00000001)(s^2 + 0,00000001s + 0,00000001)(s^2 + 0,00000001s + 0,00000001)$ |
| BUTTERWORTH "B 6" | $s^6 + 3,864s^5 + 7,464s^4 + 9,442s^3 + 7,464s^2 + 3,864s + 1$ | $(s^2 + 1,932s + 1)(s^2 + \sqrt{2}s + 1)(s^2 + 0,5176s + 1)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 0,1dB RIPPLE (ε = 0,15262042) | $0,2071s^6 + 0,9107s^5 + 2,0418s^4 + 2,1795s^3 + 2,1052s^2 + 0,9107s + 1$ | $(0,2071s^2 + 0,6732s + 0,7868)(0,107004s^2 + 1,186s + 0,2038 + 0,1085s)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 0,5dB RIPPLE (ε = 0,34931440) | $0,0947s^6 + 0,3533s^5 + 1,1748s^4 + 1,5897s^3 + 2,1418s^2 + 1,1748s + 1$ | $(0,0947s^2 + 0,3493s + 0,6032)(s^2 + 0,1914s + 1,0913)(s^2 + 0,5163s + 0,9774)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 1dB RIPPLE (ε = 0,50884744) | $0,0691s^6 + 0,3076s^5 + 0,9393s^4 + 1,2021s^3 + 1,2021s^2 + 0,3076s + 1$ | $(0,0691s^2 + 0,2582s + 0,5921)(s^2 + 0,4076s + 1,1797)(s^2 + 0,1275s + 1,0091)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 1,5dB RIPPLE (ε = 0,64829086) | $0,0578s^6 + 0,2675s^5 + 0,8336s^4 + 1,0005s^3 + 1,0005s^2 + 0,2675s + 1$ | $(0,0578s^2 + 0,2151 + 0,5270)(s^2 + 0,3573s + 1,3033)(s^2 + 0,1008s + 1,0055)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 2dB RIPPLE (ε = 0,76418340) | $0,0514s^6 + 0,2102s^5 + 0,7174s^4 + 0,8673s^3 + 1,3488s^2 + 0,7174s + 1$ | $(0,0514s^2 + 0,1804s + 0,5148)(s^2 + 0,4822s + 1,3183)(s^2 + 0,0974s + 1,0152)$ |
| CHEBYSHEV "C6" - 3dB RIPPLE (ε = 0,99762835) | $0,0442s^6 + 0,1636s^5 + 0,6495s^4 + 0,6488s^3 + 0,1636s^2 + 0,0442s + 1$ | $(0,0442s^2 + 0,1416s + 0,4190)(s^2 + 0,4042s + 1,4118)(s^2 + 0,0974s + 1,0463)$ |

(1): SECONDO S.P. LIPSHITZ E J. VANDERKOOY. (2): SECONDO A. BUDAK, L. WEINBERG, F.F. KUO, W.K. CHEN, etc.

Fig. 18/A - Polinomi relativi ai vari allineamenti di filtri passa-basso del 6° ordine.

PASSA - BASSO DEL 5° ORDINE:

| TIPO DI ALLINEAMENTO | 1° SEZIONE DEL 2° ORDINE | | 2° SEZIONE DEL 2° ORDINE | | SEZIONE DEL 1° ORDINE |
|----------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|-----------------------|
| | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO | FREQUENZA DI CALCOLO |
| BESSEL BL5 | 1,613 Fc | 0,563 | 1,819 Fc | 0,917 | 1,557 Fc |
| PAYNTER-THOMPSON | 1,270 Fc | 0,590 | 1,348 Fc | 1,218 | 1,248 Fc |
| BUTTERWORTH B5 | 1,000 Fc | 0,618 | 1,000 Fc | 1,618 | 1,000 Fc |
| CHEBYSHEV (RIPPLE N=0,1dB) | 0,796 Fc | 0,931 | 0,980 Fc | 2,994 | 0,529 Fc |
| CHEBYSHEV (RIPPLE N=1dB) | 0,634 Fc | 1,400 | 0,961 Fc | 5,555 | 0,280 Fc |
| CHEBYSHEV (RIPPLE N=2dB) | 0,624 Fc | 1,730 | 0,964 Fc | 7,042 | 0,223 Fc |
| CHEBYSHEV (RIPPLE N=3dB) | 0,614 Fc | 2,136 | 0,967 Fc | 8,849 | 0,178 Fc |

N.B.: 1) Fc È LA FREQUENZA "DI TAGLIO" IPOTIZZATA PER IL FILTRO RISULTANTE, CON RISPOSTA A - 3dB (Fc = F3).
2) GLI ALLINEAMENTI INTEREDI POSSONO OTTENERSI PER INTERPOLAZIONE.

PASSA - ALTO DEL 5° ORDINE:

| TIPO DI ALLINEAMENTO | 1° SEZIONE DEL 2° ORDINE | | 2° SEZIONE DEL 2° ORDINE | | SEZIONE DEL 1° ORDINE |
|----------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|-----------------------|
| | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO | FREQUENZA DI CALCOLO |
| BESSEL BL5 | 0,620 Fc | 0,563 | 0,550 Fc | 0,917 | 0,642 Fc |
| PAYNTER-THOMPSON | 0,787 Fc | 0,590 | 0,742 Fc | 1,218 | 0,801 Fc |
| BUTTERWORTH B5 | 1,000 Fc | 0,618 | 1,000 Fc | 1,618 | 1,000 Fc |
| CHEBYSHEV (RIPPLE N=0,1dB) | 1,256 Fc | 0,931 | 1,020 Fc | 2,994 | 1,890 Fc |
| CHEBYSHEV (RIPPLE N=1dB) | 1,577 Fc | 1,400 | 1,041 Fc | 5,555 | 3,571 Fc |
| CHEBYSHEV (RIPPLE N=2dB) | 1,603 Fc | 1,730 | 1,037 Fc | 7,042 | 4,484 Fc |
| CHEBYSHEV (RIPPLE N=3dB) | 1,629 Fc | 2,136 | 1,034 Fc | 8,849 | 5,618 Fc |

N.B.: 1) Fc È LA FREQUENZA "DI TAGLIO" IPOTIZZATA PER IL FILTRO RISULTANTE, CON RISPOSTA A - 3dB (Fc = F3).
2) GLI ALLINEAMENTI INTEREDI POSSONO OTTENERSI PER INTERPOLAZIONE.

Fig. 19 - Tabella per il calcolo di filtri passa-basso e passa-alto del 5° ordine.



PASSA-BASSO DEL 6° ORDINE:

| TIPO DI ALLINEAMENTO | 1ª SEZIONE DEL 2° ORDINE | | 2ª SEZIONE DEL 2° ORDINE | | 3ª SEZIONE DEL 2° ORDINE | |
|----------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO |
| BESSEL BL6 | 1,609 F _c | 0,510 | 1,694 F _c | 0,611 | 1,910 F _c | 1,023 |
| PAYNTER-THOMPSON | 1,268 F _c | 0,514 | 1,301 F _c | 0,657 | 1,382 F _c | 1,406 |
| BUTTERWORTH B6 | 1,000 F _c | 0,517 | 1,000 F _c | 0,707 | 1,000 F _c | 1,930 |
| CHEBYSHEV (RIPPLE ~0,1 dB) | 0,589 F _c | 0,628 | 0,856 F _c | 1,247 | 0,988 F _c | 3,937 |
| CHEBYSHEV (RIPPLE ~1 dB) | 0,347 F _c | 0,761 | 0,733 F _c | 2,198 | 0,977 F _c | 8,000 |
| CHEBYSHEV (RIPPLE ~2 dB) | 0,321 F _c | 0,892 | 0,727 F _c | 2,755 | 0,976 F _c | 10,111 |
| CHEBYSHEV (RIPPLE ~3 dB) | 0,298 F _c | 1,044 | 0,722 F _c | 3,460 | 0,975 F _c | 12,787 |

N.B.: 1) F_c È LA FREQUENZA "DI TAGLIO" IPOTIZZATA PER IL FILTRO RISULTANTE, CON RISPOSTA A -3dB (F_c = F₃)
2) GLI ALLINEAMENTI INTERMEDI POSSONO OTTENERSI PER INTERPOLAZIONE.

PASSA-ALTO DEL 6° ORDINE:

| TIPO DI ALLINEAMENTO | 1ª SEZIONE DEL 2° ORDINE | | 2ª SEZIONE DEL 2° ORDINE | | 3ª SEZIONE DEL 2° ORDINE | |
|----------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO | FREQUENZA DI CALCOLO | "Q" NECESSARIO |
| BESSEL BL6 | 0,621 F _c | 0,510 | 0,590 F _c | 0,611 | 0,524 F _c | 1,023 |
| PAYNTER-THOMPSON | 0,788 F _c | 0,514 | 0,768 F _c | 0,657 | 0,724 F _c | 1,406 |
| BUTTERWORTH B6 | 1,000 F _c | 0,517 | 1,000 F _c | 0,707 | 1,000 F _c | 1,930 |
| CHEBYSHEV (RIPPLE ~0,1 dB) | 1,697 F _c | 0,628 | 1,168 F _c | 1,247 | 1,012 F _c | 3,937 |
| CHEBYSHEV (RIPPLE ~1 dB) | 2,881 F _c | 0,761 | 1,364 F _c | 2,198 | 1,023 F _c | 8,000 |
| CHEBYSHEV (RIPPLE ~2 dB) | 3,115 F _c | 0,892 | 1,375 F _c | 2,755 | 1,025 F _c | 10,111 |
| CHEBYSHEV (RIPPLE ~3 dB) | 3,356 F _c | 1,044 | 1,385 F _c | 3,460 | 1,026 F _c | 12,787 |

N.B.: 1) F_c È LA FREQUENZA "DI TAGLIO" IPOTIZZATA PER IL FILTRO RISULTANTE, CON RISPOSTA A -3dB (F_c = F₃)
2) GLI ALLINEAMENTI INTERMEDI POSSONO OTTENERSI PER INTERPOLAZIONE.

Fig. 20 - Tabella per il calcolo di filtri passa-basso e passa-alto del 6° ordine.

passivi di ordine superiore al quarto: ciò non soltanto per le forti attenuazioni introdotte dagli elementi resistivi e dalle perdite dei vari componenti (tutte cose inevitabilmente presenti nella realtà dei fatti), ma anche per le possibili interazioni tra le varie sezioni e pure tra i molti elementi necessariamente presenti in circuito.

Nella presente trattazione, ancora a livello teorico, tutte queste cose non sono state considerate: i vari

filtri trattati si sono supposti tutti a guadagno unitario e privi di perdite, con componenti ideali ed assolutamente non interagenti fra di loro.

La prossima volta (ed ora parlo sul serio) prenderemo in esame, finalmente, i **filtri elettrici passa-banda**; o forse non ancora, poiché mi pare che nel frattempo si siano accumulati diversi punti da chiarire meglio o da approfondire ulteriormente.

Professional Audio Components



Circuiti stampati universali in vetronite per la realizzazione di crossover a due e/o tre vie, induttori in aria a bassa perdita, induttori in Corobar a bassa resistenza ohmica, condensatori elettrolitici non polarizzati, condensatori in poliestere, condensatori in polypropilene, resistori di potenza, resistori PTC a coefficiente di temperatura positivo, condotti reflex, terminali dorati per connessione altoparlanti, cavi in rame OF ed argentati, assorbente acustico acrilico ed in schiuma poliuretamica stampata, crossover completi.

1) Induttori con nucleo in Corobar, valori da 1 a 12 mH, tolleranza ± 5%, resistenza da 0,19 a 0,99 ohm.

2) Induttori in aria, valori da 0,1 a 1,8 mH, tolleranza ± 5%, resistenza da 0,26 a 0,69 ohm.

3) Condensatori elettrolitici non polarizzati, valori da 3,3 a 800 mmF, tolleranza ± 5%, tensione di lavoro 40V, tangendelta ≤ 0,032, campo di temperatura -40 + 85C.

4) Condensatori in polypropilene Audincap, valori da 0,1 a 100 mmF, tolleranza da 2% a 0,25%, tensione di lavoro 250V o 400V, tangendelta ≤ 2x10⁻⁴, variazione di capacità in funzione della frequenza minore dello 0,5% da 0,1 Hz a 20 KHz.

5) PTC da 0,4 a 1,35 A, 60 V max.



via Guido d'Arezzo, 7 20145 Milano Tel. 48003091

Se volete ricevere il catalogo spediteci il coupon con £ 5.000 in francobolli
 nome cognome
 indirizzo
 cap città

Note circa il calcolo della fase della risposta elettrica dei filtri

Si è veduto, nel corso della trattazione, che per il calcolo della fase della risposta dei filtri passa-basso e passa-alto veniva sempre proposta una formula del tipo:

$$\theta = \text{arctang}(x).$$

Vediamo adesso come si può scrivere in modo veloce ed abbastanza semplice la formula in questione, partendo dal polinomio di Hurwitz relativo al filtro del quale ci si sta occupando. Occorre innanzitutto sviluppare il polinomio medesimo, ricordando che s è una quantità complessa, cosicché:

- $s = jw$ con $w = (F/F_c)$;
- $s_2 = -w$;
- $s_3 = -j(w)3$;
- $s_4 = w4$;
- $s_5 = j(w)5$;
- $s_6 = -w6$;
- $s_7 = -j(w)7$;
- $s_8 = w8$, ecc.

In ogni caso, al termine del procedimento ci si troverà dinanzi ad un'espressione riconducibile alla forma:

$a + jb$ (passa-basso) oppure $c + jd$ (passa-alto), con a, b, c e d grandezze reali qualsiasi (da non confondere assolutamente con coefficienti di sorta). Quindi, per calcolare l'angolo di fase della risposta del filtro, basterà scrivere il complesso coniugato di $(a + jb)$ oppure di $(c + jd)$, che risulteranno:

$a - jb$ oppure $c - jd$ (basta invertire il segno tra i due termini).

A questo punto, la determinazione dell'angolo di fase del passa-basso è immediata, discendendo dalla relazione:

$$\theta = \text{arctang}(-b/a) = -\text{arctang}(b/a).$$

Quanto alla fase del passa-alto, occorre invece prima moltiplicare il complesso

coniugato $(c - jd)$ in questione per la quantità sn (ove $s = jw$, $n =$ ordine del filtro); così facendo, si otterrà una nuova grandezza complessa nella forma: $e + jf$:

$$jnwn(c - jd) = e + jf.$$

Il calcolo della fase della risposta del passa-alto sarà quindi effettuato attraverso la relazione:

$$\theta = \text{arctang}(f/e).$$

Ecco tutto. Ma attenzione: poiché la tangente trigonometrica è una funzione periodica di periodo π (ossia, di 180°), quando si va a calcolare il valore dell'arco risultante da un'espressione del tipo: $\theta = \text{arctang}(x)$, il valore in questione risulta sempre

compreso entro $+\pi/2$ e $-\pi/2$, ovvero tra $+90^\circ$ e -90° .

Infatti, ad esempio, un angolo di $+60^\circ$ ha tangente uguale a $\sqrt{3}$ ed un angolo di -60° ha tangente uguale a $-\sqrt{3}$;

ma pure angoli di $(\pi + 60^\circ) = 180^\circ + 60^\circ = 240^\circ$ e di $(\pi - 60^\circ) = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$ hanno rispettivamente tangente pari a $\sqrt{3}$ e $-\sqrt{3}$ (Fig. 21).

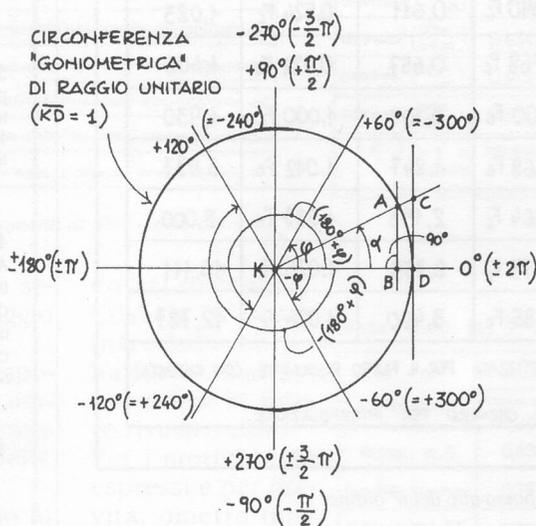
Quindi, per conoscere quale sia il reale valore assunto dall'angolo di fase della risposta occorre tenere bene a mente quanto a suo tempo esposto, e cioè:

1) I diagrammi di fase della risposta dei filtri passa-

basso iniziano da fase zero a frequenza zero, poi lo sfasamento diviene sempre più negativo, sino a tendere al valore $-(\pi/2)n$ (ossia, a $-(90^\circ \times n)$) a frequenza infinita, passando per il valore $-(\pi/4)n$ (ovvero, $-(45^\circ \times n)$) ad $F = F_c$;

2) Nei filtri passa-alto, invece, i diagrammi di fase della risposta iniziano da un valore di fase positivo e pari a $+(\pi/2)n$ (ossia, $+(90^\circ \times n)$) a frequenza zero; quindi, l'angolo di fase decresce sino a tendere al valore zero a frequenza infinita, passando per il valore $+(\pi/4)n$ (ovvero, $+(45^\circ \times n)$) ad $F = F_c$.

Si presti inoltre attenzione al fatto che, quando l'an-



ALCUNE RELAZIONI RELATIVE ALLA TANGENTE DEGLI ANGOLI:

- $\text{tg } \varphi = \text{tg}(\varphi + 180^\circ)$;
- $\text{tg}(180^\circ - \varphi) = -\text{tg } \varphi$;
- $\text{tg } \varphi = \text{cotg}(90^\circ - \varphi)$;
- $\text{tg}(\varphi + 90^\circ) = -\text{cotg } \varphi$;
- $\text{tg}(-\varphi) = -\text{tg } \varphi$;
- $\text{tg}(360^\circ - \varphi) = -\text{tg } \varphi$;
- $\text{tg } \varphi = \text{tg}(360^\circ + \varphi)$;

SE $\text{tg } \varphi = m$ ed $x = \text{arctg } m$,
 $x = \varphi + n \cdot 180^\circ$, con "n" =
 = NUMERO INTERO POSITIVO O NEGATIVO
 QUALUNQUE, ZERO COMPRESO.

$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{sen } \alpha}{\text{cos } \alpha} = \frac{AB}{KB} = \frac{CD}{KD} \quad (\text{se } KD = 1);$$

$$\text{cotg } \alpha = \frac{\text{cos } \alpha}{\text{sen } \alpha} = \frac{KB}{AB} = \frac{1}{CD} \quad (\text{se } KD = 1).$$

Fig. 21 - Relazioni relative alla tangente degli angoli.

PAOLO VIAPPANI 1993.



golo di fase supera il valore +/- 180°, la relativa curva può comparire dalla parte opposta dei diagrammi: infatti, ad esempio, uno sfasamento positivo di +270° equivale in tutto e per tutto ad uno sfasamento negativo di -90°, per quanto a suo tempo precisato.

Da ciò discende che le regole sopra riportate vanno correttamente interpretate: ad esempio, lo sfasamento positivo di +270° testè citato, corrispondendo ad uno sfasamento negativo di -90° (ossia, dell'angolo esplementare cambiato di segno), verrà in quest'ultimo modo indicato nei diagrammi di fase (che solitamente spaziano tra i valori -180° e +180°, Fig. 22). Quanto sopra esposto è valido per filtri passa-basso e passa-alto di ogni tipo ed ordine (la lettera n che compare nelle relazioni sopraesposte sta infatti per il numero corrispondente all'ordine del

filtro).

E' proprio per evitare errori ed equivoci di sorta che nel testo ho proposto, per il calcolo della fase della risposta dei filtri di ordine superiore al secondo, il metodo alternativo consistente nel sommare algebricamente, frequenza per frequenza, i valori assunti dall'angolo di fase di ciascuna sezione in cui può essere considerato scomposto il filtro.

Fase e ritardo

Ho già avuto modo di precisare che sfasamenti elettrici positivi o negativi tra due punti di un circuito (nella fattispecie, tra uscita ed ingresso del passa-alto o del passa-basso) corrispondono ad altrettanti anticipi o ritardi temporali che il segnale subisce nel corso dell'attraversamento del circuito dall'uno all'altro punto (mi si perdoni la relativa improprietà dei termini).

In particolare, per ciò che concerne gli anticipi (ovviamente, soltanto teorici), invito i lettori a rileggere quanto in proposito già espresso nella 5.a Puntata.

Ciò vale anche a proposito del **ritardo di gruppo**, altra caratteristica esprimibile in funzione della frequenza per i filtri di ogni tipo ed ordine che, essendo ricavabile dal valore che assume la derivata prima (invertita di segno) della curva di fase del filtro stesso nei vari punti, può essere tracciata in opportuni grafici.

Senza addentrarmi troppo oltre nell'argomento basterà qui precisare che in ogni caso, prescindendo dall'ordine del filtro, sono gli allineamenti cosiddetti di Bessel o Best Time Delay (miglior ritardo temporale) - o comunque quelli che a loro più si avvicinano - ad avere il ritardo di gruppo più regolare, mentre sono sempre quelli sottosmorzati

(Chebyshev e simili, tanto per intenderci) a presentare il percorso più irregolare od accidentato della curva di ritardo di gruppo.

Nota sulle impedenze di ingresso e di uscita dei filtri

Come avevamo veduto a proposito dei filtri del primo e del secondo ordine, la risposta (in ampiezza e fase) di qualunque filtro o dispositivo può essere determinata pure attraverso il rapporto tra la tensione di uscita V_{out} e quella di ingresso V_{in} , il quale equivale perfettamente al rapporto tra le rispettive impedenze Z_{out} e Z_{in} .

Il procedimento in oggetto, pertanto, è assolutamente valido anche per filtri di ordine superiore al secondo; soltanto che, a mano a mano che l'ordine stesso sale, i calcoli necessari divengono sempre più lunghi e complicati.

E' per tale motivo che del medesimo non ho più parlato.

Tuttavia, per completezza di informazione e per permettere a qualche volontario lettore di effettuare i calcoli anche secondo tale metodologia, ho deciso di riportare, tabulate, le formule relative al calcolo delle **impedenze di uscita** e delle **impedenze di ingresso** (ciascuna in modulo e fase) dei filtri dal primo al sesto ordine, tanto in configurazione a π quanto a T.

Purtroppo, per mancanza di spazio, sono costretto a rinviare la pubblicazione alla prossima puntata; tuttavia, vale la pena precisare sin d'ora che il loro impiego è (teoricamente) semplice, e va effettuato sulla falsariga degli esempi riportati nelle puntate precedenti. ●

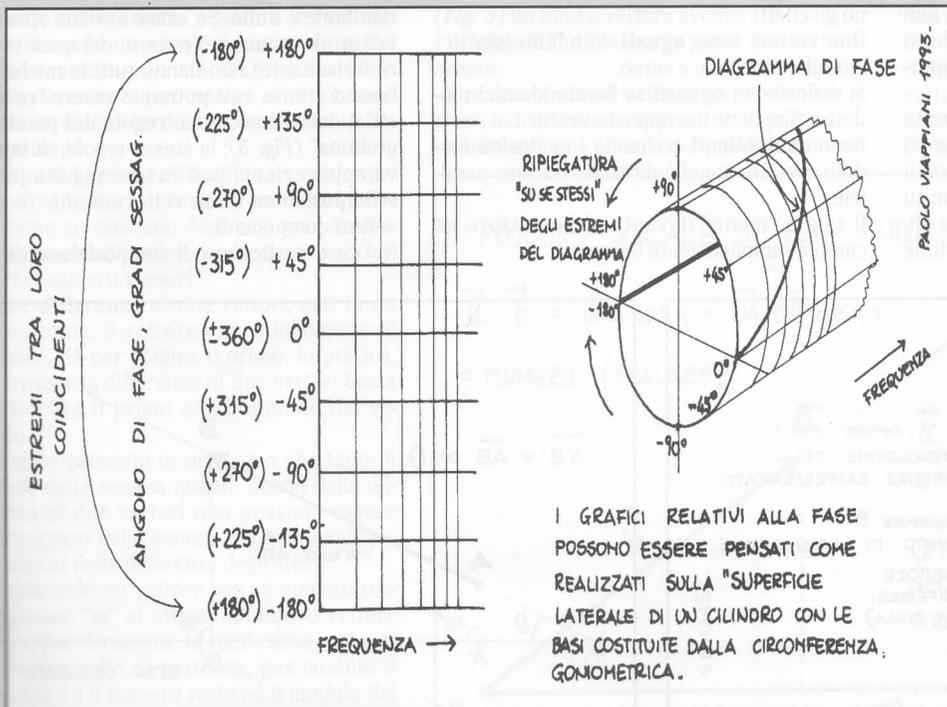


Fig. 22 - Precisazioni per la corretta interpretazione dei grafici di fase.

I CONCETTI FONDAMENTALI dell'Elettrotecnica

Il puntata

Grandezze scalari e grandezze vettoriali

Le grandezze che incontreremo nel corso della trattazione sono di due categorie: **scalari** e **vettoriali**. Una grandezza si dice **scalare** quando è completamente determinata dal numero che esprime la sua misura rispetto all'unità prescelta. Come vedremo, ad esempio, massa e lavoro sono grandezze scalari.

Una grandezza si dice invece **vettoriale** quando per definirla esattamente non basta conoscerne soltanto il valore numerico (od intensità), ma sono necessarie almeno altre due caratteristiche geometriche, ossia la **direzio-**

ne ed il **verso**. Il suo nome deriva dal fatto che essa si può rappresentare mediante un **segmento orientato** detto **vettore**.

Questo (Fig. 1) è caratterizzato dai seguenti elementi:

- **modulo od intensità**, espressa dalla sua lunghezza considerata in valore assoluto, che si può rappresentare graficamente in un'opportuna scala;

- **direzione o retta di azione**, data dalla retta cui il vettore appartiene. Vorrei che non si confondesse la direzione di un vettore con il suo "verso": tanto per fare un esempio, se su una carta geografica si uniscono Roma e Milano con un segmento di retta, la direzione

Milano-Roma e Roma-Milano è la medesima;

- **verso o senso d'azione**, definito dalla freccia nonché dall'ordine di successione in cui vengono letti i due numeri o le due lettere eventualmente posti agli estremi del segmento che rappresenta il vettore. Si dice ad esempio che un vettore è rappresentato dal segmento A-B se agisce da A verso B. Vorrei anche ricordare che, anche se nel presente testo non viene fatto per esigenze tipografiche, una grandezza vettoriale si rappresenta sempre con lettere (o numeri) soprallineati da una piccola freccia;

- **punto d'applicazione**, che è il punto materiale al quale la grandezza espressa dal vettore si intende applicata.

Il punto di applicazione di un vettore si può comunque normalmente spostare lungo la propria retta di azione senza che se ne alterino gli effetti.

Due vettori sono **uguali** se hanno identici modulo, direzione e verso.

Si definiscono **opposti** se hanno identici modulo e direzione ma opposto verso.

Sono **equipollenti** se hanno i medesimi modulo e verso, nonché direzioni tra loro parallele.

Il segno "meno" davanti ad un vettore ne cambia semplicemente il verso.

Fare un intermezzo già alla seconda puntata può forse sembrare eccessivo ma, visti gli argomenti che andremo presto a trattare, è meglio premunirsi e chiarire alcuni concetti fondamentali.

Se consideriamo un vettore e ne proiettiamo ortogonalmente i suoi estremi su di una retta orientata (Fig. 2), il segmento orientato A'-B' si dice **componente** del vettore secondo la retta r.

Se θ indica l'ampiezza dell'angolo BOB', si ha:

$$A'B' = AB \cos \theta$$

La **somma** o **risultante** di due o più vettori aventi la medesima retta d'azione è la somma algebrica dei vettori componenti, ossia è un nuovo vettore che può essere rappresentato graficamente disegnando consecutivamente tutti i vettori del sistema (abbiamo già veduto, infatti, che è lecito "trasportare" i vettori lungo la propria retta d'azione), il quale avrà per origine l'origine del primo vettore e per estremo l'estremo dell'ultimo vettore dato. Nel caso particolare in cui l'origine del primo vettore coincida con l'estremo dell'ultimo, il **risultante** è **nullo**. Se, come avviene spesso, i vettori da sommare (ovvero, dei quali trovare il risultante) non hanno tutti la medesima linea d'azione, essi potranno essere "composti" a due a due con la "**regola del parallelogramma**" (Fig. 3); la stessa regola, di intuitiva applicazione, può essere seguita per la **scomposizione** di un vettore in due (o più) vettori componenti.

Nel caso particolare di **composizione** di vet-

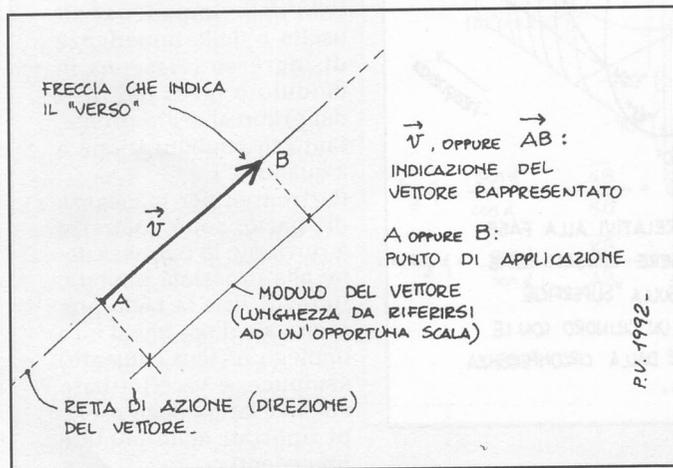


Fig. 1 - Rappresentazione grafica di un vettore.

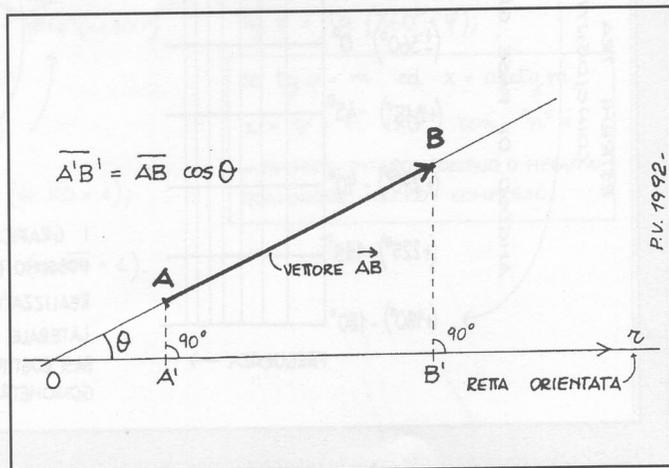


Fig. 2 - Componente di un vettore secondo una retta orientata.

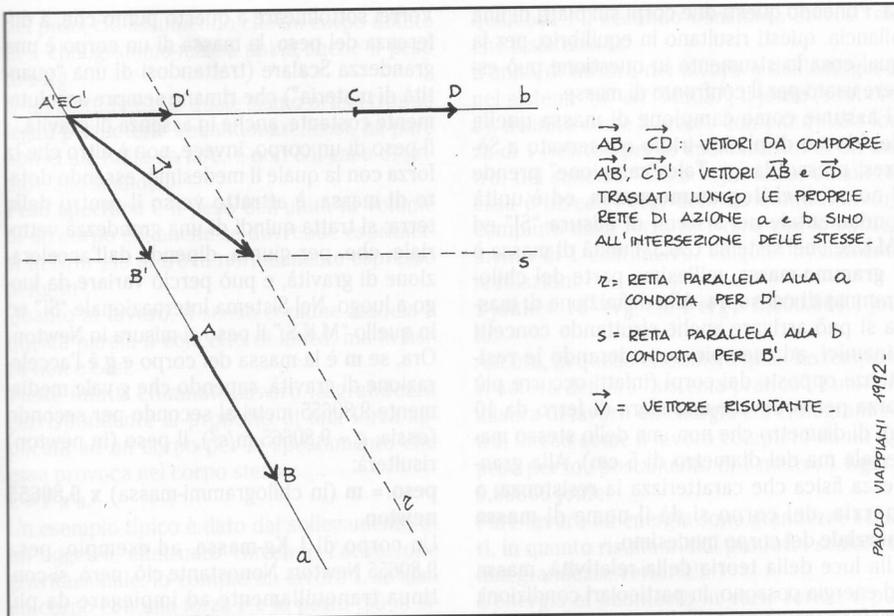


Fig. 3 - Composizione di vettori con il metodo "del parallelogramma".

tori aventi direzioni parallele (o, viceversa, di scomposizione di un vettore secondo rette d'azione parallele al medesimo) si applicano altri procedimenti (ad esempio, quello del **poligono funicolare**) che comunque non è il caso di prendere qui in considerazione.

Un'altra regola che può essere seguita per la composizione di più vettori anche non complanari è quella di scomporre ciascuno di essi nei suoi componenti in un dato sistema di coordinate nel piano o nello spazio, tenendo presente che la somma algebrica dei componenti secondo un asse è il componente del **vettore somma** (o risultante) secondo quell'asse e che si può risalire al vettore cercato una volta che se ne conoscano i suoi componenti.

In tali casi è spesso utile utilizzare quale riferimento i vettori di lunghezza unitaria che giacciono su ciascuno degli assi coordinati e che escono dall'origine dei medesimi: si tratta dei cosiddetti **versori**.

Si dice **differenza** di due vettori, dati in un certo ordine, il vettore che, addizionato al secondo, dà per somma il primo; in pratica, per trovare la differenza di due vettori basta addizionare il primo con l'opposto del secondo.

Va tenuto presente in ogni caso che tanto il modulo della somma quanto quello della differenza di due vettori non possono essere mai maggiori della somma dei loro moduli e mai minori della differenza degli stessi.

Moltiplicando un vettore per un numero reale qualsiasi "m" si ottiene un nuovo vettore avente per direzione la medesima retta di azione di quello di partenza, per modulo il prodotto tra il numero reale ed il modulo del vettore di partenza e verso concorde o contrario a quello del vettore originario, a seconda che il numero "m" sia positivo o negativo. È ovvio che per dividere un vettore per un

numero reale basta moltiplicare il vettore per il reciproco del numero in questione.

Il **prodotto scalare** di due vettori formanti tra loro un angolo di ampiezza α è uno scalare (ossia, un **numero**), prodotto del modulo del primo vettore per il modulo del componente del secondo vettore rispetto alla direzione del primo (Fig. 4). In particolare, per $\alpha = 90^\circ$ e per $\alpha = 270^\circ$ il prodotto scalare di due vettori è uguale a zero.

Il **prodotto vettoriale** di due vettori è invece (Fig. 5) un nuovo vettore avente:

- **origine "O"** all'incrocio tra le due rette di azione;
- **direzione (retta di azione)** perpendicolare al piano individuato dai due vettori di partenza;
- **modulo** uguale all'area del parallelogrammo

avente per lati i due vettori, ossia uguale al prodotto dei loro moduli per il seno dell'angolo formato dalle rette d'azione dei due vettori;

- **verso**: quello di avanzamento di una vite destrorsa il cui asse sia perpendicolare al piano formato dai vettori di partenza, disposta in modo che essa ruoti tassativamente dal primo verso il secondo dei due vettori (ovvero, tendendo a sovrapporre con la più piccola rotazione il primo vettore al secondo, e non viceversa).

Il **prodotto vettoriale** tra due vettori si legge "a vettore b"; si noti che "a vettore b" non è uguale a "b vettore a" ("a vettore b" = - "b vettore a", ovvero cambiare l'ordine dei fattori significa cambiare di segno, a differenza di quanto avviene nel prodotto scalare ed in tutti i prodotti algebrici od aritmetici).

Si definisce **sistema di vettori** l'insieme di tutti i vettori che entrano in gioco nel corso di un fenomeno.

Particolare importanza riveste poi la **coppia di vettori**, un "sistema" costituito da due vettori tra loro paralleli (aventi cioè rette d'azione parallele) e distanti della quantità che si definisce "**braccio della coppia**", nonché aventi uguale intensità (ossia, uguale modulo) e verso opposto l'uno all'altro.

L'effetto prodotto da una coppia è sempre di rotazione, che può essere sinistrorsa oppure destrorsa.

Nella fisica in generale e nell'elettrotecnica in particolare si incontrano numerose grandezze vettoriali: ecco il motivo della presente trattazione, necessariamente sintetica.

Non credo sia comunque il caso di andare oltre; eventualmente, se ci sarà qualche ulteriore precisazione da fare, la farò di volta in volta, quando la cosa dovesse rivelarsi necessaria.

E passiamo ora ad...

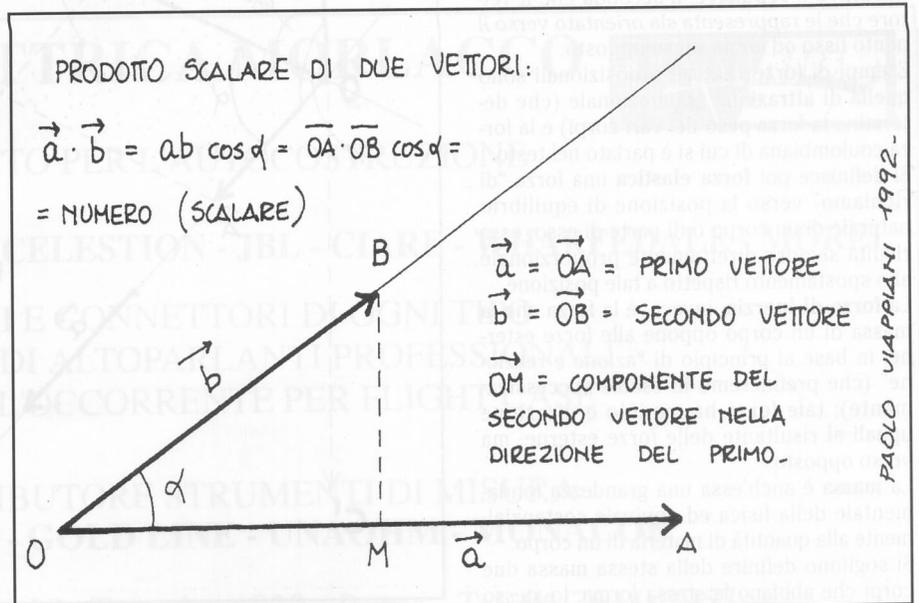


Fig. 4 - Prodotto scalare di due vettori.

Alcuni richiami di meccanica

forza, massa, peso, lavoro, energia, potenza

Una **forza** si può definire come qualsiasi causa che tende ad alterare lo stato di quiete o di moto di un corpo. Il concetto di forza risale, ovviamente, all'antichità, e così pure le varie definizioni che possono essere date della medesima in base all'osservazione degli effetti **statici** o **dinamici** prodotti (ad esempio, la deformazione di una molla od il moto prodotto da una forza che agisce su un determinato corpo).

La forza è una **grandezza vettoriale**, come tale caratterizzata da intensità, direzione, verso e punto di applicazione; può quindi essere rappresentata graficamente tramite un vettore.

L'unità di misura della forza nel sistema di misura internazionale **SI** e nel sistema **M.K.S.** (metro/chilogrammo/secondo) è il **newton** (abbreviato: **N**), definito come la forza che imprime alla massa di un chilogrammo-massa l'accelerazione di un metro al secondo per secondo.

Ancor oggi, però, qualche volta viene usata per la forza l'unità di misura del vecchio sistema **C.G.S.** (centimetro/grammo/secondo), ossia la **dine** (in inglese, **dyne**), la quale viene definita come la forza che imprime alla massa unitaria di un grammo-massa l'accelerazione unitaria di un centimetro al secondo per secondo.

E' ovvio, pertanto, che ad 1 newton corrispondono 10^5 dine e che **1 dyne = 0,0001 newton**.

Le forze possono essere di tipo **attivo** (quando sono applicate ad un corpo dall'esterno e non sono di natura vincolare), oppure **centrali** o **posizionali**, quando la loro retta di azione passa costantemente per un punto fisso **C**.

Le forze di quest'ultimo tipo possono essere **attrattive** o **repulsive**, a seconda che il vettore che le rappresenta sia orientato verso il punto fisso od abbia senso opposto.

Esempi di forze centrali o posizionali sono quella di attrazione gravitazionale (che determina la forza-peso dei vari corpi) e la forza coulombiana di cui si è parlato nel testo. Si definisce poi **forza elastica** una forza "di richiamo" verso la posizione di equilibrio naturale di un corpo o di parte di esso; essa risulta sempre direttamente proporzionale allo spostamento rispetto a tale posizione.

La **forza di inerzia**, invece, è la forza che la massa di un corpo oppone alle forze esterne, in base al principio di "azione e reazione" (che prenderemo in esame successivamente); tale forza ha modulo e direzione uguali al risultante delle forze esterne, ma verso opposto.

La **massa** è anch'essa una grandezza fondamentale della fisica ed equivale sostanzialmente alla quantità di materia di un corpo.

Si sogliono definire della stessa massa due corpi che abbiano la stessa forma, lo stesso volume e siano costituiti della stessa sostan-

za. Ponendo questi due corpi sui piatti di una bilancia, questi risultano in equilibrio, per la qual cosa lo strumento in questione può essere usato per il confronto di masse.

Si assume come campione di massa quella del blocco di platino-iridio conservato a Sèvres, presso Parigi. Tale "campione" prende il nome di **chilogrammo-massa**, ed è unità fondamentale nei sistemi di misura "SI" ed "M.K.S."; nel sistema C.G.S. l'unità di massa è il **grammo-massa**, millesima parte del chilogrammo di cui sopra. Alla definizione di massa si può arrivare anche sfruttando concetti dinamici, ad esempio considerando le resistenze opposte dai corpi (infatti occorre più forza per sollevare una sfera di ferro da 10 cm di diametro che non una dello stesso materiale ma del diametro di 5 cm). Alla grandezza fisica che caratterizza la resistenza, o **inerzia**, del corpo si dà il nome di **massa inerziale** del corpo medesimo.

Alla luce della teoria della relatività, massa ed energia possono, in particolari condizioni, trasformarsi l'una nell'altra, secondo la relazione: **E (energia) = m c²**, ove **m** = massa; **c** = velocità della luce (300.000 km/s).

Vorrei sottolineare a questo punto che, a differenza del **peso**, la massa di un corpo è una grandezza scalare (trattandosi di una "quantità di materia") che rimane sempre assolutamente costante, anche in assenza di gravità.

Il peso di un corpo, invece, non è altro che la forza con la quale il medesimo, essendo dotato di massa, è attratto verso il centro della terra; si tratta quindi di una grandezza vettoriale, che, per giunta, dipende dall'accelerazione di gravità, e può perciò variare da luogo a luogo. Nel Sistema Internazionale "SI" ed in quello "M.K.S." il peso si misura in Newton. Ora, se **m** è la massa del corpo e **g** è l'accelerazione di gravità, sapendo che **g** vale mediamente 9,80665 metri al secondo per secondo (ossia, **g = 9,80665 m/s²**), il peso (in newton) risulterà:

peso = m (in chilogrammi-massa) x 9,80665 newton.

Un corpo di 1 Kg-massa, ad esempio, pesa 9,80665 Newton. Nonostante ciò, però, si continua tranquillamente ad impiegare da più parti, ad onta di leggi, decreti e regolamenti, il chilogrammo-peso (ed i suoi multipli e sottomultipli) quale unità di misura, appunto,

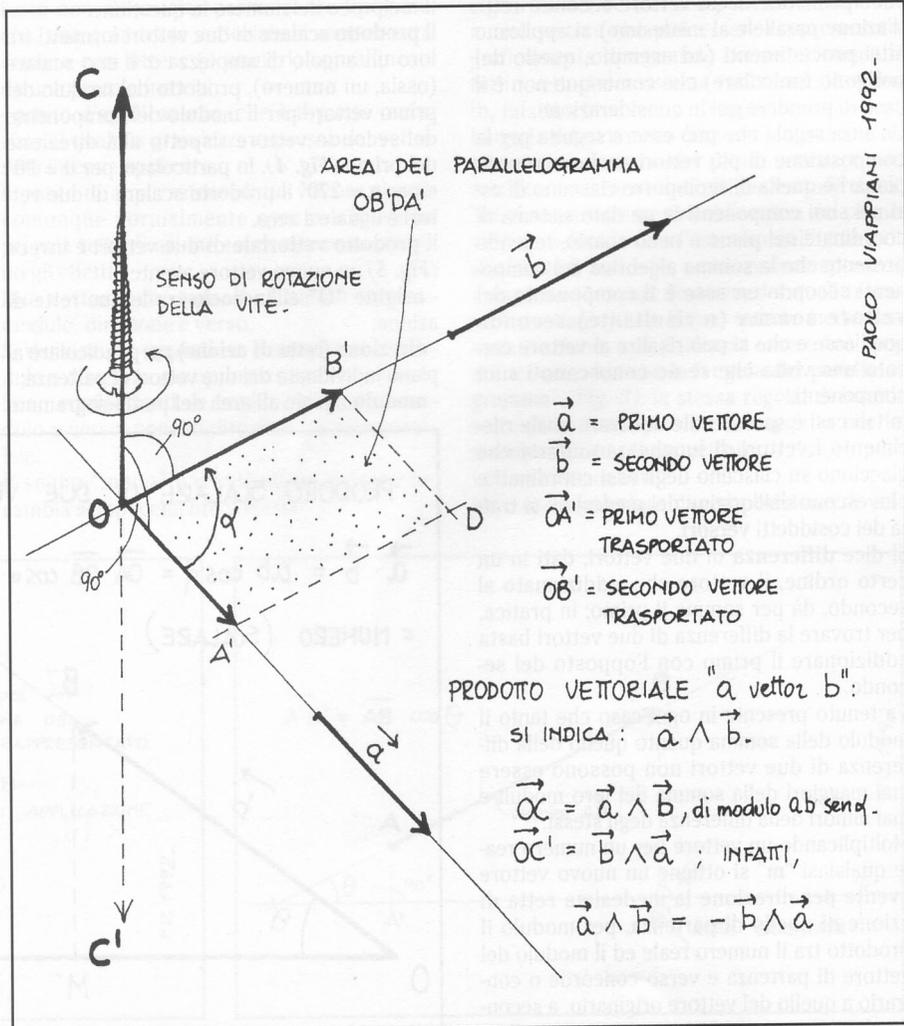


Fig. 5 - Rappresentazione grafica del prodotto vettoriale.



del peso; ciò assumendo che un corpo dotato di 1 chilogrammo-massa abbia anche il peso di 1 Kg.

E' un'abitudine alla quale siamo ormai troppo legati per poterla abbandonare; così, mi pare non ci sia nulla da fare, e non è il caso di gridare allo scandalo.

Peso specifico è il peso dell'unità di volume di un corpo ed, anche se dovrebbe esprimersi in N/m^3 , lo si trova normalmente espresso in Kg/m^3 .

Quanto al **lavoro**, il senso comune associa a questa parola il concetto di fatica, ma in fisica non è così.

Viene infatti chiamata lavoro la grandezza corrispondente al prodotto di una forza applicata ad un corpo per lo spostamento che essa provoca nel corpo stesso:

$$L = F \times s.$$

Un esempio tipico è dato dal sollevamento di un oggetto, effettuato vincendo l'attrazione gravitazionale: io compio un lavoro **L** se alzo un corpo con una forza **F** e lo porto più in alto di **s** metri.

Però, se poi questo oggetto viene lasciato cadere, attratto dalla forza di gravità, è allora questa che compie un lavoro in senso inverso.

Attraverso tale esempio è possibile introdurre un'altra grandezza chiamata **energia**, intesa fisicamente come la capacità di un corpo o di un sistema di compiere un lavoro. Per chiarire meglio: io compio un lavoro alzando l'oggetto, ma nel far ciò lo metto in condizioni di compiere lui stesso un lavoro (ricadendo a terra).

Esso, dunque, dispone di una certa quantità di energia accumulata, intesa come attitudine a compiere un lavoro.

energia e lavoro costituiscono perciò una medesima grandezza fisica, solo che, mentre la prima costituisce la "possibilità di fare

qualcosa", il secondo considera invece "ciò che il sistema fa".

L'unità di misura del lavoro e dell'energia è, nei sistemi "SI" ed "M.K.S.", il **joule** (simbolo: **J**), definito come il lavoro compiuto dalla forza di 1 Newton per lo spostamento di un metro; nel sistema "C.G.S." (peraltro, obsoleto) essa è invece l'**erg**, definito come il lavoro compiuto dalla forza di 1 dina per lo spostamento di 1 centimetro. Valgono ovviamente le relazioni:

$$1 \text{ joule} = 10^7 \text{ erg, ed: } 1 \text{ erg} = 0,000.000.1 \text{ joule.}$$

Ancora, in quello che sino a qualche tempo fa si soleva definire "sistema pratico", l'unità di misura di lavoro ed energia è il chilogrammetro, inteso come il lavoro compiuto da un Kg-peso per lo spostamento di 1 metro; **1 Kgm = 9,80866 joule.**

Pure lavoro ed energia sono grandezze scalari, in quanto risultanti dal prodotto scalare di due grandezze vettoriali.

L'energia si manifesta in varie forme e può subire delle trasformazioni: quella accumulata dall'oggetto di cui sopra è, ad esempio, **energia potenziale**. Quando questa fa compiere lavoro all'oggetto, facendolo cadere verso terra, si trasforma in moto ed è detta **energia cinetica**.

Se consideriamo un sistema idraulico formato da un serbatoio d'acqua posto ad un certo livello e collegato con delle condotte ad una sottostante turbina, possiamo dire che l'acqua, inizialmente, possiede soltanto energia potenziale.

Apriamo invece le valvole, quando l'acqua comincia a scendere ed acquista velocità l'energia diventa cinetica (o "di movimento"). L'acqua arriva alle pale della turbina e le mette in rotazione compiendo un lavoro a spese della sua energia cinetica.

In altre parole, il lavoro rappresenta lo "stato

di passaggio" da una forma di energia ad un'altra.

Una importante grandezza (anche questa di tipo scalare) direttamente derivata dal lavoro o dall'energia è la **potenza**, definita come il lavoro compiuto nell'unità di tempo: **p = L/t.**

L'unità di misura della potenza è il **watt** (simbolo: **W**), che esprime il numero di joule al secondo: **W = J/s.** In altre parole, 1 watt corrisponde al lavoro di 1 joule compiuto nel tempo di un secondo.

In definitiva, la potenza corrisponde alla quantità di lavoro o di energia che un sistema è in grado di produrre (o di assorbire) nell'unità di tempo.

In realtà, per la potenza vi sarebbero anche altre unità di misura (ad esempio, l'**Erg/secondo**, il **Kgm/secondo**, il **cavallo-vapore** o "CV"); tuttavia, non vale la pena di considerarle in queste pagine, anche perché in elettrotecnica il Watt è di impiego universale.

Per la misura dell'energia elettrica consumata in un determinato intervallo di tempo, anziché il Joule, si preferisce usare comunemente il "**wattora**" (**Wh**) ed il "**kilowattora**" (**KWh**): **1 Wh = 3.600 joule, 1 KWh = 3.600.000 joule.**

La potenza elettrica può essere definita partendo da alcune considerazioni. La **tensione elettrica** non è altro che la forza che spinge le cariche elettriche a muoversi nei conduttori: il lavoro corrispondente, quindi, è dato dal prodotto della tensione per la **quantità di carica** spostata.

Poiché, però, la quantità di carica che passa nell'unità di tempo attraverso la sezione di un conduttore è la corrente elettrica, la potenza in questione è data proprio dal prodotto della tensione per la corrente:

$$P \text{ (potenza elettrica, in watt)} = V \times I,$$

ove: **V** = tensione, in volt; **I** = corrente, in ampère.



ELETTTRICA MORLACCO



TUTTO PER L'AUTOCOSTRUZIONE

RCF - MONACOR - VIFA - CELESTION - JBL - CIARE - WHARFEDALE - MOREL

CAVI E CONNETTORI DI OGNI TIPO
SISTEMI DI ALTOPARLANTI PROFESSIONALI
TUTTO L'OCCORRENTE PER FLIGHT CASE

DISTRIBUTORE STRUMENTI DI MISURA
KENWOOD - GOLD LINE - UNAOHM - MONACOR

Eletttrica Morlacco - Via Tuscolana 930 - Roma - Tel. 06/76.90.2957.

UN AMPLIFICATORE MONOTRIODO LOW-COST IN CLASSE A2

II PARTE

Nello scorso n° 10 ho presentato lo schema di un amplificatore monotriodo relativamente semplice ed economico, dalle ottime prestazioni tecniche e musicali, caratterizzato da alcune particolarità circuitali come l'accoppiamento diretto tra driver e 211 e l'uso di un trasformatore di uscita di tipo "normale", cioè senza traferro. L'articolo, vista la quantità di telefonate che mi sono giunte, credo abbia stuzzicato molti autocostruttori. Sono necessari però alcuni commenti e qualche precisazione. Innanzitutto, come si vede dallo schema della sezione di segnale, il progetto porta la data del settembre dello scorso anno. Da quel momento ho apportato quelle continue migliorie e leggere modifiche che mi hanno permesso di perfezionare l'oggetto in questione.

Ho cercato anche di spingere ai limiti concessi dal circuito le prestazioni del tutto, disegnando un alimentatore decisamente più sofisticato, con un'innovativa logica di controllo, che presenterò in uno dei prossimi articoli. Beninteso, l'amplificatore funziona già benissimo con l'alimentatore proposto; ma, visto che il sistema è facilmente "up-gradabile", proporrò uno schema migliore a chi è disposto a spendere e... lavorare. Faccio inoltre notare che in tale amplificatore l'alimentatore non è attraversato dal segnale musicale, e non è poca cosa. Per quanto riguarda la sezione di amplificazione, ecco le modifiche da apportare:

a) lo zener da 150 V è stato sostituito con uno da 200 V, per ottenere qualcosina in più all'uscita del driver (che, ricordo, pilota la 211 anche in zona di griglia positiva); a seconda del beta del transistor regolatore Q1, può essere necessario ridurre il valore della resistenza da 330 kohm che alimenta detto zener a soli 120-150 kohm. Q1 va alettato!

b) per avere un guadagno mag-

giore e poter pilotare il sistema con sorgenti già a livello molto alto (tipo CD con uscita regolabile, ecc.), ho "splittato" la resistenza catodica del primo stadio come si osserva in **Fig. 1**; il condensatore da 500 μF usato è di qualità altissima (militare, al tantalio per impieghi missilistici). Come si vede dalla suddetta figura esso va parallelato con una piccola capacità in poliestere metallizzato o in polipropilene, da 1 a 5 μF : il valore non è critico; avendo cambiato la resistenza catodica, naturalmente, varia il fattore di controreazione; giocando sui valori della resistenza posta nell'anello di reazione, ho abbassato il suo valore originario da 330 kohm/3 W a 220 kohm, sempre da 3 W; mi raccomando la qualità di detto componente!; chi non riesce a reperire un resistore di altissimo livello, lo sostituisca con un gruppo di più resistori, tassativamente in serie, viste le elevate tensioni in gioco. Con tale modifica migliora ulteriormente la qualità della gamma bassa nel

Modifiche e miglioramenti per l'amplificatore con la 211 presentato sul numero scorso di CHF e descrizione delle condizioni di funzionamento della classe A2.

mio sistema, per la diminuita impedenza interna. Si tratta comunque di una reazione di pochi dB;

c) per migliorare le già buone misure di distorsione, ho aumentato il valore delle resistenze in serie al catodo di V2 (originariamente di valore complessivo pari a 37 kohm) fino a 45 kohm (tre resistenze da 15 kohm/4 W in serie); Attenzione, però, tale modifica la possono fare soltanto coloro che intendano costruire la versione con l'alimentatore "Pro" che proporrò tra qualche numero; bisogna infatti avere una linea a tensione negativa di circa -350 V, contro i -250 V originali; sempre riguardo a tale stadio, ho notato che, con alcune 6J5 di produzione non USA (**Fivre, LMT, Sicté**), il potenziometro del bias non riesce a lavorare bene lungo tutta la sua corsa utile; basta sostituire allora la resistenza da 680 ohm tra il catodo e detto potenziometro (necessariamente a filo, e multigiri) con una da 1.5 kohm;

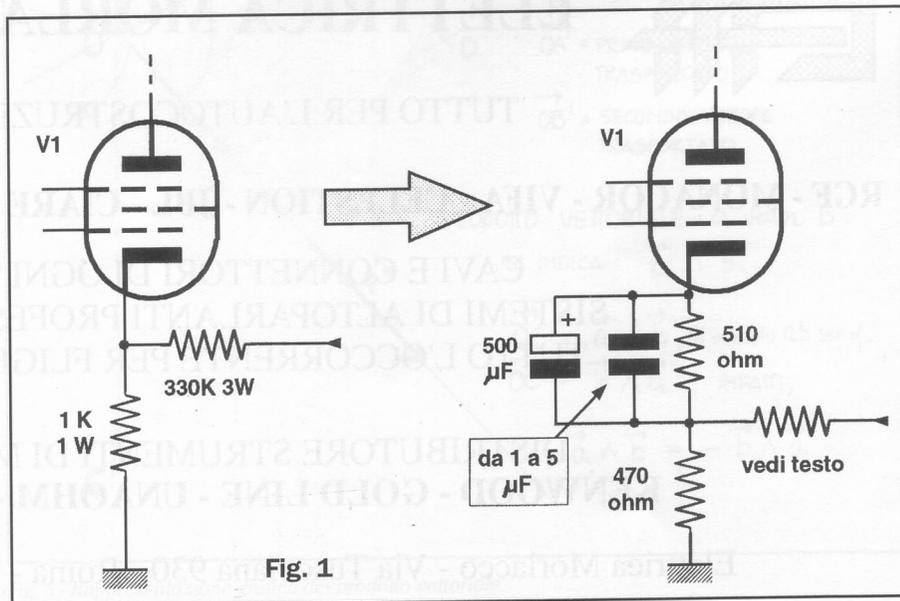


Fig. 1



OOOPS...

Attenzione! Per un errore in fase di impaginazione, l'elenco componenti pubblicato nella prima parte di questo articolo (pagina 33 di COSTRUIRE HIFI n° 10) è errato e non riguarda l'amplificatore in questione; si tratta, infatti, dell'elenco componenti di un altro progetto, per la precisione del finale monotriodo "Orfeo 211A" di Ciro Marzio e di Cristiano Jelasi, già uscito sul n° 9. Ce ne scusiamo con i lettori e con l'autore (se non altro per tutte le telefonate interrogative cui ha dovuto nel frattempo rispondere).

comunque, all'atto della verifica del buon funzionamento, è consigliabile sfilare la 211 dal suo zoccolo e verificare che tra il piedino relativo alla griglia e la massa ci siano -70/-80 V circa; infine, durante la taratura definitiva, bisogna inserire un milliamperometro in serie al circuito anodico della finale (occhio alle tensioni in gioco!) e regolare il bias per ottenere una corrente di riposo di circa 65 mA.

d) la banda passante tra l'ingresso della EF37A e la placca della 211 (quindi a monte del trasformatore d'uscita) è molto spinta; siccome l'amplificatore è, inoltre, non-invertente, si possono innescare auto-oscillazioni ad alta frequenza se i vari stadi non sono ben schermati; a tal proposito è conveniente mettere un condensatore da 120 pF in parallelo all'ingresso;

e) in parallelo ai carta e olio da 2 μF (sull'uscita) ho messo dei condensatori a disco da 1nF/6 KV, in numero di

2; altri condensatori sono stati aggiunti in parallelo agli elettrolitici di disaccoppiamento dei vari stadi: 0.22 μF /630 V vanno benissimo. Gli elettrolitici impiegati devono essere comunque di qualità adeguata (ottimi i ROE ed i Philips).

f) un'ultima nota riguarda il trasformatore di uscita; ho già detto che deve avere la più alta induttanza primaria possibile; questo deriva dal fatto che, pur essendo fuori dall'anello di controreazione (almeno per il secondario), esso introduce uno sfasamento nocivo alle basse frequenze intrinsecamente dovuto all'accoppiamento con i due condensatori da 2 μF ; pertanto, se la sua induttanza non è sufficiente, possono verificarsi instabilità, soprattutto a carico sconnesso; in questo caso l'unica soluzione è abbassare il fattore di controreazione, aumentando il valore della resistenza di anello; per la stessa ragione viene impiegato un condensatore da soli 68 nF sul disaccoppiamento di griglia schermo di V1; se siete assolutamente sicuri della qualità del trasformatore d'uscita potete aumentarne il valore fino a 0.22 μF , con ovvi vantaggi sullo smorzamento della gamma bassa (provare per credere); realizzato il circuito, comunque, due controllatine con l'oscilloscopio ed il generatore di funzioni mi sembrano utili; almeno per mettersi al riparo da eventuali vizi di cablaggio ed oscillazioni spurie; chi si metterà alla costruzione, però, non credo proprio sia uno sprovvaduto...

La circuiteria

Terminata la parte relativa alle modifiche consigliate, parliamo invece un po' del circuito elettrico vero e proprio, concentrandoci sullo stadio finale ed il

tipo di pilotaggio scelto. In genere, un amplificatore di potenza classico tra driver e tubo d'uscita (o più tubi, nei push-pull) impiega un accoppiamento RC del tipo che riporto nella Fig. 2 (Nota 1).

Nello schema di Fig. 2, C è il condensatore d'accoppiamento vero e proprio, Rg1 è la resistenza di fuga di griglia, e Rg2 è inserita per funzioni anti-oscillatorie (soprattutto negli stadi che fanno impiego di pentodi o tetrodi a fascio; nel seguito Rg2 verrà trascurata). Il sistema di Fig. 2 soffre di alcuni importanti difetti, e precisamente:

1 - il condensatore C introduce un taglio alle basse frequenze, cioè uno "zero" ulteriore nella risposta in frequenza del sistema, che può causare problemi nei circuiti controreazionati; meglio non discutere poi sulle sue qualità tecnologiche e soniche;

2 - esistono possibilità di derive e instabilità a lungo termine, in seguito alla corrente di griglia del tubo finale, soprattutto se quest'ultimo è usato con polarizzazione fissa;

3 - è impossibile pilotare bene il tubo finale entro tutte le sue possibilità.

Ora concentriamoci sui punti 2 e 3. Pur non attirando direttamente elettroni, almeno per tensioni di griglia negative, in realtà ogni valvola è caratterizzata da una certa corrente di griglia che nasce per molteplici ragioni fisiche complesse (vedere i rife. [1] [2] [3]); mentre per i tubi di segnale tale corrente è assai ridotta, da 10E^{-7} a 10E^{-10} A, diverso è il discorso per le valvole di potenza, in cui le dissipazioni si fanno importanti e dove le correnti incriminate assumono valori anche di qualche mA. La resistenza Rg1 deve essere contenuta in valore poiché, per l'effetto di cui sopra, la griglia tende a polarizzarsi positivamente, spostando il punto di lavoro verso la saturazione e aumentando la corrente di riposo. Purtroppo, un aumento della corrente la provoca pure una maggiore dissipazione, che incrementa ancora di più la corrente di griglia. Si entra in un circolo vizioso che può portare il tubo a lavorare in condizioni limite di dissipazione; meno male che l'autopolarizzazione generalmente impiegata tende a correggere il difetto che, tuttavia, esiste, è misurabile, e si fa sentire soprattutto nei sistemi in cui il dispositivo d'uscita dissipa già parecchio. Ciò non vuol dire comunque che lo schema, diffusissimo, di Fig. 2 sia per forza perico-

Nota (1): d'ora in poi consideriamo soltanto stadi single-ended autopolarizzati.

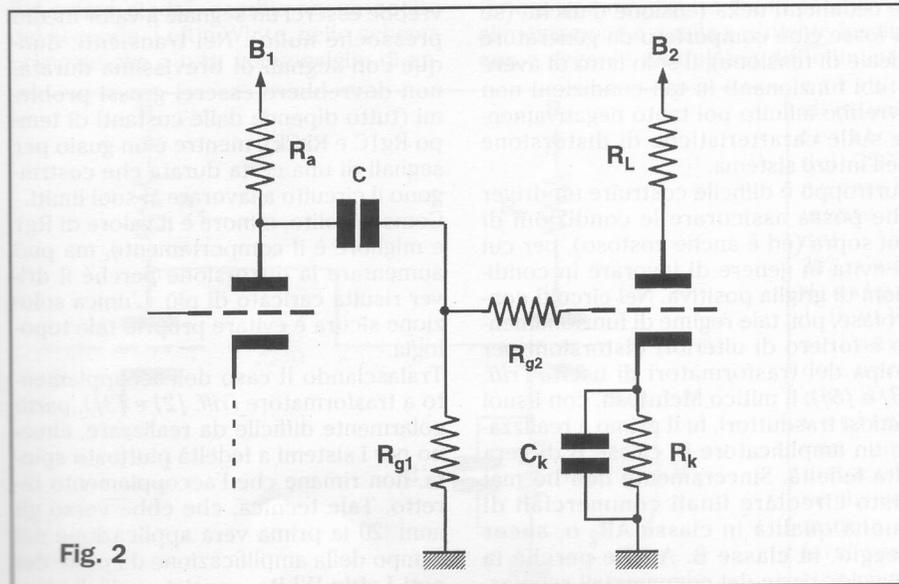


Fig. 2

Fig. 3

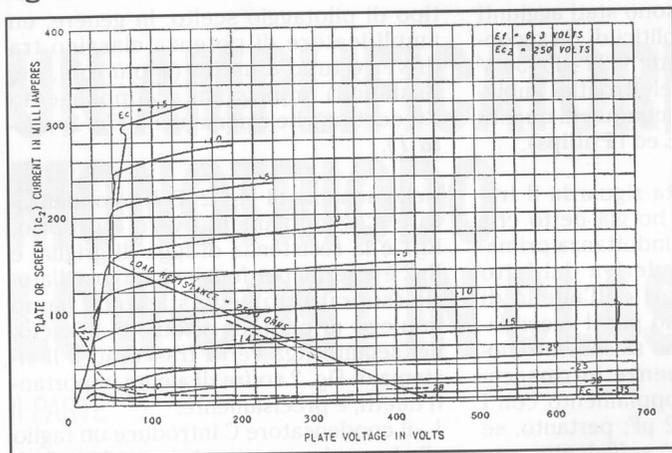
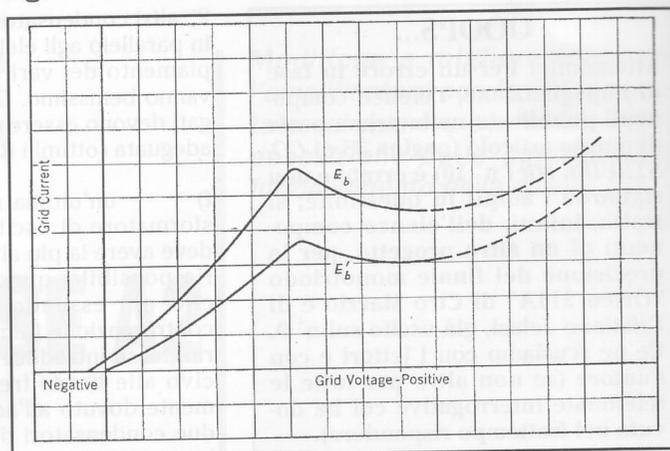


Fig. 4



loso, perché esistono amplificatori dalla suddetta topologia che sono affidabilissimi, ma merita una scelta dei componenti ben pensata, soprattutto nei riguardi della Rg1. In generale, i data book riportano sempre il valore massimo di detto resistore; si noti che, nel caso di polarizzazione fissa, tale valore può essere anche 10 volte minore. Molti sistemi commerciali che vedo non rispettano assolutamente detto vincolo, ed è questa una delle principali cause di avarie o di scarsa durata dei tubi stessi (soprattutto se questi non sono di qualità). Abbassare Rg1 comporta, infatti, il dover aumentare le capacità di erogazione del driver e magari cambiare C (incrementando il suo valore) per avere la stessa costante di tempo nell'accoppiamento. Ma, più aumenta C, maggiori sono le sue perdite ed i problemi associati a detto componente; è tutto molto più complicato di quanto si pensi. Soprattutto se consideriamo il punto 2. Uno stadio di potenza di alta qualità impiega il tubo finale (o i tubi, nel controfase) generalmente in classe A o AB₁ (quest'ultima solo per il push-pull), ma non ammette il pilotaggio dei dispositivi d'uscita nella zona a corrente di griglia positiva, caratterizzata dalla notazione con pedice 2 - ad esempio AB₂ -, per le ragioni che vedremo tra poco. Questo, da un lato, viene fatto poiché le distorsioni che ne conseguono sono molto più alte che nella zona di griglia negativa (ma per colpa del circuito nella sua totalità, e non per le valvole utilizzate in una regione apparentemente proibita), e per altri problemi di pilotaggio. È un peccato però non pensare a tale eventualità, soprattutto nel caso in cui siano necessarie alte potenze di picco o si vogliano ottenere buone efficienze dallo stadio d'uscita. Un tubo elettronico, infatti, può erogare ancora più corrente se la sua griglia diviene positiva (e attira di fatto gli elettroni, che scor-

rono nella maglia di griglia stessa), consentendo valori maggiori della corrente anodica. A titolo di esempio, riporto in Fig. 3 le caratteristiche di uscita di un tubo famosissimo in cui si mostrano anche curve per $V_{gk} > 0$.

Il guaio è che il circuito di griglia viene a consumare potenza proprio perché scorre corrente nella griglia del tubo. Lo spazio griglia-catodo diviene a tutti gli effetti un diodo polarizzato direttamente, per tensioni $V_{gk} > 0$! Non è più un circuito aperto o quasi (vedi Fig. 4), ma diventa resistivo, di basso valore e non lineare! È arduo pilotare bene un tale stadio, proprio per la bassa impedenza che presenta. Un normale driver, che lavora su impedenze di carico dell'ordine dei 50-100 kohm, vede improvvisamente crollare la sua impedenza di carico appena il tubo finale conduce di griglia. E così cala pure il segnale applicato, con ovvia distorsioni e tosature. Si badi bene che, se il circuito di pilotaggio fosse stato capace di erogare tutta la corrente richiesta senza mostrare cedimenti nella tensione d'uscita (se si fosse cioè comportato da generatore ideale di tensione), il solo fatto di avere i tubi funzionanti in tali condizioni non avrebbe influito poi tanto negativamente sulle caratteristiche di distorsione dell'intero sistema.

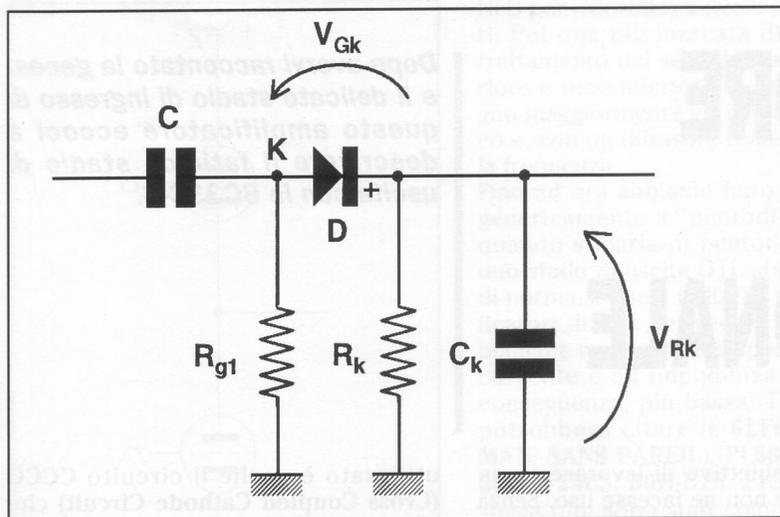
Purtroppo è difficile costruire un driver che possa assicurare le condizioni di cui sopra (ed è anche costoso), per cui si evita in genere di lavorare in condizioni di griglia positiva. Nei circuiti controfase, poi, tale regime di funzionamento è foriero di ulteriori distorsioni per colpa dei trasformatori di uscita (rifer. [3] e [5]); il mitico McIntosh, con i suoi famosi trasduttori, fu il primo a realizzare un amplificatore in classe B di vera alta fedeltà. Sinceramente non ho mai visto circolare finali commerciali di buona qualità in classe AB₂ o, ancor peggio, in classe B. Anche perché la maggior parte dei commerciali scopiazz-

za il Williamson (e le varie versioni ultralineari) con poche modifiche. Detto amplì, per quello che vi dirò tra poco, non supporta assolutamente il funzionamento nelle condizioni limite già viste. Se la valvola pilota è infatti connessa con un condensatore alla finale, non appena inizia a scorrere corrente di griglia, ecco di seguito quello che succede (vedi Fig. 5). Nella figura ho introdotto un diodo per simulare lo spazio griglia-catodo che, in queste condizioni può condurre. Per forza di cose, nel nodo K nasce un potenziale negativo dovuto all'effetto rettificatore del diodo stesso nei confronti del segnale musicale proveniente dallo stadio precedente. Anche V_{rk} aumenta, seppur di poco, per la stessa ragione. Ciò sposta il punto di lavoro verso l'interdizione, e non permette di ottenere un più elevato valore di corrente anodica. Il fenomeno, in realtà, si manifesta per segnali di durata sufficiente a caricare C di quel tanto che basta per cambiare il potenziale nel nodo K in maniera sensibile (in tale punto dovrebbe esserci un segnale a valor medio pressoché nullo). Nei transienti, dunque con segnali di brevissima durata, non dovrebbero esserci grossi problemi (tutto dipende dalle costanti di tempo Rg1C e RkCk), mentre è un guaio per segnali di una certa durata che costringono il circuito a lavorare ai suoi limiti. Come al solito, minore è il valore di Rg1 e migliore è il comportamento, ma può aumentare la distorsione perché il driver risulta caricato di più. L'unica soluzione sicura è evitare proprio tale topologia.

Tralasciando il caso dell'accoppiamento a trasformatore (rifer. [2] e [3]), particolarmente difficile da realizzare, almeno per i sistemi a fedeltà piuttosto spinta, non rimane che l'accoppiamento diretto. Tale tecnica, che ebbe verso gli anni '20 la prima vera applicazione nel campo della amplificazione da parte dei noti Loftin-White, consiste nell'elimina-



Fig. 5



re del tutto il condensatore di accoppiamento, secondo lo schema semplificato di Fig. 6 (Nota 2).

Per garantire il corretto punto di lavoro della finale, visto che la sua griglia è connessa direttamente all'anodo della pilota (su cui ci saranno circa 150-200 V), non rimane che spostare il potenziale catodico del tubo d'uscita di un valore V_k' tale per cui la sua griglia si trovi ad una tensione più bassa che non il catodo, come deve evidentemente essere (almeno a riposo). A parità di potenza d'uscita rispetto ad un corrispondente accoppiamento RC è però necessaria una tensione di alimentazione molto più alta, poiché V_k' è una tensione che viene sprecata totalmente. Però ci siamo liberati del condensatore C, e non è poca cosa. Rimane un difetto: la corrente di riposo della finale dipende da quella del driver, visto l'accoppiamento diretto (impropriamente definito "in continua" dai più); se si sposta il punto di lavoro del primo stadio, cambia anche quello del secondo. Loftin-White, nello schema originale che a tutti voi consiglio di an-

to. Nel caso dell'accoppiamento diretto, se il driver ha un'impedenza interna sufficientemente contenuta, può pilotare benissimo il tubo d'uscita nella regione di griglia positiva, consentendo di strappare qualche watt in più a quest'ultimo. Questo vale sia in un circuito semplice ed elegante come il L-W classico, ma vale ancor più nello schema da me proposto, in cui il driver è connesso ad inseguitore catodico, e presenta un'impedenza di uscita di soli 300 ohm. I più scettici possono provare a inserire un resistore di basso valore tra la griglia della 211 ed il catodo della 6J5 per simulare il pilotaggio da una sorgente con impedenza più alta, e vedere poi la massima potenza indistorta nelle nuove condizioni. Questo è fondamentale, a mio avviso, per un circuito non estremamente potente come può essere un "monotriodo", per ottenere qualcosa di più, soprattutto nei picchi. Ricordo infatti che il rendimento di un triodo di potenza (inteso come rapporto tra la potenza di alimentazione e quella realmente fornita come segnale modulato) difficilmente

arriva all'ottimo teorico del 25%; normalmente è del 18-20%. Cioè, dissipa 100 W sull'anodo e ne ricavo 20 in uscita, con una distorsione che comincia a farsi sentire (an-

che se non fastidiosa). E' lecito dunque un sistema che, pur funzionando in classe A, spinga il funzionamento anche nella regione di griglia positiva, aumentando il rendimento fino al 30% e più. La maggior parte dell'ascolto avviene infatti con potenze estremamente basse (dipende dall'efficienza dei diffusori e dal genere musicale), ma è meglio disporre di un sistema capace di fornire più potenza, mantenendo quelle caratteristiche di definizione e musicalità proprie di un tale circuito. Riguardo al mio circuito qualcuno potrà obiettare che un Loftin-White puro può essere migliore, dal punto di vista dell'ascolto; che mettendo un triodo al posto della EF37A in ingresso... Non lo metto in dubbio, per carità! lo ho proposto però un circuito abbastanza fuori dal comune (cioè non l'ho pedissequamente copiato), dalle comunque buone caratteristiche sonore e dall'affidabilità collaudata. Tra qualche numero vedrete poi il nuovo alimentatore che impiega trasformatori e filtri (a pi-greco) separati per i due canali, e con le tensioni anodiche applicate secondo una certa sequenza di ritardi (rispetto all'atto dell'accensione). Ciò aumenta la vita utile dei tubi e, grazie ad un ulteriore sistema di protezione sonicamente innocuo, garantisce un'affidabilità ed una sicurezza di funzionamento tipici di apparati industriali. Per chi scrive, infatti, non è importante soltanto la qualità d'ascolto, ma anche il buon funzionamento nelle più svariate condizioni di utilizzo; basta con i circuiti tirati per il collo o, comunque, mal progettati. Se si facesse un elenco dei valvolari commerciali (esoterici?) con errori di progetto, beh, non basterebbe l'intera rivista; per fortuna, le vecchie apparecchiature di un certo Walker uscirebbero a testa alta.

Bibliografia

- [1] Carlo Tagliabue - "Elettroacustica" - Radioindustria, 1951.
- [2] A. L. Albert - "Fundamental electronics and vacuum tubes" The MacMillan Co., 1948.
- [3] Langford - Smith "Radiotron Designer's Handbook" Wireless Press, 1954.
- [4] E. Montù - "Come funziona e come si costruisce una stazione per la trasmissione e la ricezione radiotelegrafica e telefonica" - Hoepli, 1932
- [5] Fedeltà del Suono - N° 1, OTT 1991, pagg. 27-29.

Nota (2): in realtà L-W usarono un tetrodo come driver ed un triodo a riscaldamento diretto come tubo d'uscita. Vedere la trattazione completa su FdS rif. [5].

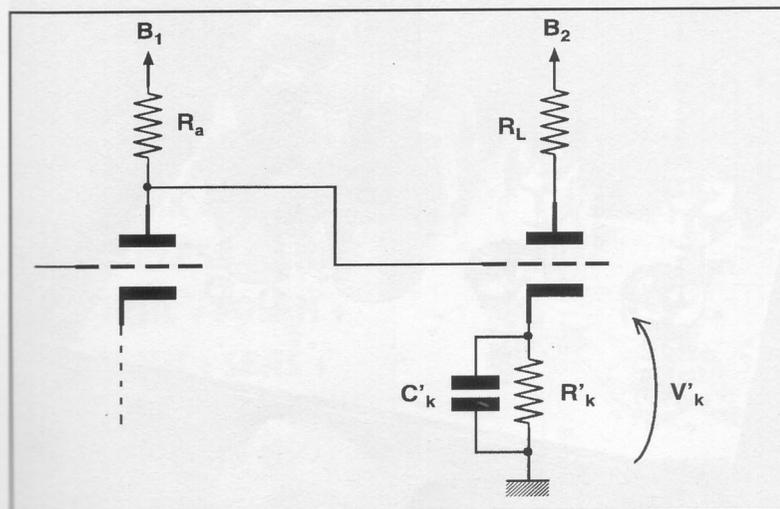


Fig. 6

UN AMPLIFICATORE OTL-OCL NON CONVENZIONALE

II PARTE

Non prima, però, di sottolineare che niente meno che **Ken Ishiwata San** si è congratulato con noi per la realizzazione e ci ha fatto sapere attraverso **Silvio (Delfino)** che, come supponemmo la volta scorsa, in Giappone qualcosa di simile era già stato presentato. Ha infatti ricordato che una quindicina di anni fa comparvero alcuni progetti di ampli OTL con stadio di uscita SRPP senza autotrasformatore, ma ha comunque precisato che per quanto ne sappia lui il nostro è il primo realizzato con la 6C33C-B. Nessuna notizia, invece, sulla questione dei due stadi soltanto, così come sulla completa modularità. Dopo questa doverosa precisazione che conferma, tra le altre cose, una volta di più che non abbiamo inventato niente (mentre l'Italia è piena di geni pazzi e grandi inventori domenicali di fantastici circuiti amplificatori) ma nemmeno copiato, andiamo subito a parlare dello stadio di uscita.

Lo stadio di uscita

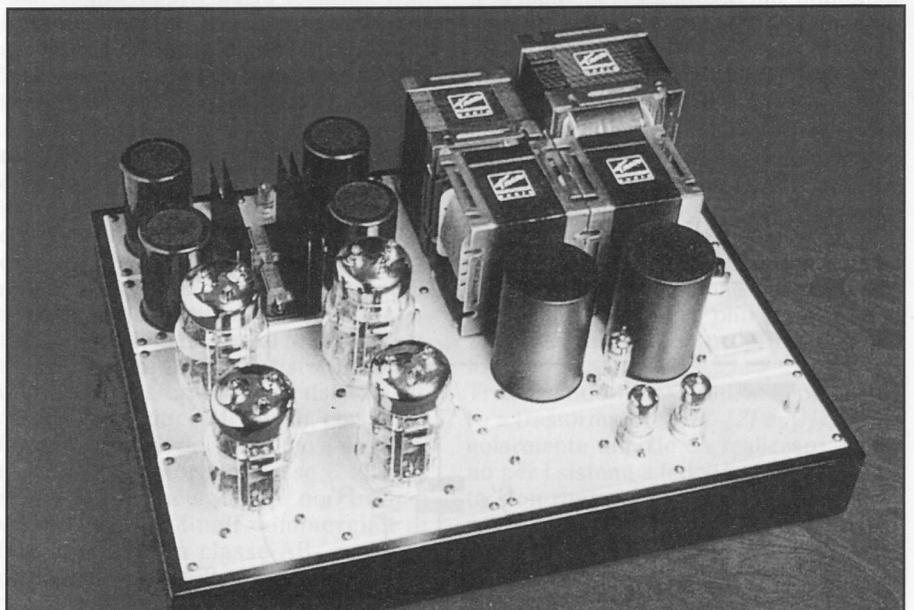
Come già accennato la volta scorsa, siamo partiti cercando di mettere in uno schema OTL quanto più si poteva del monotriodo. In altre parole si è cercato di fare acquistare ad un circuito OTL quella musicalità che di solito gli è sconosciuta. Abbiamo raccontato la storia dell'ampli nella prima parte, ma come arrivammo, indipendentemente, ad una tipologia SRPP per lo stadio di potenza? Innanzi tutto il solito SEPP (**Single-Ended Push-Pull**) non ci soddisfaceva per una serie di ragioni (**Fig. 1**). Prima di tutto ha bisogno di uno stadio sfasatore. Abbiamo già esposto la nostra avversione per questi stadi, con l'unica eccezione del trasformatore (**1**). Ma la presenza del trasformatore-sfasatore sarebbe stato un "passo indietro", visto

1) Più fonti autorevoli notano, con l'utilizzo del trasformatore, un miglioramento della definizione ed un aumento della musicalità, specie nella regione medio-alta.

il nostro obiettivo di lavorare su un circuito che non ne facesse uso. Senza parlare dei problemi che potevano sorgere una volta applicato il NFB. Un circuito SEPP è, appunto, un push-pull, anche se non simmetrico (quindi meno propenso alla cancellazione delle armoniche pari). Tuttavia è portato a cancellare informazioni oltre che ad essere meno musicale. Nel circuito SEPP il tubo superiore, uscente di catodo (NFB 100%), tende ad avere un certo guadagno (minore di 1) diverso da quello inferiore, uscente di placca. Questo trattamento completamente diverso del segnale comporta la necessità di operare una compensazione, in qualche modo, del guadagno per ogni ramo. Non basta. I due tubi hanno anche impedenza di uscita e banda passante completamente differenti, necessitando così di ulteriori compensazioni. Il circuito che ne risulta è sicuramente complesso e, di conseguenza, difficilmente ben suonante (sono troppe le componenti che influiscono sul risultato finale). Molto

Dopo avervi raccontato la genesi e il delicato stadio di ingresso di questo amplificatore eccoci a descrivere il fatidico stadio di uscita con le 6C33C-B.

utilizzato è anche il circuito CCCC (**Cross Coupled Cathode Circuit**) che offre una perfetta simmetria (pilotaggio bilanciato dell'altoparlante), alta potenza sul carico, una bassa impedenza d'uscita e doppio anello di NFB (**Fig. 2**). A parte il fatto che in questo circuito l'altoparlante non è collegato a massa, ritroviamo i difetti tipici del perfetto push-pull, a cui già si è accennato, oltre che uno stadio di uscita con 100% di NFB. A questo punto la scelta del circuito SRPP (**Fig. 3**) è stata naturale (per noi). Nessuna necessità di sfasamento (il tubo superiore prende il segnale dalla placca di quello inferiore), altissima linearità intrinseca (che si traduce in una distorsione propria molto bassa e dal decadimento lineare), alto slew-rate (per cui bassi tempi di transito), bassa impedenza d'uscita, ampia banda passante, funzionamento in classe A. Si può affermare che esso possiede alcuni vantaggi del push-pull (bassa distorsione, bassa impedenza d'uscita, alta corrente), altri del single-ended



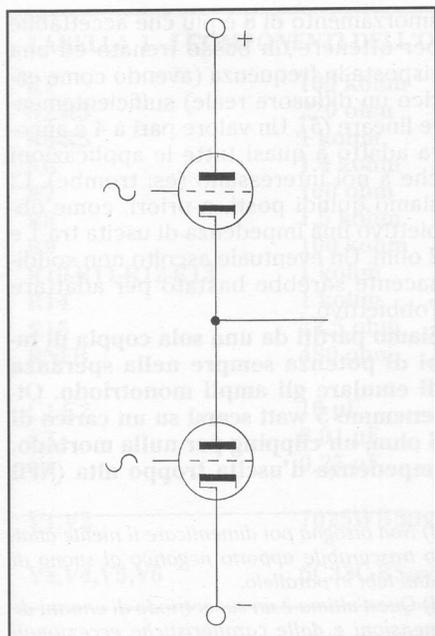


Fig. 1 - Circuito di uscita senza trasformatore SEPP (single ended push-pull).

(decadimento lineare, assenza dello sfasatore, dettaglio, trasparenza) e una caratteristica tutta sua: un'eccezionale tridimensionalità. Per queste ragioni a noi piace definire questo OTL un "quasi-single-ended". Il funzionamento del circuito SRPP è stato spiegato nella prima parte (*COSTRUIRE HiFi n° 10*).

Naturale è stata anche la scelta di realizzarlo a triodi, quasi scontata. L'unico vantaggio nell'utilizzo dei pentodi è la maggiore potenza d'uscita ottenibile. Ma la loro impedenza interna estremamente elevata crea tutta una serie di problemi tra cui una più alta impedenza d'uscita che implica un più alto

NFB per riportarla a livelli più contenuti. Poi una più marcata differenza di trattamento del segnale tra tubo superiore e tubo inferiore da cui un guadagno maggiormente variabile con il carico e, con un diffusore reale, anche con la frequenza.

Fino ad ora abbiamo fatto riferimento genericamente a "pentodi". In realtà, quando si parla di pentodi adatti per uno stadio di uscita OTL si fa allusione, di norma, a quelli utilizzati come amplificatori di riga nei vecchi televisori in bianco e nero, cioè a dispositivi ad alta corrente e ad impedenza interna, di conseguenza, più bassa. Tra i tanti si potrebbero citare le **6LF6 (FUTTERMAN, SANS PAREIL)**, **PL504 (GRAAF)**, **6LQ6**, **25E5**, **50H-B26**, **EL509** ecc. Gli stessi tubi sono stati comunque utilizzati anche in collegamento in pseudotriodo, con risultati in taluni casi soddisfacenti. Rimane il problema che questi dispositivi non sono particolarmente lineari e sono nati per dissipare potenze impulsive: sono destinati a durare molto poco utilizzati in circuiti lineari.

Tutte queste sono solo alcune delle ragioni tecniche per cui è stato scelto il triodo. E in tutto questo non abbiamo mai chiamato in causa la superiorità del suono del triodo puro rispetto ad ogni altro dispositivo.

A questo punto c'era da scegliere il triodo più adatto.

Questo doveva possedere una alta linearità ed una bassa impedenza interna. Possibilmente con un μ non rasoterra. In altre parole doveva essere un triodo ad alta transconduttanza, quindi necessariamente a riscaldamento indiretto. Di valvole del genere ne esistono moltissime. Ve ne sono con zoc-

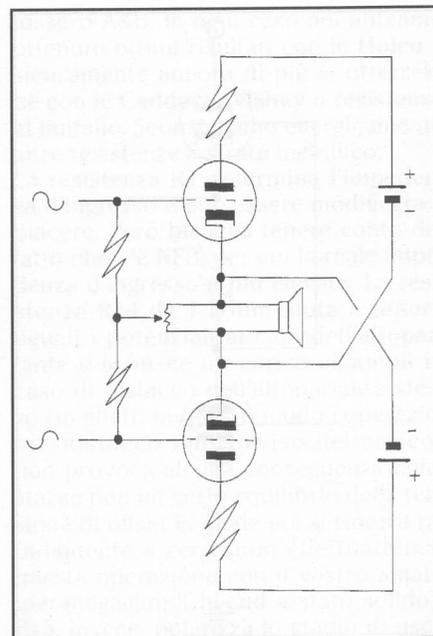


Fig. 2 - Circuito di uscita senza trasformatore CCCC (cross coupled cathode circuit). Il carico è sollevato da massa, il NFB ha due punti di prelievo simmetrici, l'impedenza d'uscita è particolarmente bassa.

colo noval, assai diffuse in Giappone, come, per esempio, la **6RA2**, **6RA3** (valvola utilizzata, ad esempio, in un OTL **TECHNICS** del 1965), **6RA6 (2)** (stadio di uscita facoltativo, tra le altre applicazioni, del famoso pre "SRPP" de *L'Audiophile*), **12B4**. Tutte, però, devono essere utilizzate in grande numero per buone potenze in uscita necessitando, perciò, anche di

2) Entrambi sono tubi giapponesi senza equivalenti.

LE MARCHE...

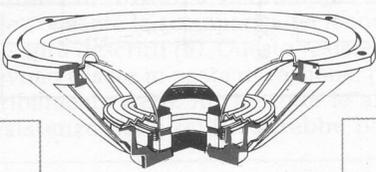
ATD ♦ KEF ♦ DYNAUDIO
RCF ♦ SCAN-SPEAK ♦ RES
FOCAL ♦ VIFA ♦ SIPE
AUDAX ♦ SIARE ♦
PEERLESS ♦ CIARE ♦
CORAL ♦ SOLEN ♦
BEYMA ♦ SEAS ♦

...LE MIGLIORI

elettronica
elettronica commiteri



COMMITERI



I COMPONENTI PER :

- L'AUTOCOSTRUZIONE DELLE CASSE
- CIRCUITI STAMPATI DI OGNI TIPO
- CROSSOVER DEDICATI
- IMPIANTI STEREO VEICOLARI

"BOBINE SU MISURA"

TUTTO QUESTO
E
MOLTO DI PIU'
PUOI TROVARLO IN :

Via APPIA NUOVA 614
Tel.7811924 / Fax 7808722

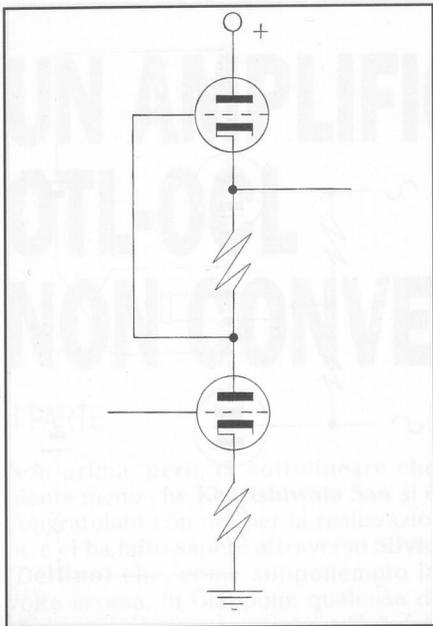


Fig. 3 - Circuito SRPP (shunt regulated push pull).

una attenta selezione (3). Ve ne sono poi di origine MULLARD, come la 11A3, di produzione sovietica, come la EC19P e la EC33C (triode militare esportato anche in Giappone a seguito di un accordo particolare), e tante altre, ma le più comuni ed interessanti per il nostro scopo sono quelle di origine americana per regolazioni serie dell'alimentazione,

quasi tutte con zoccolo octal, come la 5998, la 6AS7(G), la 6080 (anche WA, WB, WC), la 6082, la 6336 (A e B) ed altre assai più rare, come la 6528 (una 6336 con $\mu=9$), la SYLVANIA 7241 o la sconvolgente SYLVANIA 7026R (4).

Come raccontammo la volta scorsa il progetto originale prevedeva la 6080. Fu poi ripreso tempo dopo sempre con i medesimi triodi per lo sviluppo in preparazione all'arrivo della 6C33C-B. Infatti, oltre ai già citati problemi, le 6080 (precisamente 3 coppie di 6080WC) mostravano altri limiti dovuti alla limitata transconduttanza. Da questo punto di vista (ma anche da tutti gli altri, per la verità!) la 6336 appare indubbiamente come una scelta nettamente migliore. Purtroppo il suo costo di oltre 60 dollari l'ha relegata in secondo piano. La 6C33C-B SOVTEK sembrava la scelta migliore possibile, per di più ad un costo umano. Ed essa non tradì le nostre aspettative. Il passaggio alle 6C33 fu traumatico. Le performace (tutte) dell'ampli migliorarono drammaticamente, consentendo di toccare con mano il nostro sogno: un ampli OTL a soli due stadi di proporzioni non ciclopiche e facilmente utilizzabile. I tubi russi (senza equivalenti) si sono rivelati perfetti per questa applicazione. Le caratteristiche sono riportate in figura. Il raggiungimento di impedenze d'uscita molto basse è, secondo noi, una cosa completamente inutile. Un fattore di

smorzamento di 8 è più che accettabile per ottenere un basso frenato ed una risposta in frequenza (avendo come carico un diffusore reale) sufficientemente lineare (5). Un valore pari a 4 è ancora adatto a quasi tutte le applicazioni che a noi interessano (es. trombe). Ci siamo quindi posti, a priori, come obiettivo una impedenza di uscita tra 1 e 2 ohm. Un eventuale ascolto non soddisfacente sarebbe bastato per adattare l'obbiettivo.

Siamo partiti da una sola coppia di tubi di potenza sempre nella speranza di emulare gli ampli monotriode. Ottenemmo 5 watt scarsi su un carico di 8 ohm, un clipping per nulla morbido, impedenza d'uscita troppo alta (NFB

3) Non bisogna poi dimenticare il niente affatto trascurabile apporto negativo al suono di tanti tubi in parallelo.

4) Quest'ultima è un super-triolo di enormi dimensioni e dalle caratteristiche eccezionali per regolazioni in impieghi industriali: la sua impedenza interna è di appena 20 ohm! Non cercatela: il suo prezzo si aggira intorno al milione (l'una)! Questa volta (è assai raro) il costo è pienamente giustificato.

5) Si parla di risposta in condizioni quasi-statiche. E' noto che l'orecchio è sensibile, in banda telefonica, a variazioni di volume piuttosto contenute. E' altresì noto come in condizioni dinamiche (musica) queste minime variazioni percepibili aumentino nettamente. Attenzione, quindi, a non drammatizzare per un picco di 1 dB.

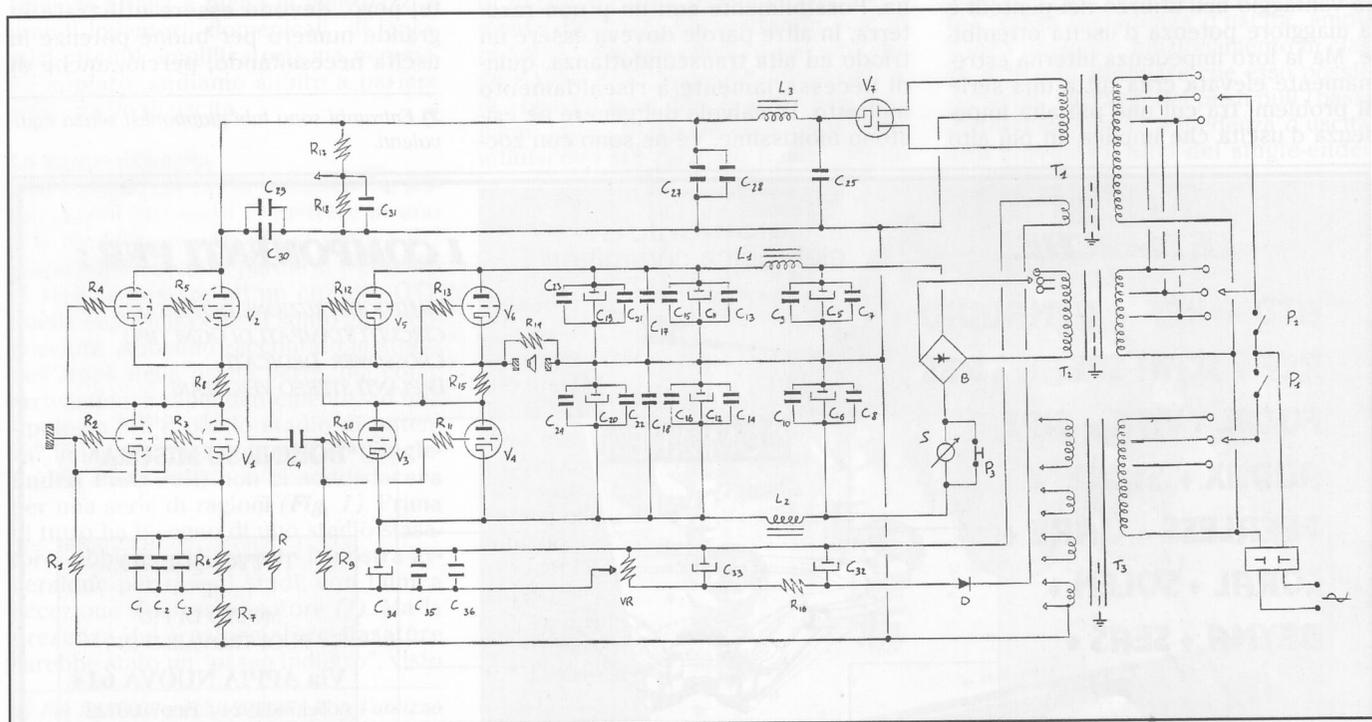


Fig. 4 - Schema completo dell'amplificatore OTL. Notate la semplicità del circuito amplificatore in contrasto con la complessità della sezione alimentatrice.



TABELLA 1 - I COMPONENTI DELL'OTL-OCL

| | | | |
|-----------------|----------|--------|------------------|
| R1 | 100 kohm | | Holco, A&B |
| R2-R3 | 220 ohm | | Holco, A&B |
| R4-R5 | 1 kohm | | Holco, A&B |
| R6 | 1.4 kohm | | Holco, A&B |
| R7 | 100 ohm | | Holco, A&B |
| R8 | 1.5 kohm | | Holco, A&B |
| R9 | 100 kohm | | Holco, A&B |
| R10-R11-R12-R13 | 1 kohm | | Holco, A&B |
| R14 | 1 kohm | | Holco, A&B |
| R15 | 22.5 ohm | | 50 watt Caddock |
| RNFB | 480 ohm | | Holco, A&B |
| C1-C2 | 10 µF | 100V | polipropilene |
| C3 | 0.01 µF | 630V | polistirene |
| C4 | 0.25 µF | 1000V | mica-rame custom |
| V1,V2 | 7025WB | Sovtek | |
| V3,V4,V5,V6 | 6C33C-B | Sovtek | |

più abbondante), perdita eccessiva dello stadio (guadagno molto minore di 1). Pensammo che non valesse lo sforzo e, dopo una breve prova di ascolto, abbandonammo i nobili propositi per un ampli con due coppie di "russi". Ci accorgemmo subito dell'immenso passo in avanti compiuto. Quasi 20 watt (sempre su 8 ohm), clipping più morbido, impedenza d'uscita più bassa (NFB inferiore a parità di impedenza), perdita più contenuta. La potenza di uscita 4 volte più alta (e non due) si giustifica ricordando che abbiamo a che fare pur sempre con dispositivi ad alta impedenza interna e un carico di 8 ohm è solo 10 volte inferiore a quella della 6C33. Il clipping più morbido ha, in questo caso, la stessa origine, come pure la perdita di alcuni dB anziché un guadagno. In effetti il parallelo di numerosi tubi di potenza riduce questo inconveniente (creandone spesso di peggiori, per il suono). Il primo prototipo con 2 coppie prevedeva la resistenza catodica per le valvole inferiori (bypassata). Poi per diminuire la potenza dissipata in calore ed aumentare l'efficienza decidemmo per la polarizzazione fissa per i tubi inferiori. Questa modifica comportò un udibile miglioramento sonoro sicuramente anche per l'eliminazione del condensatore di bypass. Dal punto di vista elettrico, invece, ottenemmo un lieve abbassamento dell'impedenza d'uscita contrapposto ad un piccolo aumento della distorsione. Oltretutto così si può regolare la polarizzazione del tubo inferiore (e

quindi dello stadio) con un semplice piccolo potenziometro.

Schema e componentistica

In Fig. 4 vedete lo schema dell'amplificatore completo di alimentazione per maggiore comprensibilità, mentre in Tab. 1 trovate l'elenco dei componenti (quello completo la prossima volta). Partendo dall'ingresso si può notare che il condensatore di bypass parziale della resistenza catodica di V1 (C1+C2+C3) è composto dal parallelo di tre componenti in polipropilene. Spesso in questa applicazione vengono utilizzati condensatori al tantalio; noi sconsigliamo il loro utilizzo a causa della loro fragilità e dei risultati soggettivi ottenibili, inferiori a quelli raggiungibili con polipropilene. Come si può notare, ogni tubo ha una resistenza di blocco subito prima della griglia. Esse vanno montate direttamente sullo zoccolo. La loro presenza è obbligatoria per evitare piccole ma fastidiose oscillazioni ad alta frequenza le quali possono provocare una perdita di definizione e trasparenza oppure un innesco vero e proprio con un pericoloso sovraccarico nel caso dei tubi di uscita. Il valore da attribuire loro deve essere il più basso possibile in quanto un valore eccessivo provocherebbe nuovamente gli stessi difetti. In pratica si tratta di trovare il valore opportuno che consente la scomparsa dei fenomeni sopra descritti (6). Queste resistenze devono essere in pasta di carbone, preferibilmente A&B. Anche tutte le altre resistenze del circuito sarebbe bene

fossero A&B. In ogni caso noi abbiamo ottenuto ottimi risultati con le Holco e sicuramente ancora di più si otterrebbe con le Caddock, Vishay o resistenze al tantalio. Sconsigliamo energicamente altre resistenze a strato metallico.

La resistenza R1 determina l'impedenza d'ingresso e può essere modificata a piacere. Però bisogna tenere conto del fatto che c'è NFB, per cui la reale impedenza d'ingresso è più elevata. La resistenza R14 da 1 kohm aiuta a tenere uguali i potenziali ai capi dell'altoparlante e fornisce un carico all'amplificatore in caso di distacco dell'altoparlante stesso (in effetti in questo modo l'operazione «distacco improvviso del carico» non provoca alcuna conseguenza nefasta, se non un certo squilibrio della tensione di offset la quale poi si riporta rapidamente a zero (non effettuate mai questa operazione con il vostro amato iper-mega-amplificatore hi-end a stato solido). R15, invece, polarizza lo stadio di uscita. Essa è molto importante ai fini del risultato sonoro finale e deve, quindi, necessariamente essere della massima qualità. Innanzi tutto deve essere non induttiva, ma anche non rumorosa e precisa. Al limite accertatevi che quelle montate nei due canali siano uguali se non avete accesso a resistenze di precisione di grande potenza. La scelta migliore è montare una Caddock, ma il costo di queste resistenze speciali è molto elevato (considerate, comunque, che ne servono solo due). Ad ogni modo vi sono più che onorevoli alternative decisamente più economiche. Il prototipo che Silvio (Delfino) ha provato per due mesi e di cui vi riferirà la prossima volta montava delle Dale selezionate. Con il valore indicato ed il potenziometro VR opportunamente tarato lo stadio ha una corrente di riposo di quasi 900 mA (poco meno di 450 mA per tubo). La procedura è molto semplice ed avviene manovrando solo il suddetto potenziometro; la descriveremo la prossima volta.

La resistenza RNFB è responsabile, come si deduce dal nome che le abbiamo dato, dell'ammontare del NFB. Col valore indicato nella tabella esso è di 12 dB circa con un carico di 8 ohm. Rimandiamo all'ultima puntata ogni commento sulla questione NFB.

L'unico condensatore di accoppiamento presente sul percorso del segnale (7) (C4) deve essere della massima qualità. Consigliamo di evitare comuni componenti metallizzati, per quanto buoni: essi non si sono mai rivelati all'altezza.

6) C'è ancora qualcuno che pensa che realizzare un ampli estremo sia un giochetto?

7) Anche questa volta ricordiamo che C4 non è l'unico condensatore sul percorso del segnale. Il concetto, comunque più volte spiegato negli ultimi anni, verrà ripreso nella prossima e ultima puntata.

L'unico "metallizzato" di valore assoluto è il famoso (e da tempo fuori produzione) **ITT PMT/2R**. Non abbiamo provato i **MIT**, ma pensiamo siano la scelta migliore tra quelli regolarmente in produzione. Soggettivamente si ottengono eccellenti risultati anche utilizzando dei buoni carta e olio: i **Vitamin Q** sono una valida scelta, ma ne esistono decisamente di migliori, come certi **ICAR**, **Western Electric** e altri. Ancora di più si può ottenere bypassando i carta e olio con dei mica argentata ed eventualmente aggiungere dei polipropilene. **Bisogna però lavorare sui dosaggi dei vari condensatori in parallelo per ottenere i migliori risultati. Viene infatti sempre dimenticato che il condensatore di accoppiamento può funzionare, entro certi limiti, da correttore timbrico. Esistono, però, condensatori di qualità talmente stratosferica che non vogliono bypass. In altre parole essi suonano peggio se bypassati!** Ci riferiamo a componenti speciali la cui particolare costruzione richiede molto tempo e molta cura. Diamo due esempi: un particolare e costosissimo **ICAR** in carta e olio, il super condensatore home-made. Nel caso dell'**ICAR** trattasi di un componente di enormi dimensioni dal costo non molto inferiore al milione, costruito per particolarissime applicazioni in campo aeronautico e dunque dalla reperibilità impossibile. Il condensatore home-made è decisamente più piccolo ed economico (benchè niente affatto economico in assoluto) e ce lo costruiamo noi. Abbiamo notato che recentemente sta prendendo piede anche in Italia la moda di autocostruirsi i condensatori. Con la scusa dell'insoddisfazione di ciò che è regolarmente in commercio si presentano componenti normalmente ancora più insoddisfacenti, costruiti a mano ma con strutture che macchine industriali non hanno alcuna difficoltà a realizzare meglio. Questi componenti non hanno alcuna ragione di esistere e non hanno parentela alcuna con certi capolavori artigianali giapponesi. L'unica ragione per costruirsi in casa un condensatore (come un qualsiasi altro componente) sta nella possibi-

lità di escludere ogni limitatezza del concetto e della costruzione industriale, aggirandone i problemi. Il nostro oggetto approssima il condensatore ideale e sarebbe improponibile a livello industriale (8). Esso è in mica purissima e rame purissimo a struttura parallela. Questa struttura sarebbe stata preferita comunque, indipendentemente dal fatto che il dielettrico da noi scelto fosse stato rigido o meno. Il montaggio è anti-vibrazioni. Seguendo il suggerimento di **Enzo (Carlucci)** lo abbiamo anche smorzato ed il suono è diventato più dolce e definito, la scena sonora si è nettamente ampliata in ogni direzione divenendo anche più stabile. Per terminarne uno occorrono almeno cinque ore! L'amplificatore è stato messo a punto con quest'ultimo componente ed ora mostra un equilibrio davvero invidiabile. Utilizzare un differente condensatore di accoppiamento tra i due stadi è ovviamente possibile; sappiate comunque che non otterrete il medesimo risultato. A titolo di informazione vi facciamo notare che sia l'enor-

me "**Orfeo 211**" che il "**Russo**" di **Ciro (Marzio)** e **Cristiano (Jelasi)** adottano questo straordinario componente. State comunque attenti alla tensione di rottura del condensatore che decidete di adottare: il circuito funziona con una differenza di potenziale tra le due armature di ben 400 VDC!

Concludiamo ricordando che le foto sono di **Carlo Marco Cantelli** e i disegni di **Michaela Iagulli**.

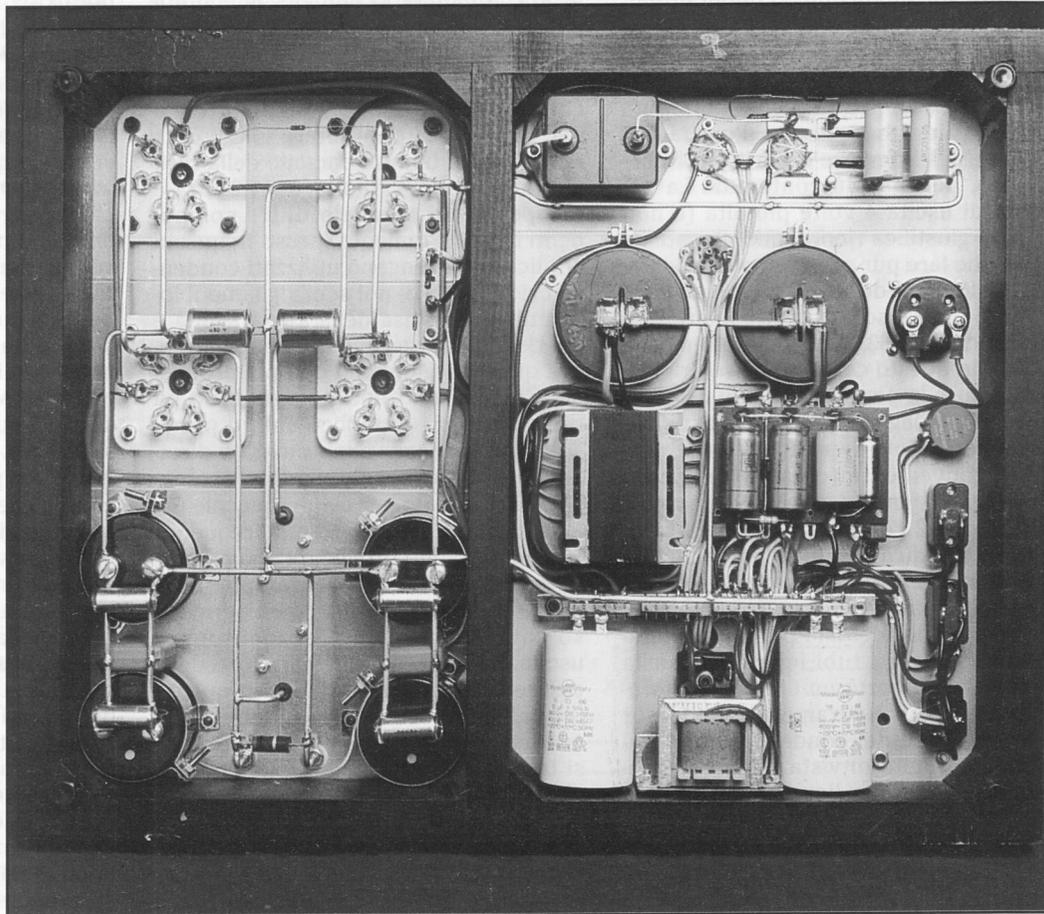
Un sentito grazie, infine, a tutti coloro che hanno collaborato con noi per questa realizzazione. Torneremo a parlarne, forse, nei prossimi numeri per darvi un po' di risultati di misure, suggerimenti su metodi di costruzione e, soprattutto, prove d'ascolto di autori-critici di hi-fi famosi.

Per quesiti, consigli, materiali ecc. potete contattarci telefonicamente ai seguenti numeri:

Fabio Camorani Tel. 0543/31597

Mirko Bersani Tel. 051/466266.

8) Ciò non esclude che qualche ditta estremamente artigianale realizzi qualcosa di simile.



Vista inferiore dell'amplificatore. Il livello della realizzazione è tale da avere suscitato non pochi complimenti al recente **TOP AUDIO** di Milano da parte di visitatori e addetti ai lavori (così come non pochi scoramenti tra chi era interessato ad una sua costruzione). Lo scatolotto marrone in alto è il super-condensatore home-made di cui si parla nel testo ed i cui dati sono riportati nell'incorniciato.



ANALISI DEL CIRCUITO S.R.P.P.

Il circuito di FIG.5a è un SRPP nella forma più completa. Partendo dal circuito equivalente del triodo per piccoli segnali ("circuito alle variazioni") con generatore di tensione (più adatto al caso del triodo) otteniamo il circuito di FIG.5b in cui:

$$V_1 = V_i - I_1 R_1 \quad \text{e} \quad V_2 = I_1 R_2$$

Con i simboli e i versi delle correnti e delle tensioni indicati si può allora scrivere:

$$I_2 = I_L + I_1; \quad V_o = I_L R_L$$

Supponendo per semplicità di utilizzare triodi uguali (quasi la totalità dei casi) si può porre $R_{p1} = R_{p2} = R_p$ per cui si può ricavare:

$$V_o = -\mu I_1 R_2 - I_2 R_p$$

da cui, sostituendo prima I_2 poi I_L e svolgendo i calcoli:

$$I_1 = -\frac{V_o (R_L + R_p)}{R_L (\mu R_2 + R_p)}$$

Ma è anche vero che:

$$V_o = I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_1 R_p - \mu (V_i - I_1 R_1)$$

in cui sostituendo I_1 e svolgendo si ottiene:

$$\frac{V_o}{V_i} = A_v = \frac{-\mu R_L (\mu R_2 + R_p)}{R_L [(1 + \mu) R_1 + (1 + \mu) R_2 + 2R_p] + R_p [(1 + \mu) R_1 + R_2 + R_p]}$$

in cui il "meno" (-) sta ad indicare che il circuito è invertente.

Con opportuni trucchetti matematici, che non vengono riportati per brevità, quest'ultima si può scrivere:

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-\mu (\mu R_2 + R_p)}{(1 + \mu) (R_1 + R_2) + 2R_p} \cdot \frac{R_L}{R_L + [(1 + \mu) R_1 + R_2 + R_p]}$$

che si può riassumere nella forma:

$$\frac{V_o}{V_i} = A_v = A_{vuoto} \cdot \frac{R_L}{R_L + R_{out}}$$

in cui A_{vuoto} è il guadagno in tensione che possiede il circuito senza carico (cioè a vuoto) e vale:

$$A_{vuoto} = \frac{-\mu (\mu R_2 + R_p)}{(1 + \mu) (R_1 + R_2) + 2R_p}$$

mentre R_{out} è l'impedenza d'uscita:

$$R_{out} = \frac{(1 + \mu) R_1 + R_2 + R_p}{(1 + \mu) (R_1 + R_2) + 2R_p} R_p$$

Il tutto si riassume nella FIG.5c, in cui e è la forza elettromotrice (f.e.m.), più precisamente è la tensione in uscita a vuoto e vale:

$$e = A_{vuoto} \cdot V_i$$

NOTA. Risulta molto semplice adattare le equazioni sopra esposte ai vari casi possibili. Se, ad esempio, la resistenza R_1 risulta bypassata da un condensatore di valore sufficientemente grande (indicato con C_K nella FIG.5a) allora essa viene posta =0. Se questo accade invece solo parzialmente (come nel caso dello stadio di ingresso/driver dell'OTL) allora bisogna usare solo quella non bypassata ecc..

Fabio Camorani

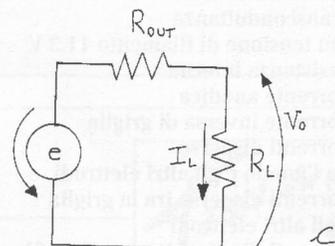
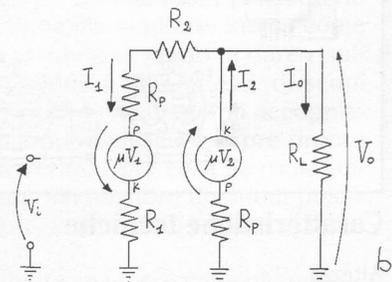
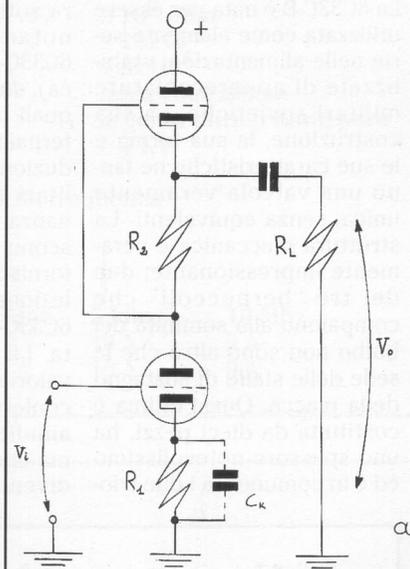


Fig. 5

LA 6C33C-B

La 6C33C-B è nata per essere utilizzata come elemento serie nelle alimentazioni stabilizzate di apparecchiature militari sovietiche. La sua costruzione, la sua forma e le sue caratteristiche ne fanno una valvola veramente unica, senza equivalenti. La struttura meccanica è veramente impressionante; due dei tre "bernoccoli" che compaiono alla sommità del bulbo non sono altro che la sede delle staffe di sostegno della placca. Quest'ultima è costituita da dieci pezzi, ha uno spessore notevolissimo ed è in comune tra i due triodi

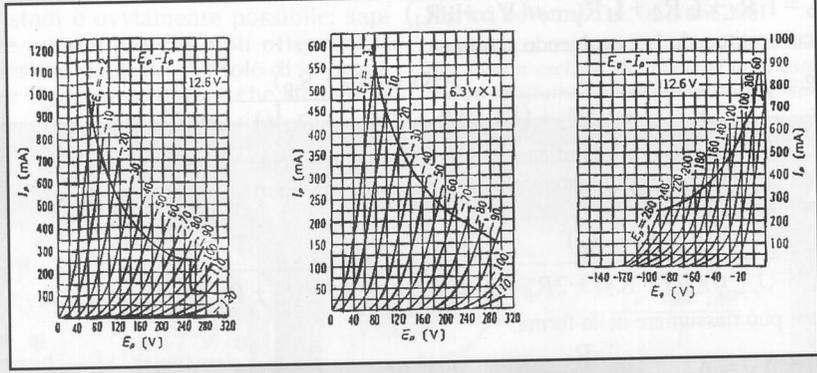
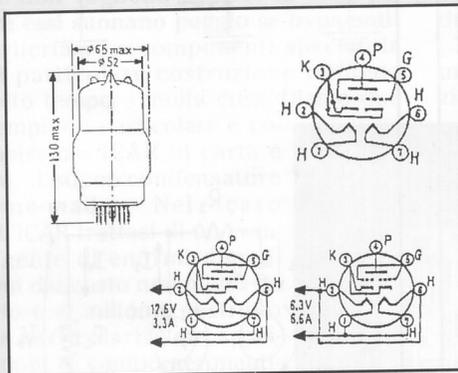
di che compongono la valvola. Osservando la piedinatura sotto riportata, infatti, si notano: una placca (la 6C33C-B è quindi monoplacca), due griglie e due catodi i quali però sono collegati internamente tra loro. La produzione per applicazioni militari e la sbalorditiva vicinanza tra gli elettrodi chiariscono perché la Sovtek non fornisca alcuna versione selezionata di questo tubo; la 6C33C-B nasce già selezionata. La perfetta costanza di valori da valvola a valvola lo conferma. Le caratteristiche anodiche mostrano un'ottima linearità in assoluto, che diventa eccellente facendo

funzionare un solo catodo per volta. Se comunque si pensa al particolare tipo di valvola non si può non sottolineare l'eccellenza delle sue caratteristiche. La 6C33C-B è il triodo (tra quelli del suo genere) capace della più alta potenza di uscita insieme alla EC33C e alla 7241 SYLVANIA (ovviamente esclusa la 7026R SYLVANIA), tutti triodi con una impedenza interna tra 60 e 80 ohm!

Il più grande problema di questo triodo è l'alta capacità d'ingresso (prevedibile ed inevitabile considerata la vicinanza degli elettrodi). In alcuni casi non è necessario

un pilotaggio a bassa impedenza e alta corrente (es. "Il Russo"), ma qui è un *must*, pena l'indurimento del clipping. Facciamo riferimento al n° 10 di CHF per approfondimenti sullo stadio di ingresso/driver.

Il funzionamento migliore, per applicazioni senza trasformatore, lo si ottiene polarizzando a basse tensioni e alte correnti e così abbiamo fatto. I filamenti possono essere alimentati sia in serie che in parallelo (vedi sotto per i collegamenti), ognuno di essi dissipa 21 watt per un totale da shock: 42 watt di dissipazione di filamento per tubo!



Caratteristiche tecniche

| | | | |
|---|------------------|---|----------------|
| Altezza | 130 mm max | Resistenza di fuga di griglia | 200 kohm max |
| Larghezza | 65 mm max | Massima tensione tra catodo e filamenti | ±300 V |
| Peso | 190 gr | Massima corrente anodica 1 catodo funzionante | 350 mA |
| Tensione filamenti - connessione serie | 6.3±0.6 V | Massima corrente anodica 2 catodi funzionanti | 600 mA |
| Tensione filamenti - connessione parallelo | 12.6±1.2 V | Massima temperatura del bulbo | 300 °C |
| Corrente filamenti - connessione serie | 6.6±0.6 A | Massima potenza dissipabile 1 catodo funzionante | 45 W |
| Corrente filamenti - connessione parallelo | 3.3±0.3 A | Massima potenza dissipabile 2 catodi funzionanti | 60 W |
| Transconduttanza | 26000÷40000 mA/V | Capacità griglia-catodo | 24÷36 pF |
| Transconduttanza con tensione di filamento 11.3 V | ≥ 24000 mA/V | Capacità anodo-catodo | 9.5÷11.5 pF |
| Resistenza interna | 80 ohm | Capacità griglia-anodo | 23÷37 pF |
| Corrente anodica | 470÷630 mA | Capacità catodo-filamento | 45 pF (<60 pF) |
| Corrente inversa di griglia | ≤ 5 μA | | |
| Correnti disperse tra l'anodo e gli altri elettrodi | ≤ 30 μA | <i>Tipica condizione di funzionamento - classe A1</i> | |
| Correnti disperse tra la griglia e gli altri elettrodi | ≤ 20 μA | Tensione anodica | 150 V |
| Correnti disperse tra catodo e filamento | ≤ 150 μA | Corrente anodica | 400 mA |
| Massima tensione anodica all'accensione | 600 V | Tensione di griglia | -40 V |
| Massima tensione anodica con meno di 30 W dissip. | 450 V | Resistenza interna | 80 ohm |
| Massima tensione anodica con più di 30 W dissip. | 250 V | Transconduttanza | 28000 mA/V |
| | | Fattore di amplificazione (μ) | 2 |



IL SUPER CONDENSATORE "HOME-MADE"

Forniamo qui di seguito alcuni dati caratteristici del nostro condensatore. Essi si riferiscono alla versione con armature in rame. Sono semplicemente eccellenti; benché ai neofiti appariranno solo come numeri, quelli un poco più esperti sanno di cosa si parla.

Coefficiente di variazione
della capacità con la temperatura
Resistenza di isolamento a 100V
Angolo di perdita a 1 KHz $Tg\delta$
Angolo di perdita a 1 Mhz $Tg\delta$
Dielettrico
Armature
Gamma tensioni (di picco)

$-120 \times 10^{-6} / ^\circ C$
 $\geq 10^9$ ohm
 $\leq 15 \times 10^{-4}$
 $\leq 5 \times 10^{-4}$
mica chiarissima
argento puro o rame puro
 ≥ 1 KV

Correnti massime di scarica in funzione della frequenza
(due valori comuni)

| Valori | Corrente | | | | |
|------------------|----------|-------|-------|-------|--------|
| | 0.5 Mhz | 1 Mhz | 2 Mhz | 5 Mhz | 10 Mhz |
| 0.01 μ F 1KV | 14 A | 12 A | 1 A | 10 A | 9 A |
| 0.1 μ F 1KV | 14 A | 12 A | 11 A | 10 A | 9 A |

OTL, OCL, TRASFORMATORI E MONOTRIODO

Leggendo i vari articoli sugli amplificatori monotriodo comparsi negli ultimi tempi e leggendo anche quello che noi abbiamo scritto in questa breve serie dedicata ad un ampli OTL può nascere un po' di confusione, o comunque qualche dubbio legittimo, nelle menti dei lettori appassionati in perenne ricerca della verità. OTL o monotriodo? Qual è la tipologia migliore? Vi dico subito che non c'è un "migliore". So che molti penseranno che ho espresso il solito compromesso, ma è la realtà. Non si può parlare di tipologia migliore, intesa come quella che più si avvicina al concetto di credibilità, non esiste una tipologia in assoluto in grado di dare risultati oggettivi migliori di un'altra. Si può parlare solo di compromessi, di realizzabilità, di contesti, di scopi ecc.. Affermare che il trasformatore rovina il suono è una sciocchezza, così come dire che un ampli accoppiato in DC elimina il problema dei condensatori i quali a loro volta sono delle creature malvagie sempre pronte a mettere lo zampino! Eppure ognuna di queste affermazioni contiene una sua verità. Ogni cosa se usata impropriamente diventa deleteria, pericolosa, nefasta. Tutto deve essere impiegato nel migliore dei modi possibili, in quella particolare applicazione nella quale si manifestano e trionfano i pregi riducendo i difetti ai minimi termini o riconducendoli in "luoghi" lontani ed innocui.

Entrambe queste tipologie sono in grado di raggiungere vette altissime di credibilità se messe nelle più opportune condizioni di funzionamento, se pensate e realizzate realmente senza limiti, se fanno parte di sistemi chiusi (pensate, per esempio, agli ampli OTL per il pilotaggio diretto di pannelli elettrostatici). Riuscire a far suonare male un monotriodo è impresa veramente ardua (il che non vuole dire farlo suonare bene), al contrario è estremamente facile e alla portata di chiunque nel caso dell'OTL.

Una tipologia può essere in grado di raggiungere le vette più alte in particolari aspetti piuttosto che in altri, ma sicuramente non in tutte le condizioni. Bisogna considerare quale importanza diamo noi (e non gli altri) a quegli aspetti, in base alla nostra sensibilità, al nostro gusto, al nostro stato d'animo, alla nostra esperienza, al nostro io.

F.C.

ELETTRICA BRENTA

Vic. Vespucci 5 - Fiesso d'Artico - VE - Tel. e Fax 041/51.61.552

TRASFORMATORI

- di uscita per ampli a valvole hifi, push-pull o single ended
- di alimentazione per impieghi audio
- induttanze per filtri
- costruzione su specifiche del cliente



UNA VALVOLA AL MESE

WESTERN ELECTRIC 275A

L'ultima volta vi abbiamo presentato il pentodo W. E. 328A/310A. Oggi invece tocca ad un'altra valvola Western Electric: il triodo di potenza a riscaldamento diretto 275A.

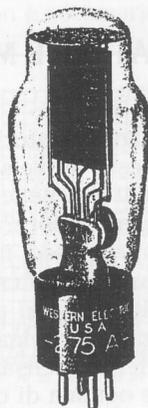
Nel n° 5 di **COSTRUIRE HIFI**, nel nostro articolo sull'ampli monotriodo in circuito **Loftin-White**, avevamo già accennato alle grandi doti di musicalità di questo triodo, rammaricandoci della sua difficile reperibilità; ebbene è cambiato qualcosa: la 275A è tornata in produzione. No, non illudetevi non ha riaperto i battenti la **Western Electric**. La ditta che ha deciso di produrre nuovamente questo tubo è la **Vaic Valves**, una piccola fabbrica cecoslovacca di recente apertura (eh, già) che gode di una buona reputazione fra i pochi appassionati che hanno avuto modo di provarne i prodotti.

Le tabelle e grafici che vi mostriamo sono quelli relativi alla 275A di produzione W.E.; non disponiamo delle caratteristiche della versione Vaic ma, a detta dei suoi costruttori, le differenze sono ridottissime.

La 275A è uno dei pochissimi tubi che siano stati progettati esplicitamente come amplificatori audio e può essere considerata con buona approssimazione come una 300B di taglia ridotta (anche come impostazione sonora le assomiglia) o, se preferite, come una alternativa W. E. ai triodi come 2A3, 6A3, VT52 etc. In effetti la potenza di uscita di cui è capace la 275A è maggiore di quella dei triodi appena citati, infatti è capace di una potenza massima di circa 5 watt (la 2A3/6A3 ne eroga 3.5). Il fattore di amplificazione è invece più basso (solo 2.8) di quello delle "concorrenti". La 275A usa (come la 2A3/6A3 e la VT52) uno zoccolo UX4 a quattro piedini.

Le condizioni limite di uso sono le seguenti:

| | |
|--|-----------------|
| Massima tensione di placca: | 300 volt |
| Massima dissipazione di placca: | 17 watt |
| Massima corrente di placca: | 70 mA |



Classification—Moderate-power, filamentary triode

The 275A tube is designed for a maximum plate voltage of 300 volts.

Application—Audio-frequency amplifier where power outputs of about 3 watts per tube are required.

Dimensions—Dimensions, outline diagrams of the tube and base, and the arrangement of the electrode connections to the base terminals are shown in Figures 1 and 2.

Base—Medium, four-pin, thrust type with bayonet pin.

Socket—Standard, four-contact type, such as the Western Electric 143B socket.

Mounting Positions—Either vertical or horizontal. If mounted in a horizontal position, the plane of the filament, which is indicated in Figure 2, should be vertical.

Average Direct Interelectrode Capacitances

| | |
|------------------------|----------------------|
| Grid to plate..... | 12.0 μf . |
| Grid to filament..... | 6.8 μf . |
| Plate to filament..... | 3.2 μf . |

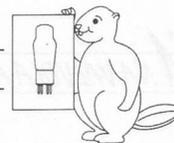
Filament Rating

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Filament voltage..... | 5.0 volts, a.c. or d.c. |
| Nominal filament current..... | 1.2 amperes |

The filament of this tube is designed to operate on a voltage basis and should be operated at as near the rated voltage as is practicable. When the filament is heated by alternating current, the grid and plate returns should be connected to a center tap on the secondary of the filament transformer.

Copyright 1936 Western Electric Company, Incorporated

115 V. T. CAT. N° 1459



Characteristics—Plate current characteristics of a typical 275A tube are shown in Figure 3 as functions of grid bias for several values of plate voltage. Similar characteristics as functions of plate voltage for several values of grid bias are given in Figure 4. Amplification factor, plate resistance, and transconductance characteristics corresponding to the plate current characteristics of Figure 3 are given in Figures 5, 6 and 7, respectively. All of these characteristics are for direct-current filament supply with the grid and plate returns connected to the negative end of the filament. For alternating-current filament supply, the same characteristics are applicable if approximately 3.5 is added to the numerical value of each grid bias.

Limiting Conditions for Safe Operation

| | |
|--|-----------------|
| Maximum plate voltage..... | 300 volts |
| Maximum plate dissipation..... | 17 watts |
| Maximum plate current of average tube for fixed grid bias..... | 70 milliamperes |
| Maximum plate current for manually adjusted grid bias or self-biasing circuit..... | 80 milliamperes |

Operating Conditions and Output—Permissible combinations of operating plate voltage and plate current are included within the area, ABCDE, in Figure 3. Amplification factor, plate resistance, transconductance, and performance data are listed in the table below for typical operating conditions represented by selected points within this area. A less severe operating condition should be selected in preference to a maximum operating condition wherever possible. The life of the tube at maximum conditions may be shorter than at less severe conditions.

Where it is necessary to operate a 275A tube at or near its maximum operating plate current of 80 milliamperes or plate dissipation of 17 watts, provision should be made for adjusting the grid bias of each tube independently, so that the maximum safe plate current and dissipation will not be exceeded in any tube. Alternatively, a self-biasing circuit may be used, in which the grid bias for each tube is obtained from the voltage drop produced by the plate current flowing through a resistance. Where it is necessary to use a fixed grid bias, the plate current of the average tube should be limited to 70 milliamperes and its plate dissipation to 15 watts so that tubes having plate currents higher than the average will not exceed the maximum ratings.

The performance data include the fundamental power output and the second and third harmonic levels for the indicated values of load resistance and input voltage. The power output, P_m , is given in watts and the second and third harmonic levels, F_{2m} and F_{3m} , are given in decibels below the fundamental in each case. The peak value of the sinusoidal input voltage, E_{gm} , is numerically equal to the grid bias for each operating condition. For a smaller input voltage, E_g , the output and harmonic levels are given approximately by the following relations:

$$P = P_m \left(\frac{E_g}{E_{gm}} \right)^2$$

$$F_2 = F_{2m} + 20 \log_{10} \frac{E_{gm}}{E_g}$$

$$F_3 = F_{3m} + 40 \log_{10} \frac{E_{gm}}{E_g}$$

The variations of power output and harmonic levels with load resistance for several values of operating plate current are shown in Figures 8, 9 and 10 for a plate voltage of 250 volts. The sharp minima which appear in the third harmonic curves are characteristic of the 275A tube, but their positions may be different for different tubes. For this reason, the third harmonic level in any individual tube may be widely different from the value given in the table, where the operating condition under consideration is near one of these minima. Near these points, also, the expression given above for third harmonic level is not reliable.

Table

| Plate Voltage Volts | Grid Bias Volts | Plate Current Milli-amperes | Amplification Factor | Plate Resistance Ohms | Trans-conductance Micro-mhos | Input Voltage Peak Volts | Load Resistance Ohms | Power Output Watts | Second Harmonic db | Third Harmonic db |
|------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 150 | -40 | 17 | 2.6 | 1630 | 1600 | 40 | 3260 | 0.81 | 19 | 39 |
| 150 | -30 | 38 | 2.8 | 1065 | 2700 | 30 | 6520 | 0.58 | 23 | 50 |
| | | | | | | | 2130 | 0.77 | 24 | 50 |
| | | | | | | | 4260 | 0.56 | 29 | 65 |
| 150 | -20 | 70 | 3.0 | 810 | 3700 | 20 | 810 | 0.55 | 26 | 55 |
| | | | | | | | 1620 | 0.49 | 30 | 80 |
| | | | | | | | 3240 | 0.36 | 34 | 60 |
| 200 | -55 | 24 | 2.6 | 1530 | 1750 | 55 | 1530 | 2.0 | 15 | 35 |
| | | | | | | | 3060 | 1.6 | 19 | 39 |
| | | | | | | | 6120 | 1.2 | 23 | 50 |
| 200 | -50 | 34 | 2.7 | 1230 | 2250 | 50 | 1230 | 2.0 | 16 | 35 |
| | | | | | | | 2460 | 1.8 | 20 | 41 |
| | | | | | | | 4920 | 1.3 | 25 | 55 |
| 200 | -45 | 47 | 2.8 | 1030 | 2770 | 45 | 1030 | 1.9 | 18 | 37 |
| | | | | | | | 2060 | 1.7 | 22 | 43 |
| | | | | | | | 4120 | 1.3 | 27 | 60 |
| 200 | -40 | 61 | 2.9 | 885 | 3270 | 40 | 885 | 1.8 | 20 | 40 |
| | | | | | | | 1770 | 1.6 | 25 | 49 |
| | | | | | | | 3540 | 1.2 | 29 | 75 |
| 250 | -70 | 30 | 2.6 | 1400 | 1880 | 70 | 3000 | 2.8 | 18 | 39 |
| | | | | | | | 6000 | 2.0 | 23 | 50 |
| | | | | | | | 10000 | 1.4 | 26 | 70 |
| 250 | -65 | 41 | 2.7 | 1170 | 2330 | 65 | 2000 | 3.2 | 19 | 37 |
| | | | | | | | 4000 | 2.5 | 23 | 47 |
| | | | | | | | 8000 | 1.5 | 28 | 75 |
| 250 | -60 | 53 | 2.8 | 1000 | 2780 | 60 | 2000 | 3.1 | 21 | 41 |
| | | | | | | | 3000 | 2.6 | 23 | 47 |
| | | | | | | | 4000 | 2.3 | 25 | 55 |
| *200 | -35 | 78 | 2.9 | 780 | 3750 | 35 | 1560 | 1.5 | 27 | 55 |
| | | | | | | | 3120 | 1.1 | 31 | 60 |
| | | | | | | | | | | |
| *250 | -55 | 68 | 2.8 | 870 | 3220 | 55 | 1000 | 3.3 | 19 | 38 |
| | | | | | | | 3000 | 2.4 | 26 | 55 |
| | | | | | | | 6000 | 1.6 | 30 | 60 |
| *300 | -100 | 18 | 2.4 | 2420 | 1000 | 100 | 9680 | 2.3 | 20 | 50 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| *300 | -95 | 23 | 2.5 | 1910 | 1280 | 95 | 7640 | 2.6 | 21 | 49 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| *300 | -90 | 30 | 2.6 | 1560 | 1630 | 90 | 6240 | 3.0 | 22 | 48 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| *300 | -85 | 41 | 2.6 | 1300 | 2030 | 85 | 2600 | 4.7 | 18 | 38 |
| | | | | | | | 5200 | 3.3 | 23 | 49 |
| | | | | | | | | | | |
| *300 | -80 | 51 | 2.7 | 1100 | 2450 | 80 | 2200 | 4.9 | 19 | 39 |
| | | | | | | | 4400 | 3.5 | 24 | 50 |

*Maximum operating conditions.

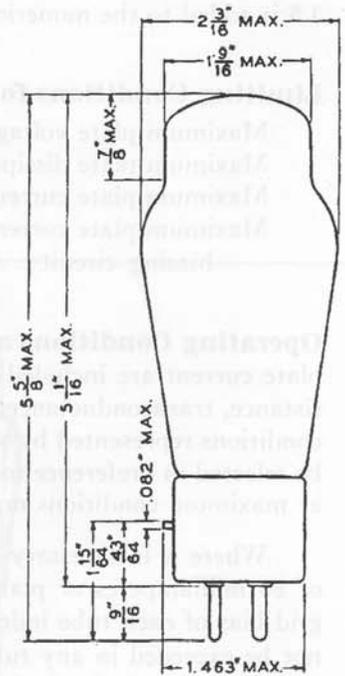


FIG. 1

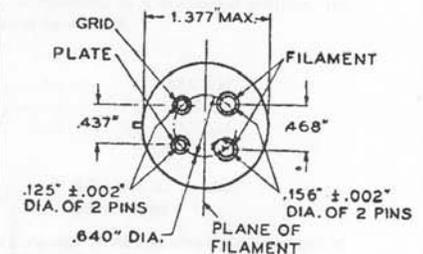
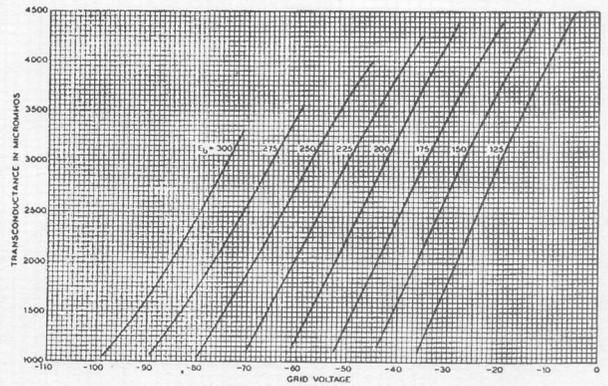
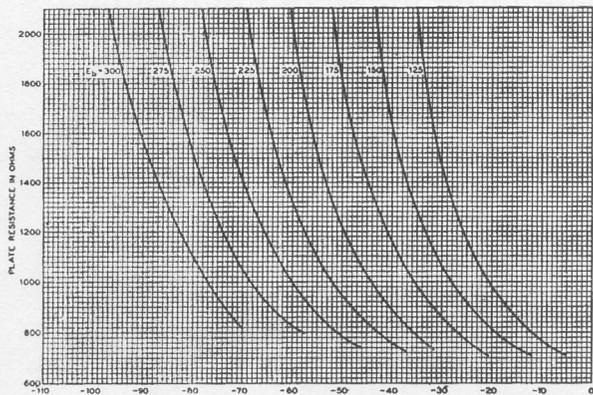
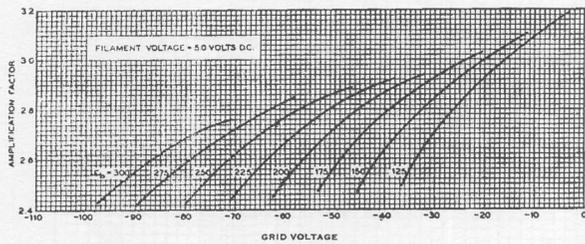
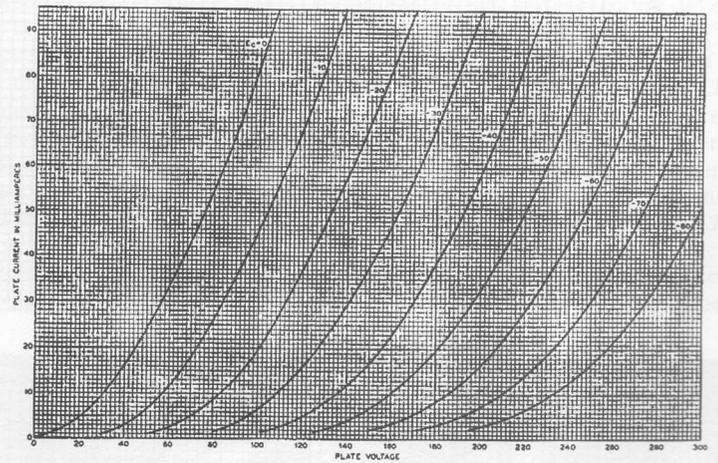
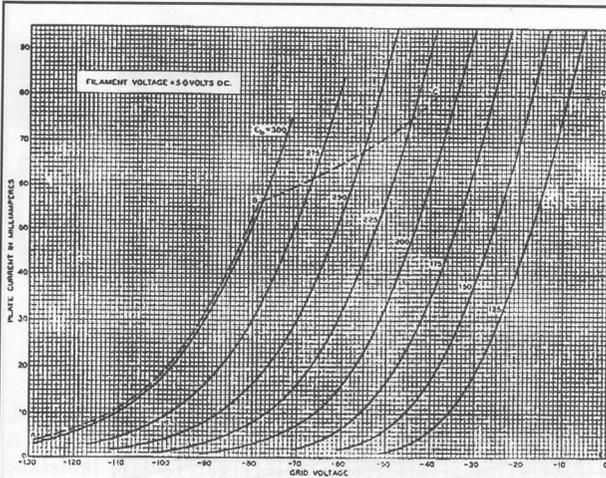
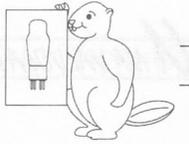


FIG. 2



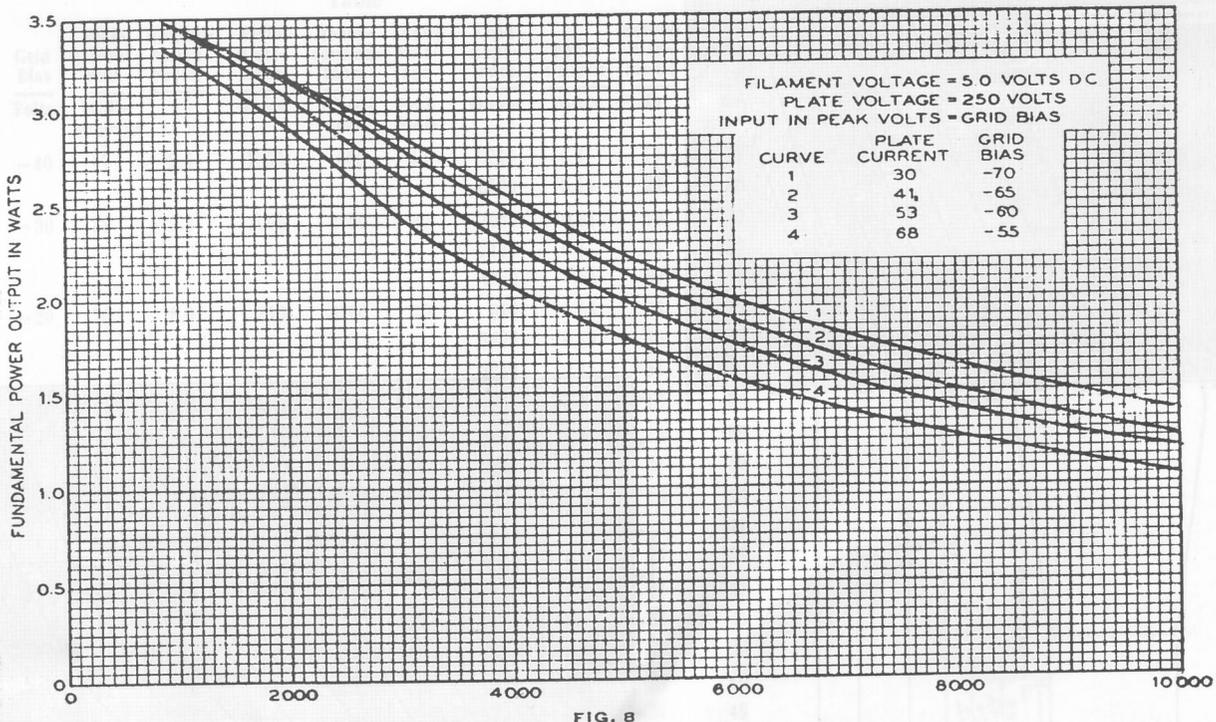


FIG. 8

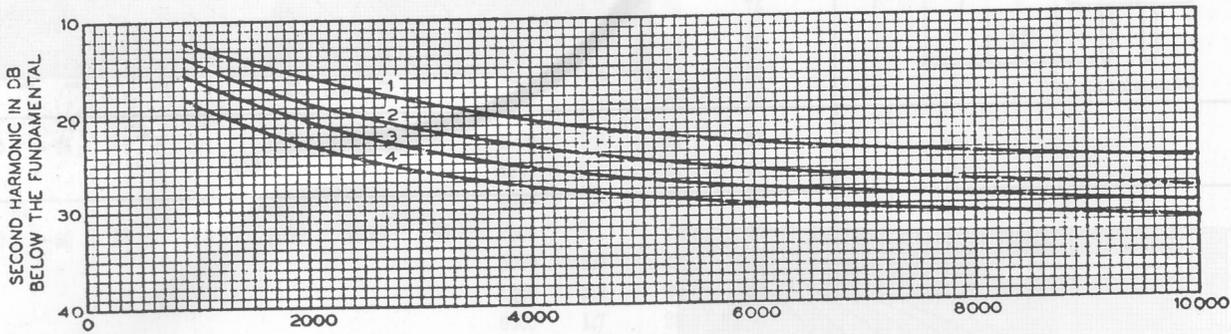
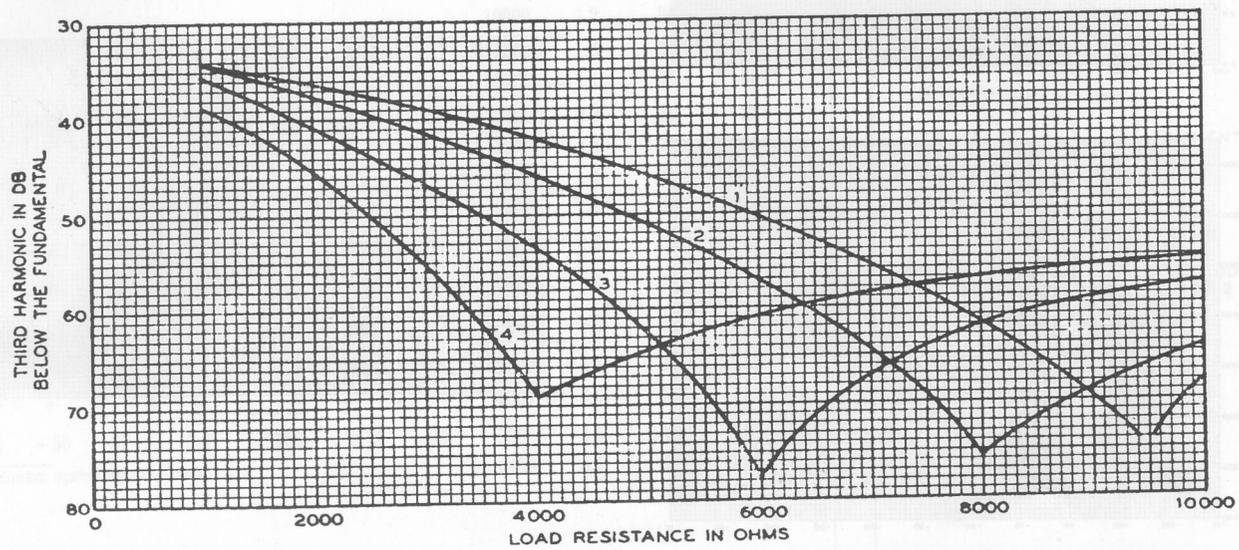


FIG. 9



IL TRIODINO II (Upgrade)

Questo amplificatore è stato realizzato in un numero di esemplari superiore a qualsiasi nostra aspettativa (oltre un centinaio, solo conteggiando chi si è rivolto alla Elettrica Brenta ed ha acquistato gli specifici trasformatori **Trau**) e gli autocostruttori, a sentire i commenti telefonici e quelli sentiti alle fiere, si sono dimostrati entusiasti dei risultati ottenuti. Tuttavia, sin dal momento della sua prima presentazione sul n° 3 di **COSTRUIRE HIFI**, un gran numero di lettori ci ha chiesto informazioni sul-

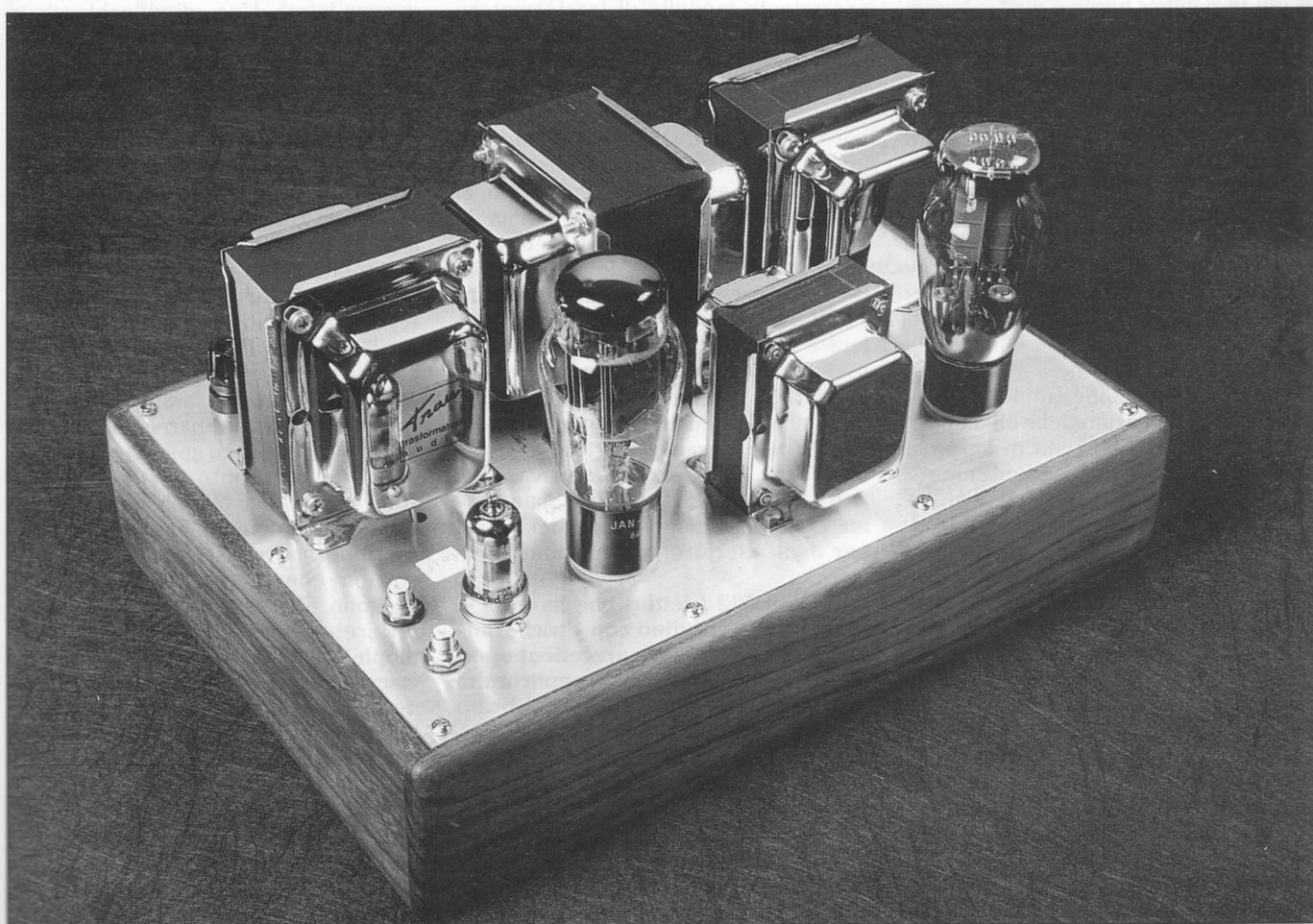
le modifiche da apportare per sostituire il raddrizzatore a stato solido con uno a tubi. Di costoro poi, una buona percentuale ci ha richiesto suggerimenti per la realizzazione di uno stadio di filtro più sofisticato. Insomma, le richieste di un'evoluzione in direzione "audiophile" di questo progetto erano talmente numerose che non ci restava che metterci al lavoro.

Lo spazio di cui disponiamo è piuttosto poco e gli articoli interessanti da proporvi sono tanti; evitiamo dunque

Torniamo a parlarvi del Triodino 5998 per presentarvi una versione "audiophile" di questo beniamino degli autocostruttori.

di ripetere in questa sede i suggerimenti costruttivi, la descrizione del circuito, le caratteristiche dei tubi e le relative piedinature, rimandandovi a riguardo alla lettura dell'articolo su **CHF** n° 3 pagg. 18-23 (tale fascicolo, che era andato esaurito, è stato recentemente ristampato, quindi potete richiederlo come arretrato). Non trascurate, inoltre, le precisazioni pubblicate su **CHF** n° 7 pagg. 10-11.

Passiamo quindi direttamente a descrivere le modifiche che abbiamo appor-



tato. **La differenza più appariscente rispetto alla prima versione sta nell'alimentatore.** Il ponte di diodi a stato solido è stato sostituito da una valvola raddrizzatrice biplacca di tipo **5U4G** o equivalente. Ciò ha comportato, naturalmente, anche delle modifiche al trasformatore di alimentazione che ha ora un secondario duale da 270 + 270 volt per l'alimentatore anodico, in luogo di quello singolo (da 330 volt); inoltre è stato aggiunto un secondario da 5 volt, necessario per alimentare il filamento della valvola raddrizzatrice. Anche lo stadio di filtro è considerevolmente cambiato. Il condensatore di ingresso del filtro ha ora un valore di 100 µF mentre, precedentemente, era previsto l'uso di un condensatore da 220 µF. La riduzione della prima capacità di filtro è stata decisa per evitare di sovraccaricare la valvola raddrizzatrice al momento dell'accensione, a tutto vantaggio della durata ed affidabilità della stessa. **L'uso di capacità di valore raddoppiato rispetto a quanto indicato nello schema è possibile ed apporta qualche beneficio all'ascolto, che si manifesta con un pelo di grinta in più in gamma bassa e medio-bassa; tuttavia il prezzo da pagare è una sensibile riduzione della durata del tubo raddrizzatore. A voi la scelta.**

La resistenza di filtro che si trovava tra i positivi dei due condensatori è stata sostituita da un'induttanza del valore di 10 Henry. La differenza all'ascolto fra questo stadio di filtro e quello della precedente versione è notevole. Da un punto di vista tecnico quello che cambia non è tanto il valore assoluto del ripple residuo all'uscita del filtro quanto, piuttosto, la sua forma d'onda che in questa configurazione è molto prossima ad una sinusoide (dunque praticamente priva di armoniche ad alta frequenza), mentre all'uscita di un filtro CRC, come quello precedentemente usato, il ripple residuo è ricco di armoniche ad alta frequenza, spesso di livello prossimo a quello della fondamentale.

Nel circuito amplificatore vero e proprio, i cambiamenti sono stati di piccola entità. La valvola finale (il doppio triodo **5998**) lavora ora ad una tensione lievemente più bassa.

La sua corrente di polarizzazione è praticamente invariata, dunque la dissipazione anodica è diminuita, a tutto vantaggio della durata del tubo. La potenza di uscita è, ovviamente, lievemente inferiore ma ciò non è, grazie al nuovo alimentatore anodico, avvertibile all'ascolto, anzi. Il triodo di ingresso

invece, una sezione della **12AT7W o 6201**, lavora ora ad una tensione lievemente più alta. Per ottenere ciò è stato necessario ridurre il valore della resistenza R6 da 30 kohm a 4,7 kohm. Un'altra modifica, poco evidente al primo colpo d'occhio ma di notevole rilievo nelle prestazioni all'ascolto, ha riguardato i trasformatori di uscita, che sono stati completamente ridisegnati ed utilizzano ora un nucleo di qualità più elevata. Tale nucleo è del tipo a doppia C con lamierini 25/100 di spessore e di gradazione M1. Questo costoso nucleo ha una permeabilità iniziale maggiore rispetto a quello con lamierini da 35/100 di gradazione M6 e forma E+I precedentemente usati. Conseguentemente è stato possibile ottenere un elevato valore di induttanza primaria con un ridotto numero di spire. Tali spire sono inoltre realizzate con un conduttore di sezione maggiore di quanto fosse precedentemente possibile fare. A ciò bisogna unire le minori perdite del materiale magnetico del nucleo. La riduzione dei valori di induttanza dispersa e di capacità parassita è stata di circa il 75% in meno rispetto al precedente modello di trasformatore di uscita. Anche la resistenza del primario è diminuita (del 45% circa) a tutto vantaggio del fattore di smorzamento reale dell'amplificatore. Questo lavoro di riprogettazione ha riguardato non solo i trasformatori di uscita del **Triodino** ma anche quelli dell'**Orfeo**. Si trattava di un lavoro in programma da tempo ma l'ascolto (di cui avete letto nello scorso numero) del formidabile OTL-OCL presentato da **Mirko Bersani** e **Fabio Camorani** ci ha spinto ad accelerare i tempi. Questi trasformatori di uscita sono di qualità veramente eccellenti (ben poche realizzazioni commerciali utilizzano componenti di simile pregio) e verranno prodotti dalla veneta **Trau** in assoluta esclusiva per i lettori di **COSTRUIRE HIFI**. Siamo come al solito a disposizione dei lettori per ogni ulteriore informazione al riguardo.

ATTENZIONE! I lettori che hanno già realizzato il Triodino con i trasformatori di uscita del tipo precedente possono approfittare di una opportunità più unica che rara: fino a febbraio 1995 la **Elettrica Brenta** ritirerà i trasformatori di tipo standard consegnando quelli di nuovo tipo ed addebitando la sola differenza fra i prezzi di listino (pari a Lit. 100.000 per una coppia di trasformatori di uscita) e le spese di spedizione. Telefonate alla Trau (041/51.61.552) per prendere accordi.

Per i nuovi autocostruttori, invece, che ovviamente si cimenteranno direttamente col progetto **Triodino II**, stiamo giust'appunto considerando di approntare una scatola di montaggio che comprenderà almeno le parti più difficili da reperire (telaio compreso) e sul prossimo numero vi forniremo il prezzo, i dettagli e le modalità per l'acquisto. A spanna, il costo totale dovrebbe aggirarsi tra le 800 mila lire ed il milione. La decisione dipenderà anche (e soprattutto) dal numero delle vostre richieste. Quindi, fateci sapere al più presto se siete interessati. Se si raggiungerà un numero di alcune decine, procederemo al... varo! Tra le forme di pagamento, a scanso di equivoci, ci sarà quella del "contrassegno", cosicché gli appassionati non rischieranno di anticipare danaro.

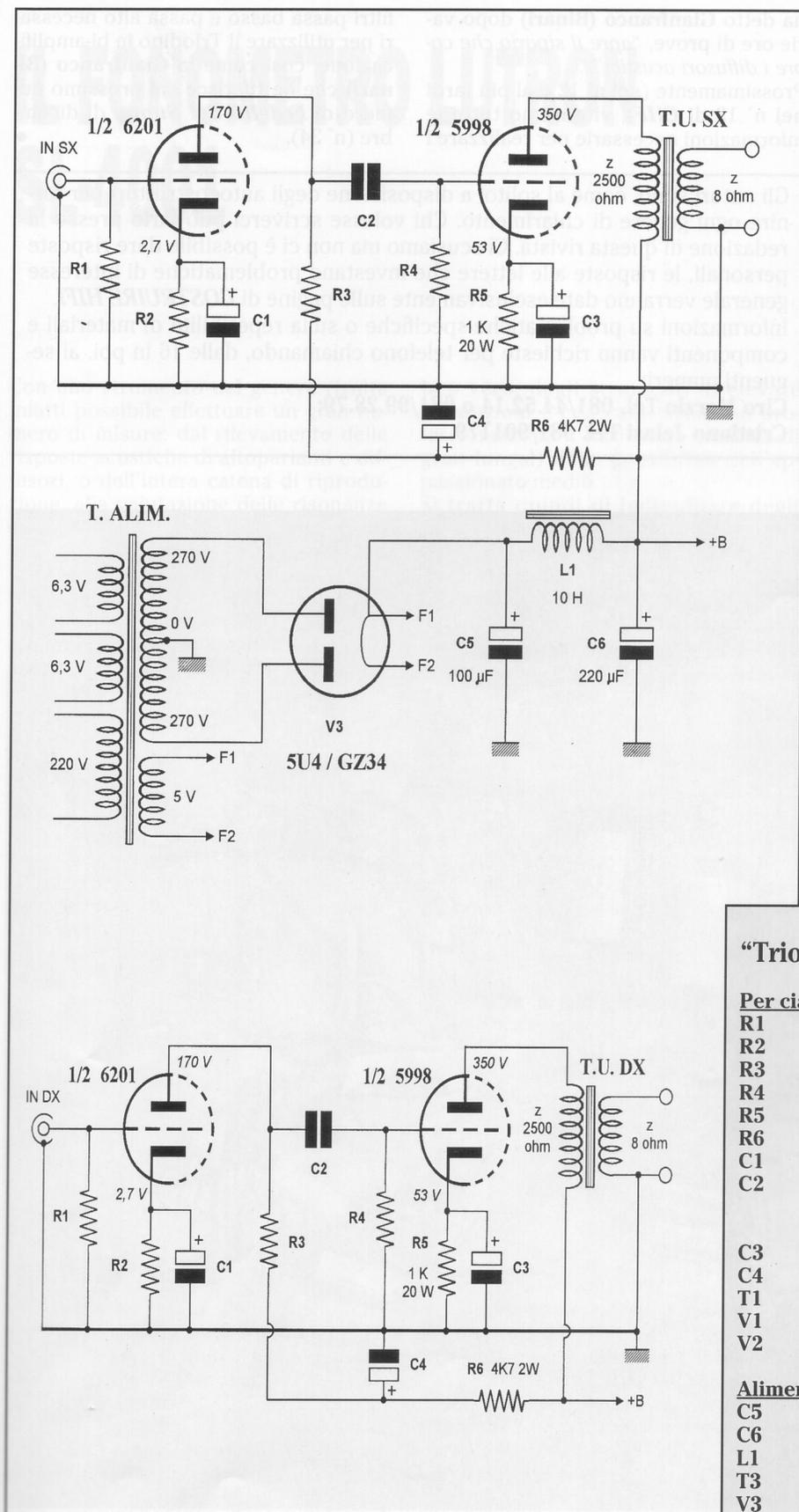
L'ascolto

Conoscendo i nostri lettori siamo certi che è questa la parte più attesa di tutto l'articolo. Queste note di ascolto si riferiscono ad un esemplare con componentistica standard e cablaggio in rame OFC. L'ascolto è stato effettuato in gamma intera. L'uso di un cablaggio in piattina di argento 99.99 e la biamplificazione attiva consentono di ottenere risultati ancora migliori. **Diciamo subito che il Triodino mantiene anche in questa versione la sua caratteristica principale e cioè la sostanziale coerenza ed omogeneità di comportamento su tutto lo spettro udibile.** La gamma bassa è ancor più dinamica e articolata che nella prima versione, timbricamente corretta e ricca di calore, di grande musicalità; era e resta un punto di forza di questo ampli. Ben pochi valvolari push-pull riescono ad eguagliare la performance di questo "piccoletto"; anche parecchi blasonati amplificatori a stato solido escono malconci dal confronto. Certo quelli che sono ancora convinti, basandosi su obsoleti luoghi comuni, che un ampli monotriodo non possa fornire delle prestazioni convincenti in gamma bassa vengono, ancora una volta, smentiti. Le differenze fra questa versione "audiophile" e quella precedente si cominciano a notare (in maniera vieppiù evidente col salire della frequenza) in tutta quella porzione dello spettro udibile che si estende dalla gamma medio-bassa in su.

Si nota, evidentemente, una maggiore articolazione e ricchezza timbrica uniti ad un microcontrasto e ad una naturalezza disarmanti. Non solo i singoli strumenti, ma anche tutta la scena,



STRUMENTAZIONE



molto profonda e con un solidissimo centro immagine, acquistano un respiro, un rilievo, una palpabilità che rendono la musica veramente godibile ed invogliano, anzi per meglio dire coinvolgono, a lunghe ore di ascolto senza stancare mai, portando l'attenzione a focalizzarsi molto di più sul godimento della musica che non sul suono dell'impianto.

I limiti di questo piccolo grande amplificatore appaiono essere essenzialmente due.

Il primo è nella potenza di uscita che, nonostante la notevole dinamica faccia immaginare potenze di parecchie volte superiori al dato di targa, è veramente minima e limita la scelta dei diffusori a quelli con efficienza media od alta (per ambienti domestici medio-piccoli e/o ascolto in campo abbastanza vicino).

Il secondo è il fatto che, seppure il Triodino fornisca una riproduzione estremamente godibile, di grande realismo e bellezza, è quasi sempre percepibile che di una riproduzione si tratta. Cosa questa che nei migliori amplificatori con triodi a riscaldamento diretto, che però comportano un esborso ben più oneroso (come l'Orfeo, che vi abbiamo già presentato, o l'Euterpe, che vi presenteremo presto), si dimentica per la maggior parte del tempo.

Concludendo, possiamo dire che il Triodino, in questa sua nuova versio-

"Triodino II" - Elenco dei componenti

Per ciascun canale:

| | | | |
|----|-----------------|--------|-------------------------------------|
| R1 | 220 kohm | 1 W | |
| R2 | 1,5 kohm | 1 W | |
| R3 | 100 kohm | 1 W | |
| R4 | 100 kohm | 1 W | |
| R5 | 1 kohm | 20 W | |
| R6 | 4,7 kohm | 2 W | |
| C1 | 100 µF | 16 VL | tantalio |
| C2 | 0,1 - 0,47 µF | 400 VL | policarbon. o carta e olio o teflon |
| C3 | 100 µF | 100 VL | elettrolit. |
| C4 | 100 µF | 400 VL | elettrolit. |
| T1 | Trasf. d'uscita | | Trau |
| V1 | 1/2 6201 | | |
| V2 | 1/2 5998 | | |

Alimentazione:

| | | | |
|----|--------------|--------|-------------|
| C5 | 100 µF | 450 VL | elettrolit. |
| C6 | 220 µF | 450 VL | elettrolit. |
| L1 | 10 Henry | | Trau |
| T3 | Trasf. alim. | | Trau |
| V3 | 5U4/GZ34 | | |

ne, si propone sempre più decisamente come "entry level" nel mondo delle amplificazioni monotriodo. Non solo è, con ogni probabilità, la via più economica per entrare in possesso di un amplificatore hi-end, ma è anche un progetto di realizzazione e messa a punto talmente semplice da essere accessibile anche a coloro che non hanno nessuna esperienza di autocostruzione. Pensate che si tratta in tutto di 12 resistori, 10 condensatori, 3 valvole, 3 trasformatori ed un'induttanza di filtro per l'intero finale stereo!

Vale la pena di accingersi all'"esercitazione", sia per fare pratica di autocostruzione sul campo, sia - vieppiù - per fare l'esperienza (fondamentale) d'ascolto di un'elettronica che, come

ha detto **Gianfranco (Binari)** dopo varie ore di prove, "apre il sipario che copre i diffusori acustici"...

Prossimamente (nel n° 12 o al più tardi nel n° 13 di **CHF**), vi daremo tutte le informazioni necessarie per realizzare i

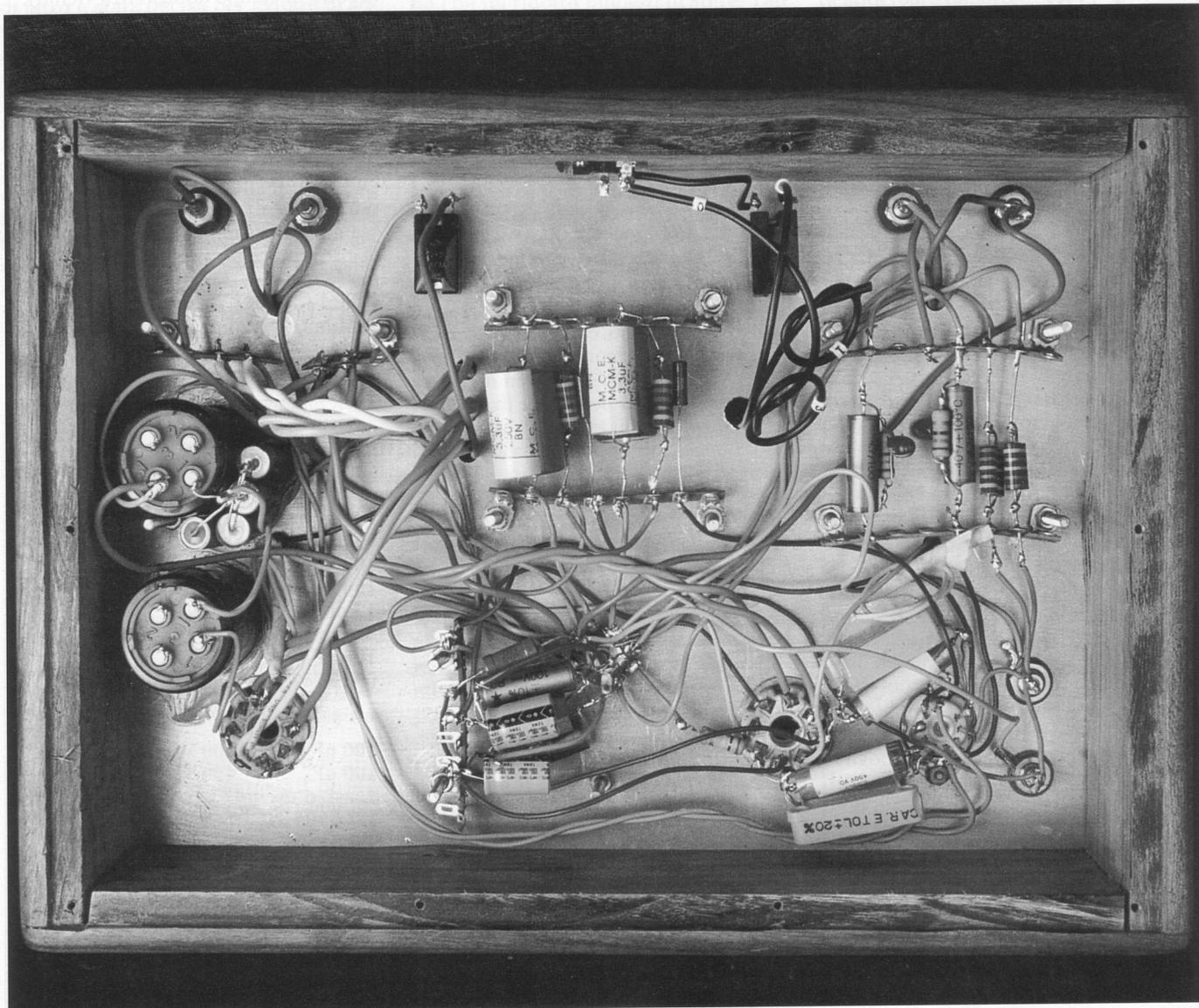
filtri passa basso e passa alto necessari per utilizzare il Triodino in bi-amplificazione, così come fa **Gianfranco (Binari)** che ne riferisce sul prossimo numero di **Fedeltà del Suono** di dicembre (n° 34).

Gli autori sono, come al solito, a disposizione degli autocostruttori per fornire ogni genere di chiarimento. Chi volesse scriverci può farlo presso la redazione di questa rivista. Ci scusiamo ma non ci è possibile dare risposte personali, le risposte alle lettere che investano problematiche di interesse generale verranno date esclusivamente sulle pagine di **COSTRUIRE HIFI**.

Informazioni su problematiche specifiche o sulla reperibilità di materiali e componenti vanno richieste per telefono chiamando, dalle 16 in poi, ai seguenti numeri:

Ciro Marzio Tel. 081/44.52.14 o 081/99.28.79;

Cristiano Jelasi Tel. 081/901179.



La parte inferiore mostra le soluzioni adottate per il cablaggio.

IL FONOMETRO LUTRON SL-4001

Tra i vari strumenti utili all'auto-costruttore audio (ed all'appassionato in genere) un ruolo di importanza non trascurabile riveste il misuratore di livello sonoro, ossia il fonometro.

Con uno strumento del genere risulta infatti possibile effettuare un gran numero di misure: dal rilevamento delle risposte acustiche di altoparlanti e diffusori, o dell'intera catena di riproduzione, alla valutazione delle risonanze dell'ambiente (in unione ad opportuni generatori audio) ed alla misura del rumore residuo o del livello sonoro in genere.

Purtroppo, il problema è sempre il solito: al giorno d'oggi il mercato offre, è

ben vero, degli strumenti di elevate prestazioni e con caratteristiche professionali, ma il loro costo esula (e di gran lunga!) dalle possibilità dell'appassionato medio.

Si tratta quindi di individuare degli strumenti un po' più economici (che però non siano dei giocattolini) e che, al prezzo contenuto, uniscano comunque buone doti di robustezza ed affidabilità. Certo, la ricerca non è facile: quando esistono, i prodotti che soddi-

sfano i requisiti imposti sono pochissimi e, di solito, di non facile reperibilità.

Per ciò che riguarda i fonometri, due sono gli strumenti che ho individuato e che, a mio avviso, ben si prestano all'utilizzo anche in ambito che va al di là di quello puramente amatoriale: il primo è il **Lutron SL-4001** (oggetto del presente articolo) e l'altro è un modello ancora più economico, il **Monacor SM-3** (del quale tratterò in un articolo



Fig. 1 - Aspetto esterno dello strumento: si notino il grande display LCD ed i quattro commutatori a slitta per il controllo delle varie funzioni.

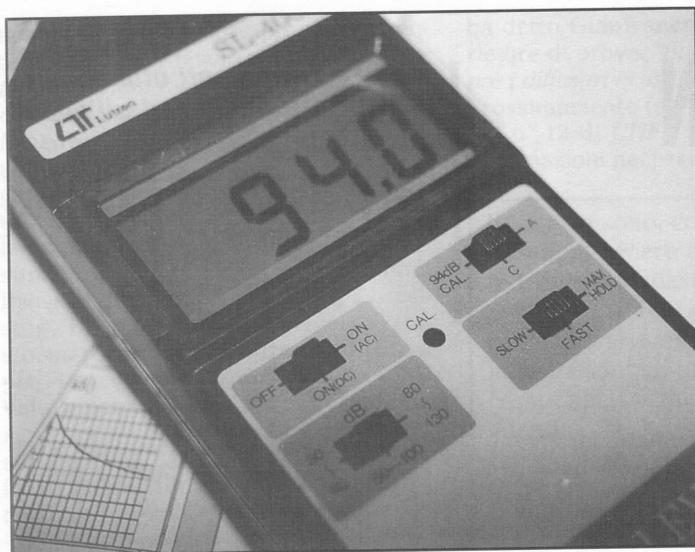


Fig. 2 - Una veduta ravvicinata del display e dei comandi frontali.

successivo). Per ciò che riguarda il Lutron SL-4001, debbo premettere che si tratta proprio di una mosca bianca: ad un prezzo decisamente contenuto, infatti, il fonometro in oggetto unisce delle vere e proprie caratteristiche professionali (tra l'altro, stando al "Catalogo Strumentazione e Componenti Elettronici 1993/94" della Maruccci, esso è certificato IEC Type 1, DIN 45633 e JIS 1502) ed è dotato di affidabilità e prestazioni di tutto rispetto. Lo strumento in questione è correntemente importato e distribuito in Italia dalla suddetta ditta ed è reperibile sia direttamente per corrispondenza, sia attraverso un buon numero di negozi che trattano tali prodotti.

Caratteristiche generali

Vediamo per prima cosa di sintetizzare le caratteristiche di questo interessantissimo apparecchio, che è provvisto di un ampio display digitale LCD a 3 1/2

digit ad elevato contrasto. Si tratta, ovviamente, di uno strumento di tipo portatile, alimentato a batterie (una normale pila da 9 V) e dalle dimensioni e dal peso (circa 20 x 8 x 3 cm, 280 grammi) del tutto idonei ad un uso palmare. L'SL-4001 è in grado di effettuare precise misurazioni del livello sonoro sia secondo due diverse curve di pesatura: quella "A" e quella "C"

(vedi incorniciato). Che significa tutto questo? Semplicemente che, nel rispetto delle vigenti norme internazionali, i fonometri non debbono fornire una lettura lineare al variare della frequenza, bensì debbono sottostare a particolari curve di equalizzazione (le principali sono appunto la A e la C stabilite dalle norme IEC); esse sono state elaborate sulla scorta di vari fattori, tra i quali la fisiologica differenza di sensibilità dell'orecchio umano alle varie frequenze. Ancora, il fonometro in oggetto è dotato di caratteristiche dinamiche variabili, ovvero di una costante di tempo veloce (FAST di 200 ms, simile a quella dell'orecchio umano, per la rilevazione istantanea di fenomeni impulsivi) e di una più lenta (SLOW, di 500 ms, per la valutazione di fenomeni continuativi); inoltre, è provvisto della funzione MAX HOLD, che consente di ritenere sul display la lettura del massimo livello sonoro misurato.

L'SL-4001 è dotato di una precisione sorprendente: entro meno di +/- 0.7 dB dopo la calibrazione effettuata con il calibratore interno. Già, perché lo strumento è anche provvisto di un proprio calibratore con onda sinusoidale a 1.000 Hz (realizzato sul tipo e con specifiche di quelli incorporati nei fonometri Bruel & Kjaer), attivabile a piacimento: con il dispositivo inserito, basta ruotare l'apposito trimmer frontale (con il piccolo cacciavite fornito in dotazione) sino ad ottenere sul display l'esatta indicazione di 94.0 dB. La risoluzione di lettura del display è in ogni caso di 0,1 dB in ciascuna delle tre portate (30-80 dB, 50-100 dB, 80-130 dB) di cui lo strumento è provvisto. La risposta in frequenza dichiarata del fonometro SL-4001 va, come vogliono le specifiche IEC, da 31,5 ad 8.000 Hz; in realtà,

però, essa risulta estesa, con linearità più che accettabile, in tutta la gamma audio, da 15 a ben oltre i 20.000 Hz. Ecco, dunque, che lo strumento in oggetto si presta benissimo (associato ad opportuni generatori di segnale) alla misura delle risposte acustiche di diffusori, componenti e sistemi e si rivela pure di estrema utilità nell'ambito dell'effettuazione di equalizzazioni o di progetti e tarature dei trattamenti ambientali. Ancora, la capsula microfonica di cui l'SL-4001 è provvisto è da mezzo pollice, del tipo electret condenser e con ottime caratteristiche di accuratezza e di stabilità nel tempo.

Lo strumento in questione, alloggiato in un contenitore in ABS provvisto di piccolo supporto da tavolo estraibile, può funzionare in un ampio range di temperature: da 0° a 50° C, con umidità relativa inferiore od uguale al 90%.

"Last but not least", l'SL-4001 dispone di indicatore di batteria scarica (che appare sul display LCD) e di un terminale di uscita (jack mono da 3,5 mm), attraverso il quale può essere connesso ad un analizzatore audio (anche computerizzato), ad un registratore a nastro, oppure ad un registratore di livello scrivente.

L'uscita in oggetto, attraverso il selettore frontale associato all'interruttore di accensione dello strumento, può essere scelta del tipo AC (0,5 V RMS max per ciascuna gamma di misura) oppure DC (da 0,3 ad 1,3 V DC, 10 mV per dB); l'impedenza nominale della medesima è comunque di 600 ohm.

La corrente assorbita dall'SL-4001 nel corso del normale funzionamento si aggira attorno ai 6 mA, il che fa presupporre una lunga durata della pila di alimentazione.

Lo strumento

All'interno della confezione (Foto 1), oltre al fonometro vero e proprio, si trovano il manuale di istruzioni dello strumento (un librettino assai ben fatto di una decina di pagine, in lingua inglese) ed il piccolo cacciavite fornito in dotazione per le operazioni di calibrazione. Una volta tirato fuori dall'imballo, il fonometro appare nel suo aspetto reale e, per la verità, piuttosto accattivante: la consistenza dello strumento è buona, il display LCD (protetto da un foglio di plastica trasparente autoadesiva da rimuovere prima dell'uso) è di grandi dimensioni, i comandi frontali sono ben disposti e di agevole impiego. Insomma, si ha subito la sensazione di avere a che fare con uno strumento serio, il cui effettivo valore va al di là del suo costo.

Come mostrano le foto, la parte supe-

ELETTROACUSTICA
Tutto per gli Autocostruttori
DIMOSTRAZIONE SCHEDA
"GLIO"
WATTSOUND
WATTSOUND

Via di Villa Heloise 19
90143 Palermo
Tel. 091/34.61.33
ore pomeridiane



IMPORTATORE E DISTRIBUTORE PER L'ITALIA:

Marcucci - Strada Prov. Rivoltana Km. 8,500 n.4 - 20060 Vignate (MI) - Tel. 02/95.36.0445 - Fax 02/95.36.0449 (con servizio di vendita per corrispondenza).
Rivendita di Milano: **Marcucci** - Via Fratelli Bronzetti 37 - 20129 Milano - Tel. 02/73.86.051 - Fax 02/95.60.248.

CARATTERISTICHE DICHIARATE

| | |
|--------------------------------|---|
| Display: | LCD ad alto contrasto a 3 1/2 digit con altezza delle cifre di 1,8 cm |
| Funzioni possibili: | misure secondo le curve di pesatura A e C, (secondo norma IEC 651) con costanti di tempo Fast (200 ms) oppure Slow (500 ms), con possibilità di ritenuta sul display del massimo livello sonoro rilevato (Max Hold) |
| Gamme di misura: | secondo la curva A: da 30 a 130 dB secondo la curva C: da 35 a 130 dB |
| Risoluzione di lettura: | 0,1 dB |
| Accuratezza di lettura: | circa +/- 0,7 dB dopo la calibrazione |
| Calibratore: | incorporato, di tipo e specifiche Bruel & Kjaer (sinusoidale ad 1 kHz per calibrazione a 94,0 dB) |
| Gamma freq. di misura: | da 31,5 ad 8.000 Hz (in base a norme IEC, vedi testo) |
| Microfono: | electret condenser, con capsula da 1/2" (12,7 mm) |
| Range di livello: | tre, da 50 dB cadauno (30-80 dB, 50-100 dB, 80-130 dB) |
| Segnale in uscita: | AC: 0,5 V RMS DC: 0,3 - 1,3 V DC (impedenza d'uscita 600 ohm) |
| Temperatura di impiego: | da 32° a 122°F (da 0° a + 50°C) |
| Umidità consentita: | inferiore al 90% (da 0° a + 35°C) |
| Alimentazione: | pila da 9 V, assorbimento circa 6 mA |
| Dimensioni (l x h x p): | 80 x 205 x 35 mm |
| Peso: | 280 grammi (pila compresa) |
| Accessori in dotazione: | Manuale di istruzioni, cacciavite per la calibrazione dello strumento |

Prezzo di listino al pubblico (IVA compresa): Lit. 390.000

Tablelle di corrispondenza tra misura lineare e misure effettuate secondo le curve A e C (secondo le norme IEC 651)

Per comodità dei lettori interessati riporto qui di seguito, tabulate, le corrispondenze in dB tra le letture effettuate secondo le curve A oppure C ed una lettura lineare presa a riferimento (0 dB in tutta la gamma):

| Freq. (Hz) | Caratt. (A) | Caratt. (C) | Accurat. (IEC 651) (Type 2) |
|------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| 31,5 | -39,4 dB | -3,0 dB | ±3,0 dB |
| 63 | -26,2 dB | -0,8 dB | ±2,0 dB |
| 125 | -16,1 dB | -0,2 dB | ±1,5 dB |
| 250 | -8,6 dB | 0 dB | ±1,5 dB |
| 500 | -3,2 dB | 0 dB | ±1,5 dB |
| 1.000 | 0 dB | 0 dB | ±1,5 dB |
| 2.000 | +1,2 dB | -0,2 dB | ±2,0 dB |
| 4.000 | +1,0 dB | -0,8 dB | ±3,0 dB |
| 8.000 | -1,1 dB | -3,0 dB | ±5,0 dB |

riore dello strumento è opportunamente realizzata in forma piramidale (come si conviene ai fonometri, per limitare al massimo fenomeni negativi di riflessione), con il vertice occupato dalla capsula microfonica. Subito al di sotto, la parte frontale dello strumento è occupata dal grande display LCD, che si estende per tutta la larghezza del medesimo; quindi, più in basso, sono posti i quattro comandi principali (tutti realizzati a mezzo di commutatori a slitta ciascuno provvisto di tre posizioni, **Foto 2**).

Di essi, quello in alto a sinistra è il vero e proprio interruttore di accensione, al quale sono associate le funzioni di selezione del tipo di uscita presente sulla relativa presa jack. Il commutatore in oggetto dispone infatti di tre posizioni: OFF/ON(DC)/ON(AC), le cui ultime due attivano lo strumento e l'uscita desiderata per il medesimo.

Più in basso si trova invece il selettore delle portate dello strumento (30-80/50-100/80-130 dB), di impiego intuitivo.

Nella parte destra dell'SL-4001 sono ubicati gli altri due commutatori: quello in alto (a tre posizioni: 94 dB CAL/C/A) è relativo all'attivazione della calibrazione dello strumento ed alla scelta del tipo di curva di pesatura, mentre quello più in basso (provvisto di posizioni SLOW/FAST/MAX HOLD) serve per la selezione della desiderata costante di tempo di misura e per la scelta della ritenuta sul display del massimo livello sonoro rilevato.

In posizione centrale rispetto ai quattro selettori menzionati, sul pannello frontale dell'SL-4001 è ubicato un piccolo forellino contrassegnato dalla scritta CAL: esso consente l'accesso al sottostante trimmer di calibrazione.

Il jack di uscita dello strumento è posto sul fianco destro del medesimo, mentre lo scomparto in cui va alloggiata la pila si trova nella parte posteriore, ed è accessibile mediante la rimozione dell'apposito sportellino.

Nella parte posteriore del fonometro (**Foto 3**) sono presenti il cartellino recante il numero di matricola dello strumento ed un supporto estraibile, che consente di appoggiare il fonometro in posizione inclinata (forse, però, sarebbe stato più utile un opportuno attacco per treppiede o per supporto da terra).

Modalità e consigli di impiego

Per quanto la calibrazione del fonometro non sia un'operazione che si rende strettamente e frequentemente necessaria, è purtuttavia consigliabile effettuarla prima dell'effettuazione di ogni

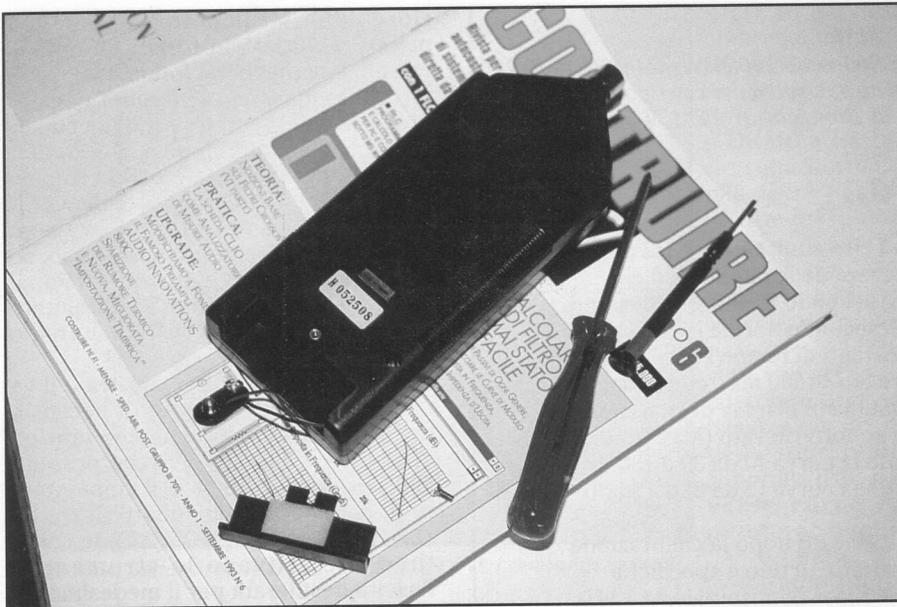


Fig. 3 - La parte posteriore dello strumento, con il supporto da tavolo estraibile e lo sportellino (con relativa vite di blocco) di accesso al vano batteria.

rilevamento: in fin dei conti, si tratta di un'operazione veloce e semplicissima, in grado di garantire la massima precisione possibile di misura. Per far ciò, conviene, dopo avere acceso lo strumento, portare il selettore di gamma nella posizione 50-100 dB e quello relativo alla costante di tempo in posizione SLOW; in particolare, la scelta di tale costante di tempo è indispensabile per ottenere una corretta calibrazione. Quindi, si attiverà l'oscillatore interno portando il commutatore 94 dB CAL/C/A nella prima posizione, e, tramite il cacciavite (*Foto 4*), si regolerà il sottostante trimmer sino ad ottenere sul display l'esatta indicazione di 94.0 dB.

A questo punto, lo strumento è pronto per effettuare misure del tutto affidabili.

Per far ciò, basta scegliere la gamma di livello sonoro più adatta alle specifiche circostanze nonché la curva di saturazione e la costante di tempo più idonee. A tale proposito, ricordo che la curva A simula in pratica il comportamento dell'udito umano, mentre la curva C è caratterizzata da una risposta maggiormente piatta (si veda, comunque, la tabella riportata in incorniciato). Facendo le opportune compensazioni, comunque, è possibile passare dall'uno all'altro tipo di misura (e pure simulare un rilevamento lineare). Ancora, al fine di minimizzare le tolleranze dello strumento (e di ottenere quindi misure più precise) è sempre consigliabile scegliere per l'SL-4001 il range di funzionamento più opportuno: ad esempio, la casa costruttrice

consiglia di selezionare la portata 50-100 dB se il livello da misurare si trova attorno ai 70-80 dB, e la portata 80-130 dB se il livello in questione si trova invece posto attorno ai 90-100 dB.

Il fonometro dispone comunque di un indicatore di fuori-portata (un triangolino che appare all'estrema sinistra del display LCD), che avvisa l'utilizza-

tore dell'opportunità del cambio di range, e pure dell'indicatore di batteria scarica (la scritta BAT, che appare sulla stessa parte del display). A proposito di quest'ultimo, tuttavia, va detto che esso compare per tensioni di batteria inferiori ai 6,5-7,5 V, e che l'SL-4001 è ancora in grado di garantire misurazioni precise per diverse ore dalla prima apparizione del segnalatore. Infine, è bene precisare che l'SL-4001, pur essendo robusto, affidabile ed in grado di lavorare pressoché in ogni condizione, è pur sempre uno strumento di misura: come tale, va trattato con rispetto e con cura, senza fargli prendere colpi di sorta e conservandolo in un ambiente idoneo.

Conclusioni

Dopo aver familiarizzato per un buon periodo di tempo con il fonometro Lutron SL-4001 ed avere impiegato lo strumento nelle più disparate situazioni, non posso che confermare in pieno le mie impressioni iniziali.

Si tratta infatti di un oggetto che unisce una buona versatilità a prestazioni di tutto rispetto e, cosa importantissima, ad un costo per nulla eccessivo (considerata la classe dello strumento), tanto da essere assai indicato e consigliabile anche per il laboratorio dell'autocostruttore audio e l'appassionato evoluto.



Fig. 4 - L'operazione di calibrazione dello strumento viene effettuata ruotando l'apposito trimmer con il cacciavite in dotazione (dopo aver disposto opportunamente i vari selettori), sino ad ottenere sul display l'indicazione 94.0 dB.

"ARETHA"

Piccolo due vie tre altoparlanti da non sottovalutare

Descrizione

Già, e chi una coppia di "ELISE" non se la può proprio permettere? La risposta a questa domanda, in un certo senso, sta proprio nel presente articolo: "ARETHA", infatti, è un diffusore che, pur consentendo prestazioni lusinghiere, ha dalla sua il fatto di richiedere un impegno economico decisamente minore. Per questo, crediamo, il kit che andiamo presentando è destinato a soddisfare le esigenze di una larga fascia di audiofili autocostruttori. Era per la verità da parecchio tempo che andavo pensando ad un sistema diffusore abbastanza economico da proporre sulle pagine di **COSTRUIRE HIFI**: qualcosa che, comunque, fosse caratterizzato da

prestazioni complessive di livello tale non solo da giustificare di per se stesse il necessario impegno (anche in termini di costi), bensì da lasciare l'appassionato più che soddisfatto e convinto di aver realizzato qualcosa che valesse veramente la pena di costruire.

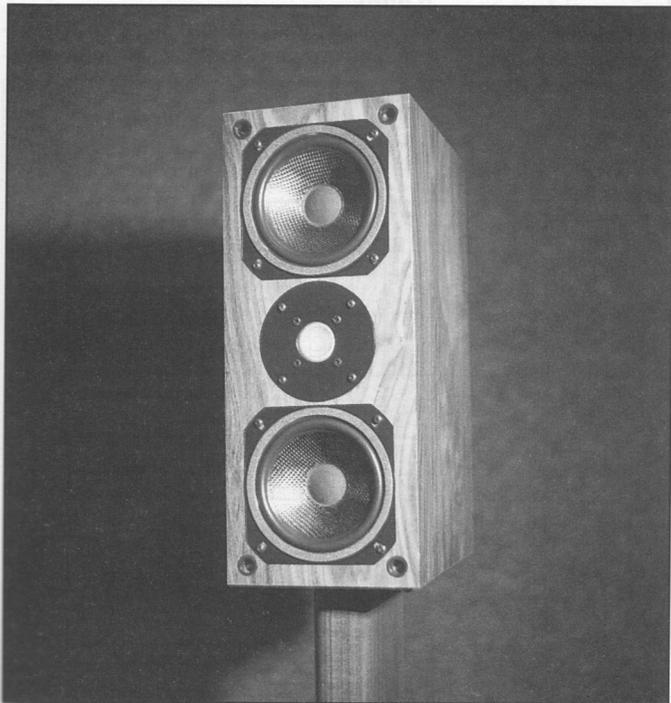
In realtà, la "molla" che ha fatto scattare tutto è stata, in un certo senso, l'espressione delusa delle molte persone che, dopo aver ascoltato i sistemi "ELISE" nel corso di una qualche fiera o manifestazione ed esserne rimasti più che entusiasti, avevano esclamato con rammarico: "peccato: di spendere più di un milione di soli componenti io non me lo posso proprio permettere".

Ancora una volta, Paolo Viappani ci presenta un progetto di diffusore sviluppato con la collaborazione della RES di Torino. Pare che una tale collaborazione sia davvero fruttuosa: la migliore dimostrazione di ciò è il lusinghiero successo ottenuto dal kit "ELISE" (v. Fedeltà del Suono n° 11-12 NOV/DIC 1992), tuttora richiestissimo da un gran numero di autocostruttori.

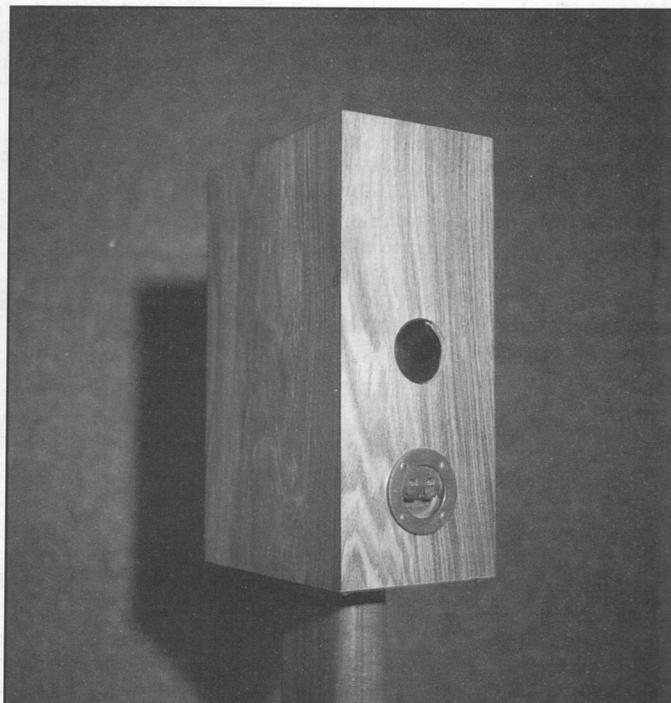
Per farla breve, eccomi qui, adesso, a presentare "ARETHA": un kit semplice (più di così...) e nel contempo economico, ma davvero capace di offrire soddisfazioni a chi vorrà intraprenderne la costruzione.

Il sistema in questione è stato sviluppato in collaborazione con la RES di Torino (tra l'altro casa costruttrice dei trasduttori impiegati).

A questo proposito, desidero ancora una volta ringraziare di cuore il titolare della ditta, l'amico Roberto Pesce: egli, tra l'altro, si è assunto per intero l'onere della costruzione dei prototipi e della messa a punto finale (e, per far ciò, ha sacrificato per un lungo periodo anche gran parte



Il diffusore ARETHA nella versione "elegante"; si noti come lo stesso sia stato opportunamente posizionato su uno stand appositamente realizzato. Il posizionamento e lo stand hanno sensibile influenza sulla resa sonora.



Il retro del diffusore; al di sopra della vaschetta recante i morsetti di ingresso è visibile l'apertura del condotto reflex posteriore. Un up-grade potrebbe essere quello di montare doppi morsetti per il "bi-wiring".

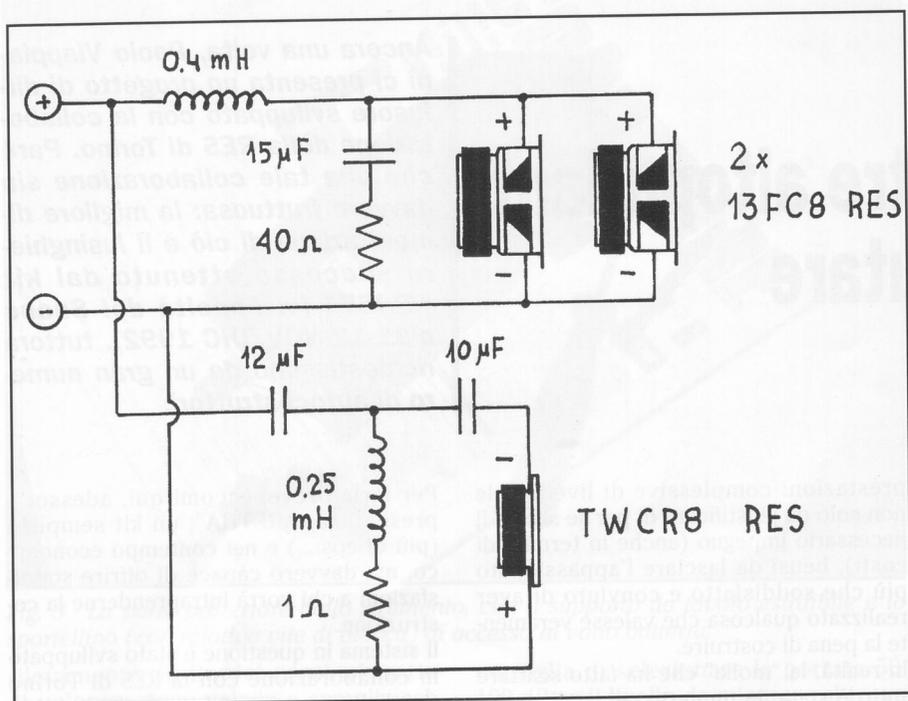


Fig. 1 - Lo schema elettrico del filtro del diffusore ARETHA.

del suo tempo libero). Io dico che, se continua così, Roberto finirà col mandarmi al diavolo!.. Sperando che ciò non avvenga (anche perché tengo molto alla sua personale amicizia), passo alla descrizione del; cercando, per non rubare troppo spazio, di essere il più breve possibile. D'altronde, i disegni, gli schemi, le foto ed i grafici allegati dovrebbero essere di per sé autoesplicativi. ARETHA, in certo modo, è un "classico": un diffusore compatto (con dimensioni da bookshelf), progettato con l'intento di conseguire buona dinamica e, nel contempo, eccellenti capacità di ricreare la scena acustica. Tra le varie soluzioni possibili (non moltissime, comunque) in sede progettuale, si è deciso di adottare il caricamento "bass-reflex" della sezione bassi nei confronti di **due piccoli woofer configurati "alla D'Appolito" unitamente al tweeter centrale.**

I componenti

I due woofer sono i **RES mod. 13 FC 8** (con membrana in fibra di carbonio), ed il tweeter, pur esso di produzione RES, è il **mod. TWCR 8** (con membrana in fibra di vetro in forma di "cupola rovesciata" da 2,5 cm di diametro). I due woofer sono caratterizzati da un complesso magnetico da 10 cm di diametro, da una bobina mobile (di altezza 12 mm) avvolta su supporto in alluminio e, come già detto, da una membrana estremamente rigida in fibra di carbonio (trattata al butile per ottimizzare lo smorzamento). La risposta in frequenza di tali trasduttori è di per sé molto lineare e non presenta apprezzabili segni di "break-

up". Il tweeter, dal canto suo, è ormai noto a molti autocostruttori ed è universalmente apprezzato, oltretutto per le sue doti di dolcezza e definizione, anche per la sua "robustezza".

Il sistema

Quanto al mobile "reflex", perché un accordo posteriore anziché frontale? Ci sarebbe da scrivere molto su questo argo-

mento; tuttavia, mi limiterò qui a precisare che il "carico posteriore" permette di sfruttare meglio il mobile e, nel contempo, consente un certo qual controllo dell'emissione alle frequenze più basse (ottenibile variando la distanza dei diffusori dalle pareti di fondo del locale); in definitiva, la soluzione rende meno critico l'interfacciamento diffusore/ambiente.

Il filtro crossover, il cui schema elettrico riporto in **Fig. 1**, è un "quasi 6 dB/oct" sul ramo del woofer, ed un "quasi 18 dB/oct." su quello del tweeter; si noti, tra l'altro, la polarità invertita del trasduttore delle frequenze alte rispetto a quella dei due woofer, questi ultimi "in parallelo" tra loro. Ancora una volta (come già avvenuto per "ELISE"), il progetto, la verifica, le misure e le pazienti operazioni di ottimizzazione hanno tenuto in gran conto del comportamento del diffusore "in ambiente"; così, ad esempio, la calibrazione del filtro è stata effettuata sia tenendo sott'occhio la risposta in frequenza del sistema (misurata non solo ad un metro dal diffusore, ma anche dal punto tipico di ascolto), sia attraverso lunghi e ripetuti ascolti da parte di più persone. **Per dovere di cronaca, riferisco che i pareri dei vari ascoltatori sono risultati tutti pressoché concordi circa una sostanziale correttezza timbrica, un'ottima definizione delle voci sia maschili che femminili, la presenza di bassi profondi e ben smorzati.**

Il filtro

I componenti impiegati per il filtro, assemblato su una basetta di circuito stam-

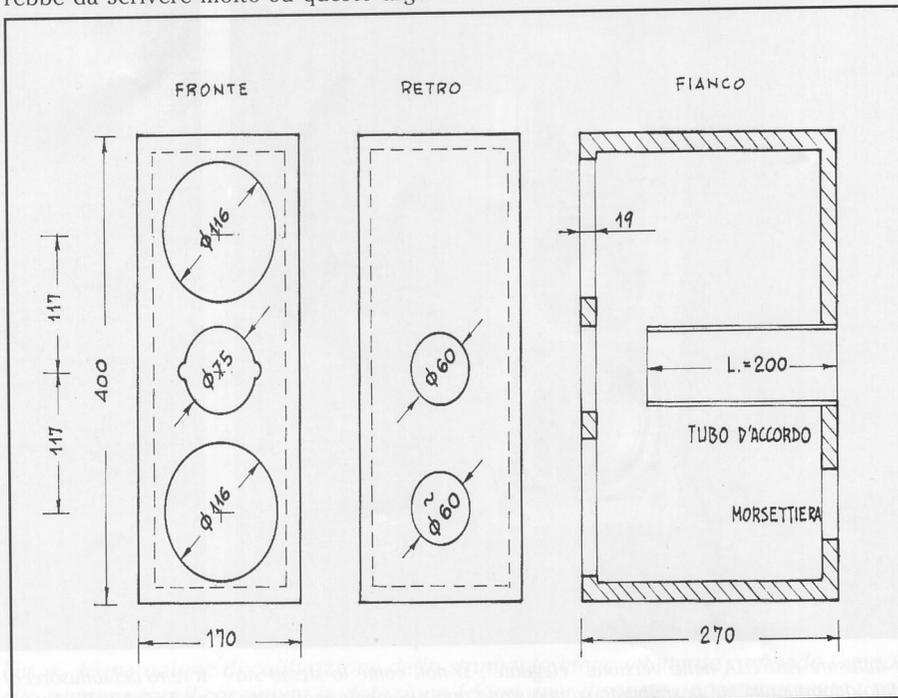


Fig. 2 - Disegni costruttivi del mobile (vedi testo).

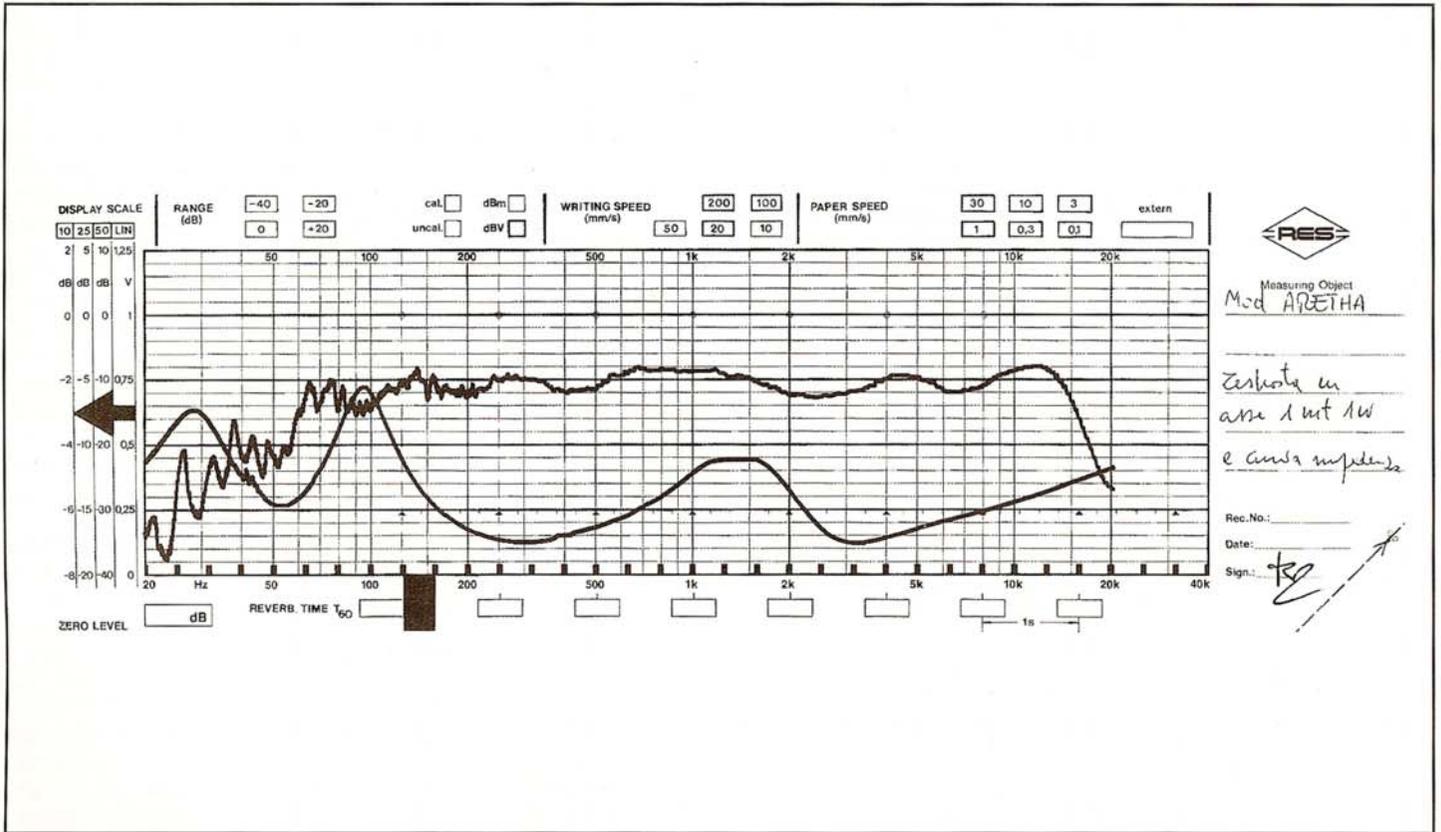


Fig. 3 - Diagrammi relativi alla risposta "in asse" del sistema (1W, 1m) ed alla curva del modulo dell'impedenza rilevata ai morsetti di ingresso.

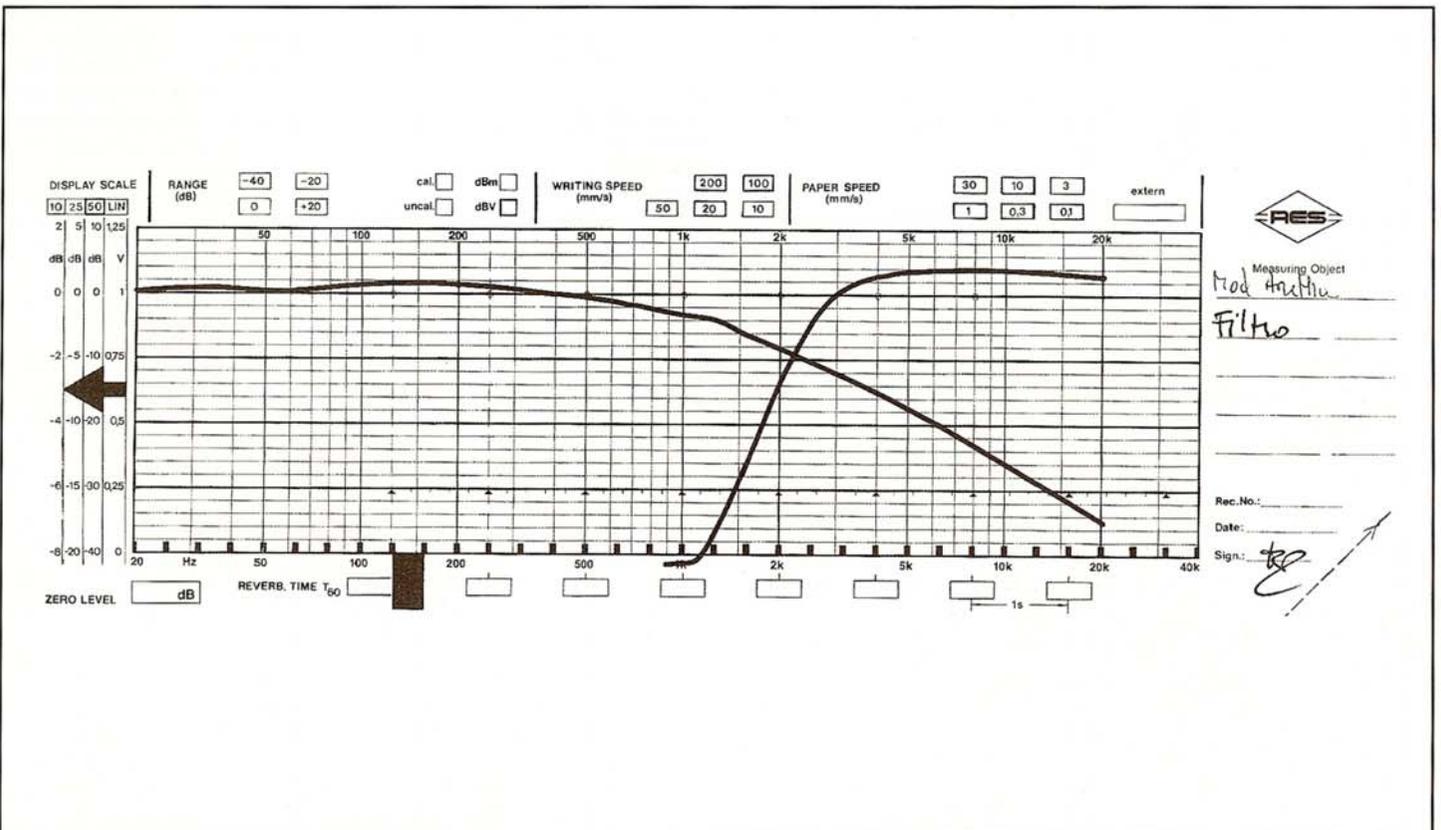


Fig. 4 - Risposta elettrica di ciascuna delle due sezioni del filtro.

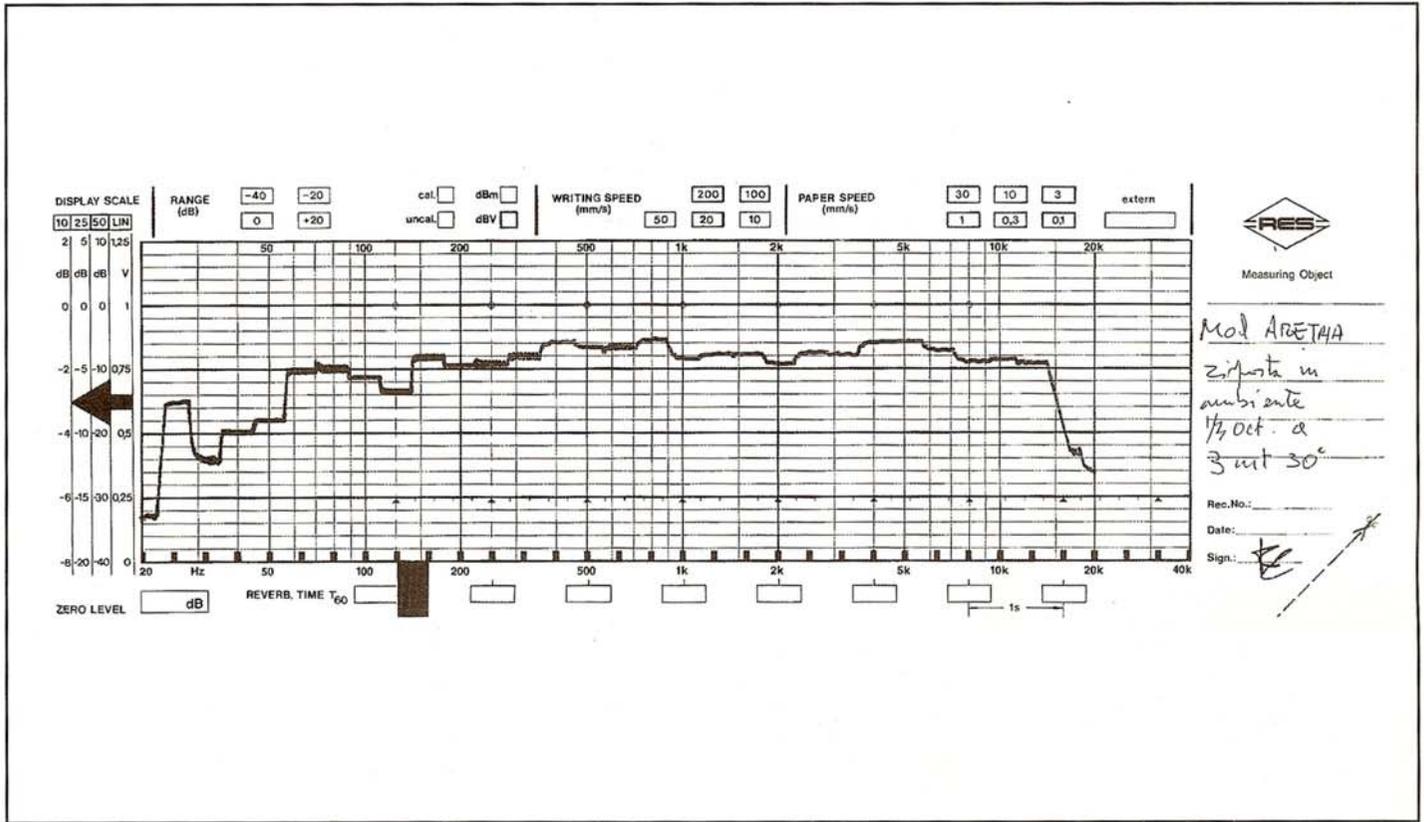


Fig. 5 - Risposta in ambiente con rumore rosa filtrato a terzi d'ottava; rilevamento a 3 metri, 30° di scostamento orizzontale dall'asse.

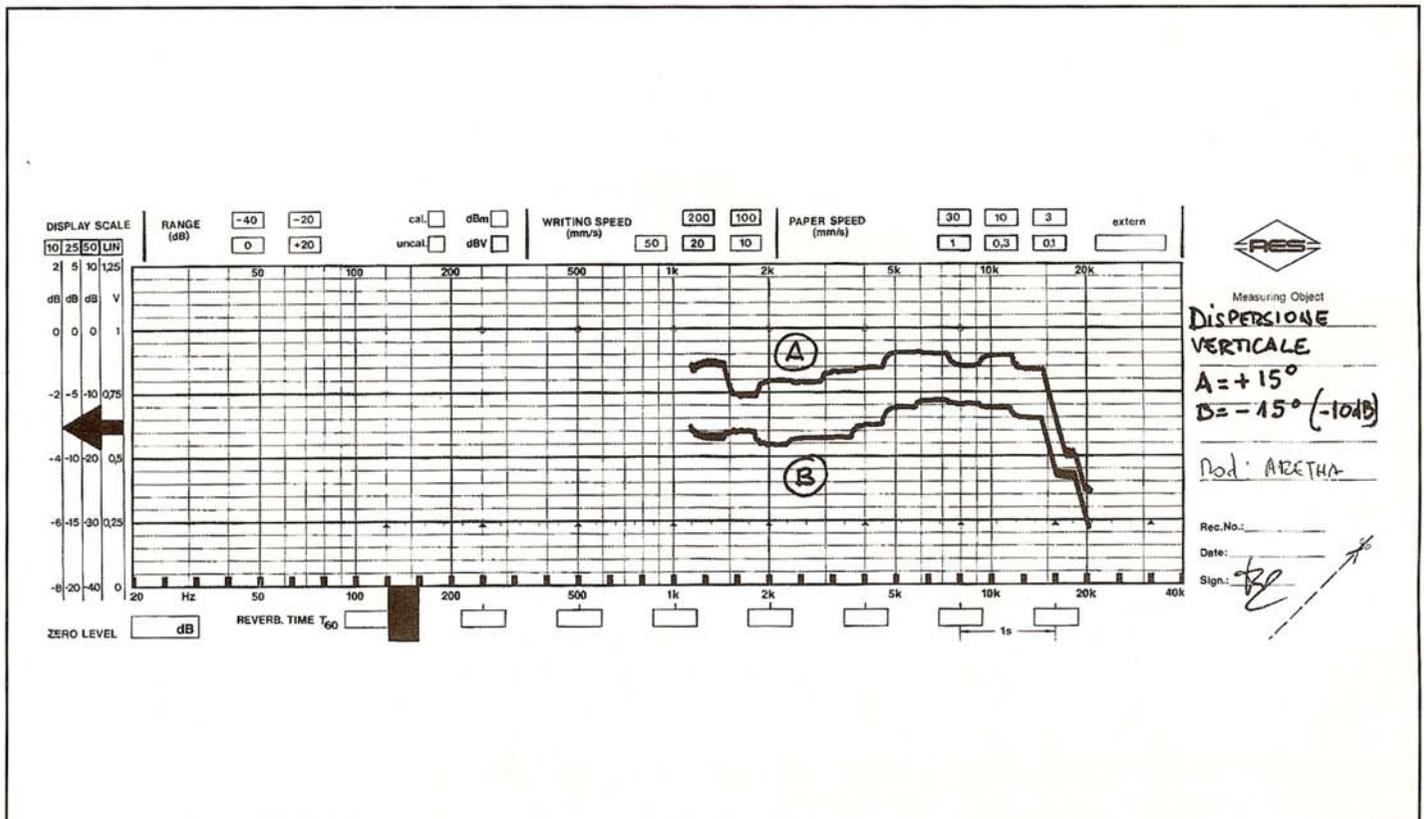


Fig. 6 - Grafici relativi alla dispersione verticale (+/- 15°).



pato, sono anch'essi di produzione RES, e risultano correntemente disponibili (si veda il catalogo della casa torinese): si tratta prevalentemente di induttori "in aria" e di condensatori in poliestere metallizzato.

Mentre i necessari valori di induttanza sono stati ottenuti modificando uno stesso modello di bobina (quello da 0,6 mH: per la precisione: il valore 0,4 mH ha comportato la rimozione di 28 spire, mentre il valore di 0,25 mH è stato raggiunto togliendo circa 60 spire dal componente di partenza), per i valori di capacità indicati sullo schema elettrico sono stati impiegati condensatori da 10 µF, 15 µF e 10 µF + 2,2 µF (questi ultimi due tra loro "in parallelo", per raggiungere la necessaria capacità di circa 12 µF).

Come si può osservare dalle foto, i prototipi di ARETHA non sono stati predisposti per il "bi-wiring", non essendosi ritenuta necessaria una tale configurazione. Tuttavia, ciascuno è libero, in proposito, di agire come meglio crede: la "predisposizione" in oggetto, infatti, è di una facilità estrema e non richiede descrizioni di sorta. Chi ha un budget più ampio può metterla in atto, con la probabilità di ottenere un suono migliore, provando e riprovando con vari accoppiamenti di cavi di potenza in commercio.

La cassa

Quanto al mobile, alcuni prototipi sono stati realizzati con finiture "grezze" in medium-density da 20 mm di spessore, mentre la coppia di diffusori definitivi (quelli riprodotti nelle foto) è stata "nobilitata" con una impiallacciatura esterna in palissandro. Ovviamente, è possibile fare impiego pure del normale truciolato (purché di buona densità), anche se, in verità, il "medium-density" offre senz'altro migliori garanzie di rigidità, robustezza ed inerzia.

Negli esemplari costruiti non sono stati necessari particolari rinforzi interni; si raccomanda, comunque, una costruzione la più curata e solida possibile.

Una precauzione importantissima è invece quella di "svasare" verso l'interno del mobile i due fori circolari destinati al montaggio dei woofer: ciò perché, avendo tali trasduttori un cestello pressoché cilindrico nella parte terminale, lo spessore del pannello frontale della cassa potrebbe altrimenti ostruire in maniera eccessiva l'apertura posteriore dei medesimi ed ostacolare il corretto movimento delle membrane.

Circa l'assorbente acustico, possono essere impiegati tanto la normale lana di vetro in fogli (di spessore attorno ai 5-6 cm), quanto l'ormai consueto "poliuretano a celle aperte"; si tratta semplicemente di rivestire all'interno le quattro pareti

lateralmente del mobile ed il pannello posteriore.

Ah, dimenticavo: pur non essendo ARETHA un diffusore "critico" (anzi, tutt'altro!), né dal punto di vista dell'accoppiamento con l'amplificatore né da quello ambientale, occorre comunque curarne la più opportuna collocazione nel locale d'ascolto, seguendo le regole solite (una certa distanza dalle pareti posteriori, posizionamento su appositi supporti ad una certa altezza dal pavimento etc.). Per dovere di cronaca, riferisco che per i

prototipi "eleganti" è stato appositamente realizzato uno stand (anch'esso rifinito in palissandro); ma, credetemi, un qualsiasi altro supporto specifico in commercio (possibilmente con le punte) può andare più che bene. Non è male, però, provare ad effettuare ascolti con diversi supporti prima dell'acquisto definitivo.

Tutto qui; non c'è proprio altro da aggiungere. Piuttosto semplice, vero? Ma, per il prezzo e l'impegno relativamente ridotto, di grande soddisfazione, ve lo assicuro. Buon lavoro, e buon ascolto!

ARETHA: TRASDUTTORI IMPIEGATI

Casa costruttrice e distributrice per l'Italia: **RES Srl** - Via Dante Alighieri 11/A - 10040 DRUENTO (TO) - Tel. 011/99.41.160 - Fax: 011/99.41.270.

CARATTERISTICHE DICHIARATE

WOOFER (2 pezzi per cassa)

| | |
|--|--|
| Modello: | RES 13 FC 8 |
| Impedenza nominale: | 8 Ohm |
| Potenza nominale: | 80 W |
| Sensibilità SPL: | 90 dB/W/m |
| Risposta in frequenza: | 45-5.000 Hz |
| Freq. di risonanza Fs: | 50 Hz |
| Resistenza di bobina Re: | 6,5 Ohm |
| Induttanza di bobina Le: | 0,5 mH |
| Fattore di merito meccan. Qm: | 1,7 |
| Fattore di merito elettrico Qe: | 0,4 |
| Fattore di merito totale Qt: | 0,3 |
| Massa mobile Mms: | 9 grammi |
| Cedevolezza meccanica Cms: | 0,0012 m/N |
| Superficie diaframma Sd: | 0,008 mq |
| Volume acustico equival. Vas: | 10 litri |
| Induzione B: | 1,3 T (13.000 Gauss) |
| Diametro bobina mobile: | 25 mm |
| Fattore di forza B x l: | 5,5 T x m |
| Massima escursione Xmax: | 3 mm |
| Cestello: | lamiera stampata |
| Cono: | in fibra di carbonio tessuta e trattata |
| Dimensioni: | diam. esterno 13 cm diam. di montaggio 11,6 cm profondità 7,2 cm |
| Peso: | 1,4 kg |
| Prezzo (IVA compresa): | Lit. 107.000 cadauno |

TWEETER

| | |
|-----------------------------------|--|
| Modello: | RES TWCR 8 |
| Impedenza nominale: | 8 ohm |
| Potenza nominale: | 80 watt |
| Sensibilità SPL: | 91 dB/W/m |
| Risposta in frequenza: | 1.500-20.000 Hz |
| Frequenza di risonanza Fs: | 1.200 Hz |
| Diametro bobina mobile: | 2,5 cm |
| Induzione B: | 1,4 T (14.000 Gauss) |
| Membrana: | a cupola rovesciata in fibra di vetro |
| Dimensioni: | diam. esterno 10 cm diam. di montaggio 7,5 cm |
| Prezzo (IVA compresa): | Lit. 54.000 cad. |

IL "SUBDOLO"

Scendere verso i 30 Hz in compagnia del "Kucciolino"

Premessa

Dopo aver attraversato un periodo di notevole popolarità il subwoofer, inteso sia come elemento sin da subito incluso nel sistema di diffusione sonora sia come suo successivo completamento, vive oggi una fase di relativamente scarsa considerazione.

Tra gli audiofili è infatti opinione diffusa, anche se non generalizzata, che tale categoria di oggetti mal si concili con la "vera alta fedeltà" e che il suo impiego sia da relegare ai "veicoli a propulsione acustica" sempre più di frequente incontrati sulla nostra intasata rete viaria o ai roboanti impianti casalinghi di "discotecari" e "rocchettari" tanto rozzi quanto esagitati; l'innata antipatia di qualcuno verso i minidiffusori, infine, non cessa di certo affiancando un subwoofer alle ormai proverbiali "scatole da scarpe".

Anche se tali giudizi possono sembrare "estremistici" non v'è dubbio che l'uso disinvolto del subwoofer (sovente occultato nei più angusti recessi del locale deputato all'ascolto ed affiancato da satelliti di qualità non sempre cristallina) da qualcuno teorizzato e messo in pratica, nonché la frequente sottovalutazione dei problemi legati all'acustica ambientale ed al corretto interfacciamento con le vie superiori, hanno di fatto allontanato molti audiofili da quella che se correttamente considerata ed attentamente impiegata è a nostro avviso una soluzione "architetticamente" interessante, qualche volta geniale.

Il lavoro svolto intorno al "SUBDOLO", quindi, vuole tra l'altro essere il nostro modesto contributo per il recupero e l'attento impiego del subwoofer, non più visto come oggetto da "appiccicare" con superficialità ad una generica coppia di diffusori esistenti, ma come soluzione tecnico costruttiva "mirata" all'accrescimento delle prestazioni del sistema di diffusione sonora al quale viene chiamato ad affiancarsi; tale sistema nel nostro caso è stato individuato nell'ormai noto (forse anche

troppo, pensa qualcuno...) "KUCCIOLO".

Nonostante la performance in gamma bassa del Kucciolino sia sufficiente a riprodurre correttamente una gran parte dei brani musicali normalmente "frequentati" dall'audiofilo (soprattutto in caso di pilotaggio con ampli valvolari), l'esigenza di una maggiore estensione verso il registro più grave può emergere di tanto in tanto come risultato di qualche ascolto più impegnativo o specialistico. Tuttavia le difficoltà connesse con l'affiancare ad un'oggetto sonicamente raffinato come il Kucciolino un subwoofer all'altezza, ed un pizzico della tipica indolenza mediterranea, ci hanno lungamente dissuaso dal procedere al varo dell'impresa. Qualcuno riterrà a questo punto sì pavidii individui indegni ospiti anche del più scalagnato foglio di settore, ma vi preghiamo di accettare a nostra almeno parziale scusante il fatto di esserci incamminati verso il raggiungimento dello scopo intralciati dalla solita manciata di premesse tecniche, costruttive, economiche:

- 1) evitare l'inserzione in serie al Kucciolino di ogni e qualsivoglia elemento circuitale aggiuntivo;
- 2) permettere l'esclusione del subwoofer in modo relativamente semplice, consentendo il ricorso al selettore dei diffusori "A/B/A+B" (orrore!) in tutti quei casi in cui l'amplificatore di potenza ne fosse dotato;
- 3) evitare l'effetto inquinante che spesso oggetti di questo tipo, un po' malati di protagonismo, hanno su porzioni della gamma udibile non di loro pertinenza;
- 4) far esibire al diffusore una personalità composta e sobria, accettando di conseguenza qualche eventuale passaggio sotto le righe ma nessuno sopra.
- 5) impiegare preferibilmente trasduttori frutto del patrio ingegno (leggasi "made in Italy");
- 6) non costringere ad esborsi da nababbi gli eventuali autoconstruttori e, anzi, per

mettere up-grading successivi senza modificare le caratteristiche geometrico-costruttive del box.

Filosofia progettuale

Nonostante questo scritto veda la luce successivamente alla pubblicazione dell'articolo sul sistema "MICRO 101.C4 + MICRO129.SUB", avvenuta su *FdS* n° 30, la progettazione e la realizzazione del Subdolo sono anteriori a quelle del sistema Micro e questa anomala collocazione temporale è frutto esclusivamente di circostanze casuali. Il rapido e quantitativamente inaspettato crescere di prestazioni del Micro nel corso della sua messa a punto e l'emergere della sua giovanile e sbarazzina personalità, hanno di fatto trasformato quello che all'inizio era poco più di un gioco in un sistema straordinariamente musicale per la sua fascia di appartenenza, consegnandoci in mano un lavoro così compiuto che trasformarlo nell'articolo su *FdS* n° 30 è stato un piacere ed un obbligo nei vostri confronti. La scelta progettuale di operare il taglio acustico tra sub e satelliti è nata, come avrete quindi intuito, con il Subdolo e non con il suo minuscolo successore. Anche in questo caso ci siamo avvalsi di trasduttori a doppia bobina e della configurazione carico simmetrico, mentre l'ormai abituale push-pull è stato realizzato con gli altoparlanti affrontati e conseguente dimezzamento del volume necessario a realizzare l'accordo.

Dalla *Tab. 1* sono desumibili i dati più significativi inerenti l'accordo in carico simmetrico mediante il mio sw "QUIT-BOX".

Questa volta le bobine mobili dei due componenti impiegati nel Subdolo sono state connesse in parallelo per ognuno dei due canali, utilizzando una bobina di ogni woofer in modo da garantirne l'equilibrato funzionamento anche in caso di pilotaggio di un solo canale.



DATI ALLINEAMENTO

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Volume interno box reflex: | 18.0 Lt |
| Volume interno box chiuso: | 18.0 Lt |
| Frequenza di accordo (Fc=Fb): | 48.7 Hz |
| Area totale dei condotti: | 29.9 cm ² |
| Lunghezza di ogni condotto: | 16.5 cm |
| Frequenza inferiore (Fl): | 31.3 Hz |
| Frequenza superiore (Fh): | 75.6 Hz |
| Potenza elett. max ad Fl: | 63.8 W |
| Max press. acustica ad Fl: | 108.5 dB |
| Dati ottenuti con Res. agg.: | 0.2 ohm |

TAB. 1 - I dati più significativi inerenti l'accordo del sistema a carico simmetrico.

E' stato inoltre imposto al diffusore un range di funzionamento considerevolmente più ristretto in frequenza (limitandolo ovviamente in alto) rispetto a quello di abituale pertinenza di molti suoi colleghi, autocostruiti e non.

I principi ispiratori delle soluzioni sin qui elencate sono molteplici, cerchiamo ora di descrivere succintamente i più significativi.

Sin dal loro apparire i subwoofer a radiazione indiretta, con risposta assimilabile a quella di un passabanda del quarto (o più) ordine complessivo, vennero salutati come la risposta costruttivamente semplice ed economicamente conveniente al problema dell'estensione verso il basso della banda riprodotta da diffusori in tal senso non molto dotati (minicasse & affini). Tali oggetti lasciavano intravedere la possibilità di evitare il ricorso a soluzioni tecnico/circuitali costose e complesse, come gli ingombranti crossover passivi necessari al corretto filtraggio di box dalle tormentate curve di impedenza elettrica o i non proprio economici (e qualche volta neanche bensiuonanti) sistemi multiamplificati preceduti dai relativi crossover attivi. Si trattava quindi, a prima vista, della proverbiale quadratura del cerchio, cerchio che appariva addirittura tendere al triangolo, considerando l'intrinseco sbarramento rappresentato dalla radiazione indiretta (magari condita con un bel push-pull...) verso le componenti armoniche della distorsione, inevitabilmente generate anche dal più perfetto dei trasduttori. Come accade però sovente, ci si accorse anche in questo caso che il gran luccichio non era del tutto aureo ed ebbe inizio ben presto il computo degli "effetti collaterali"; tali effetti tuttora ostacolano non poco la diffusione dei "passabanda acustici" puri (non

coadiuvati cioè dall'intervento di reti elettriche accessorie né attive né passive) almeno per quanto riguarda la loro produzione industriale. Pur se svantaggiate dal costo e/o dall'ingombro, le reti divisorie (attive o passive che siano), impiegate normalmente per limitare verso l'alto la banda riprodotta dai subwoofer a radiazione diretta raccordandola con precisione con quella di pertinenza dei diffusori satellite, possono essere facilmente modificate sia per topologia circuitale sia per valore dei singoli componenti e spesso tale ottimizzazione si traduce nella rotazione di qualche trimmer potenziometrico, nella sostituzione di qualche induttore o condensatore, nel settaggio di qualche banco di dip-switches.

In casi simili al nostro invece, le caratteristiche del passabanda acustico (solitamente ottenuto ricorrendo ad un doppio reflex o ad un carico simmetrico) sono meno facilmente "addomesticabili" alle esigenze del progettista/utente e gli elementi circuitali sono intercambiabili con maggior difficoltà, in quanto "imprigionati" nel circuito equivalente dell'altoparlante assoggettato al tipo di carico prescelto.

Andamento della risposta, frequenze di taglio, pendenze fuori banda ed altro ancora sono rigidamente fissate dai parametri elettroacustici dell'altoparlante, nonché dal dimensionamento, dal tipo di accordo del mobile e dalle soluzioni costruttive adottate; risulta evidente perciò la minore libertà d'azione del progettista ed il rischio di convertire in legna da ardere il frutto di tanti sforzi diviene tutt'altro che remoto.

Quanto appena detto vale anche per la scelta del trasduttore, il quale, perché il giochetto riesca, deve presentare "small signal parameters" il più possibile vicini a quelli preventivati in sede di stesura del progetto; nel caso di configurazioni ad altoparlanti multipli (come nel nostro caso) assume inoltre particolare rilevanza la dispersione delle caratteristiche tipica di questi dispositivi elettromeccanici.

Come se ciò non bastasse, per effetto delle nostre scelte progettuali, satelliti e sub vengono a trovarsi (a meno di non ricorrere alla biamplificazione) in parallelo per tutta l'estensione della banda audio ed il modulo dell'impedenza così ottenuto, assumendo soprattutto alle bassissime frequenze valori piuttosto modesti (2 ohm circa), può mettere in crisi più di un amplificatore; l'assenza di filtraggio elettrico, inoltre, può comportare l'invio al malcapitato satellite di energia a frequenza tanto bassa da limitarne in modo non trascurabile

le capacità dinamiche, incrementando nel contempo la distorsione.

Pur se spaventati da tante controindicazioni, ci siamo comunque lasciati tentare dalla serafica semplicità della soluzione qui prospettata, nonché dalla sua relativamente facile implementazione, ed abbiamo affrontato con curiosità la realizzazione del diffusore, unico modo per assodare la fondatezza di tali preoccupazioni. Abbiamo tuttavia lasciato aperta la via per un'onorevole ritirata; ripiegando eventualmente a posteriori sulla biamplificazione prima e sull'introduzione di un crossover attivo o passivo poi, non avremmo dovuto rifare da capo il progetto del Subdolo e, anzi, queste ultime eventualità avrebbero potuto individuare potenziali upgrade futuri.

Inoltre, dedicare il giusto tempo alla ricerca del trasduttore più adatto, costruirgli intorno un diffusore realizzato in modo da condurlo ad una sorta di simbiosi con il satellite designato, in definitiva realizzare un subwoofer "ad hoc", non spaventa ormai più il moderno ed evoluto autocostruttore; il sempre più frequente ricorso alla simulazione computerizzata, infatti, riduce ad un'entità ragionevole i rischi di fallimento.

Rimane da spiegare il motivo che ci ha condotti a confinare l'intervento del nostro diffusore alle frequenze inferiori ai 75 Hz circa. Ebbene è nostro modesto parere che una delle motivazioni principali della già menzionata (e non del tutto ingiustificata) disaffezione di gran parte dei "puristi" del buon suono nei confronti dei subwoofer è da ricercarsi proprio lì, nell'incrocio eccessivamente "alto" con le vie superiori; specialmente quando il diffusore incaricato della riproduzione delle più basse frequenze è uno solo e viene disposto asimmetricamente rispetto ai suoi più piccoli colleghi.

Come vedete anche l'ultimo tassello è a posto, il sacrificio chiesto al Kucciolino nell'estendersi quanto più in basso possibile nella riproduzione musicale, senza che il sub lo sgravi minimamente da quest'incombenza, ci ha permesso di operare un taglio molto basso, tale da ridurre al minimo l'indesiderabile "localizzabilità" del subwoofer e quindi le riserve delle mitiche "orecchie di pipistrello".

Tutto ciò è in definitiva quello che abbiamo fatto (o cercato di fare) nel caso del Subdolo: concependolo come ideale compagno del Kucciolino ne abbiamo, infatti, sicuramente limitato la flessibilità e siamo incorsi in parecchi dei menzionati "effetti collaterali", ma abbiamo anche ottenuto, con grande sem-



Il Subdolo... appostato nell'erba; appoggiato sopra si vede il foglio già tagliato di sughero per il frontale ed a lato il "Pf".



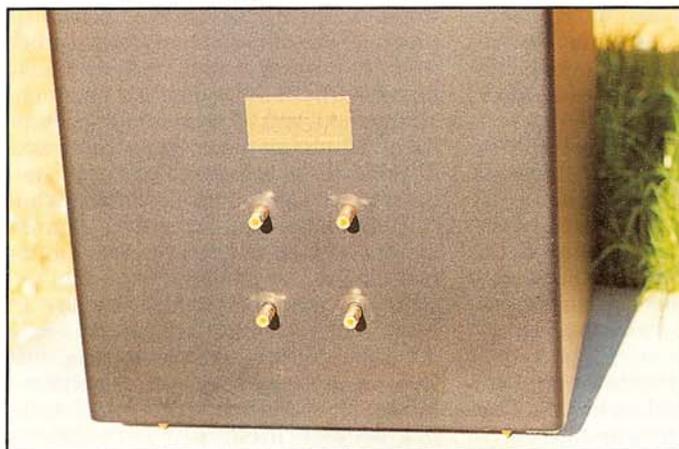
Stessa immagine ma dal lato opposto; con il "Pf" rimosso si vede uno dei woofer.

PLICITÀ ed un'esborso relativamente modesto, la riproduzione di quella parte della banda audio nella quale il nostro minuscolo satellite, per intrinseci limiti fisici, non può addentrarsi e la pressoché totale ininfluenza dell'operazione sulle note ed apprezzate caratteristiche musicali del Kucciolo.

Questa volta non correremo la trattazione tecnica con la consueta prova d'ascolto; la motivazione è da ricercarsi nell'imminente presentazione della versione aggiornata del Kucciolo con modifiche ai trasduttori ed al crossover (state in campana...). Avvalendoci delle capacità di analisi e discernimento dei nostri esperti in ascolti, chiederemo loro di formulare un giudizio critico sull'intero sistema in un apposito futuro intervento su queste stesse pagine.

Notizie pratiche

Immaginiamo a questo punto che una certa curiosità intorno al trasduttore "eletto" per l'occasione, si sia impadronita di voi. **CIARE** signori, ebbene sì, anche stavolta nella nostra scatola sonora alberga una coppia di trasduttori



Il pannello posteriore con i 4 morsetti di collegamento.

della casa di Senigallia, questa è stata l'inappellabile sentenza di QUITBOX alla quale abbiamo dato corso! L'oggetto misterioso si chiama questa volta **HS 250**, l'ormai consueto incorniciato ne descrive approfonditamente le peculiarità e l'elenco dei parametri elettroacustici più significativi (effettivamente rilevati da una piccola campionatura di recente produzione) è visibile in **Tab. 2**. Come vedete non ci sono valori da far gridare al miracolo, ma le intelligenti scelte dei progettisti Ciare ci consegnano una macchina di grande flessibilità, dalle eccellenti prestazioni, dotata di grande affidabilità e di elevata rispondenza alle specifiche dichiarate (questo sì che è un miracolo, di questi tempi...).

La paternità di un'oggetto così sobrio ed efficace è dell'ufficio progetti della stessa casa di Senigallia capitanato dal **Dott. Carlo Zuccatti**, un nome che dovrebbe sicuramente ricordare qualcosa agli auto-costruttori ed agli appassionati più informati.

Mettendo mano al computer, prendetevi ad esempio la briga di simulare un bass reflex (magari ricorrendo a QUITBOX), vedrete che è possibile passare dai più smorzati al-

lineamenti "QB3" ai più estremi "C4" senza far assumere allo scarto di cedevolezza (CN) valori preoccupanti e, so-

| © C) 1993 ...Santini Nicola Software | | | | | |
|--|-----------|------|-------------|------|-------------------------|
| QUITBOX vers. R/B | | | | | |
| TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DI : CIARE HS250 PF | | | | | |
| Fs | = 20.2 Hz | Qm | = 3.34 | Qe | = 0.35 |
| Qt | = 0.32 | Mms | = 0.1255 Kg | Vas | = 0.0866 m ³ |
| Zoon | = 2 Ohm | Xmax | = 0.0080 m | Zmax | = 15.9 Ohm |
| Re | = 1.5 Ohm | BxL | = 0.29 T/m | Sd | = 0.0353 m ² |
| No.ref | = 0.0020 | Pe | = 320.0 W | Spl | = 95.0 dB/W/m |

Sviluppato per : Fedeltà del suono-Quit of the spring s.r.l.

TAB. 2 - I parametri dei due woofer Ciare HS-250D in push-pull, affrontati, in parallelo.

prattutto, senza dover chiudere il woofer in volumi esageratamente grandi. La duttilità del trasduttore ci ha, nel caso specifico, consentito di scegliere per il Subdolo un carico simmetrico dal "q" non troppo contenuto (ma comunque sufficientemente smorzato); la cosa, unitamente alla configurazione in push-pull affrontato, è stata di grande aiuto nel contenere le dimensioni del mobile che, a diffusore ultimato, si presenta come un parallelepipedo di 40 cm circa di lato (il minimo per contenere due 250 mm!).

Le consuete simulazioni relative all'andamento in funzione della frequenza di: risposta del sistema, impedenza elettrica, pressione massima ottenibile, potenza elettrica massima sopportabile sono rispettivamente evidenziate nei **Grafici 1, 2a, 2b, 3**. Essendo questa una realizzazione dalla storia meno "travolgente" di quella del citato sistema Micro, abbiamo avuto modo di far seguire alle simulazioni le dovute verifi-



Carta d'identità de woofer CIARE HS 250

Entrando nel campo dei trasduttori per note basse, woofer o subwoofer che siano (a proposito, qualcuno di voi è a conoscenza di quale sia la differenza?), attraverso la porta Ciare, ci si accorge ben presto di essere in ottima compagnia; un listino vastissimo che partendo dai trasduttori professionali spazia nel settore "Home", in quello "Car" per giungere agli altoparlanti per strumenti musicali (trascurando la vasta produzione "custom") accoglie l'appassionato lasciandolo di rado insoddisfatto o indifferente. I più attenti ed informati di voi saranno sicuramente a conoscenza del fatto che molti produttori di diffusori acustici ad elevate prestazioni fanno uso di materiale prodotto (spesso "ad hoc") dalla casa di Senigallia e che nel passato dell'hi-fi hanno lasciato una traccia significativa oggetti nei quali il contributo Ciare era più che significativo.

Immaginiamo che l'agguerrito esercito di estero-fili per partito preso che popola il nostro ambiente abbia molto da obbiettare a proposito di quanto detto ma, a differenza delle convinzioni di costoro, le nostre sono maturate in base a dati strumentali, prove d'ascolto, proficui contatti personali con tecnici e ricercatori, elementari considerazioni di carattere economico-commerciale; non ci troviamo - fortunatamente - di fronte all'unico esempio positivo esistente in materia e ciò non può che rallegrare appassionati ed auto-costruttori, avremo modo di scoprirlo insieme in un futuro non lontano!

La visione del massiccio magnete in ferrite e della rassicurante pressofusione del cestello accoglie l'utilizzatore dell'HS 250 all'apertura dell'ampio e robusto imballo che lo ospita, una costruzione sobria e poche concessioni alle frivolezze denunciano immediatamente la destinazione d'uso del componente. Anche il cestello pressofuso in alluminio, non molto comune nell'odierna produzione "home", risponde a necessità di carattere squisitamente tecnico e non costituisce il classico specchietto per le allodole; un siffatto particolare contiene, grazie al materiale amagnetico di cui è costituito, le "fughe" di flusso dal gruppo magnetico e consente con la sua grande rigidità (incrementata da opportune nervature) un moto stabile e sicuro dell'intero equipaggio mobile; quest'ultimo, infatti, in ragione della sua relativa pesantezza coniugata alle velocità raggiunte in esercizio sottopone il cestello a sollecitazioni meccaniche di tutto rispetto. Particolare cura è stata inoltre riposta dai progettisti Ciare nell'ingegnerizzazione delle bobine mobili, affinché il trasduttore in questione potesse esibire un'escursione massima di rilevanza assoluta per la sua classe e le sue dimensioni; questo dato assume infatti una grandissima importanza per qualunque woofer, in quanto limita a bassa frequenza la massima potenza sopportabile dal componente e, di conseguenza, anche la massima pressione acustica ottenibile dallo stesso. Ognuna delle bobine è costituita da due strati ed il supporto che accoglie l'equipaggio mobile è in alluminio, ma il tutto non forma il consueto "pacco" bifilare (in cui le spire si alternano reciprocamente), gli avvolgimenti vengono invece a trovarsi uno dentro l'altro; ciò porta tutti i quattro capi ad "affacciarsi" dal medesimo lato della struttura. Dalla particolare disposizione degli avvolgimenti discende (come qualcuno di voi avrà intuito) la loro non perfetta uguaglianza, essi vengono infatti ad assumere un diametro e quindi una lunghezza lievemente differenti; il necessario equilibrio viene quindi conseguito differenziando in senso opposto il numero delle spire.

Operando come descritto si è riusciti a contenere l'altezza della bobina in 24 mm; da tale dato e dall'altezza della piastra polare (8 mm), si giunge agli 8 mm di X_{max} denunciati nella tabella dati del trasduttore e costituenti un valore degno di considerazione!

Naturalmente, come spesso accade per i woofer capaci di così ampie escursioni, anche il fondello dell'HS 250 è sagomato in modo da allontanare i dolorosi (e spesso fatali) impatti con l'equipaggio mobile che potrebbero verificarsi nell'uso non troppo premuroso del componente.

La bassa frequenza di risonanza, infine, auspicabile per tutti quei woofer che vogliono fregiarsi del prefisso "sub", è ottenuta dall'abbinamento sinergico di due particolari: una sospensione in foam particolarmente cedevole ed un anello in rame (aperto elettricamente per non divenire sede di indesiderate correnti indotte) del peso di 8 g, reso solidale con l'equipaggio mobile da un robusto incollaggio.

E' notizia di dominio pubblico il fatto che il foam delle sospensioni reagisca alle offese del tempo sbriciolandosi e, anche se la recente adozione da parte dell'industria (Ciare compresa) di particolari trattamenti chimici ha di molto migliorato le cose, tale materiale viene ancor oggi guardato con sospetto da molti; siate tranquilli, essendo il Subdolo un diffusore a radiazione indiretta, i benemati trasduttori vengono a trovarsi al riparo dagli agenti più pericolosi garantendovi lunghi anni di piacevole ascolto.



Grafico 1 - Simulazione della risposta in frequenza del sistema (sw QUITBOX).

che strumentali in tempo utile per pubblicarle come parte integrante di questo scritto. Dette rilevazioni hanno avuto luogo nella sede della **Electronic Melody**, distributrice esclusiva su tutto il territorio nazionale dei marchi **Ciare** e **SEC**, per mano e sotto l'occhio vigile di **Lino Esposto** (capo dello staff tecnico della menzionata azienda) e sono state precedute da una lunga e piacevole seduta d'ascolto dei sistemi Kucciolo + Subdolo e Micro 101.C4 + Micro 129.SUB, oltre che ad alietare le nostre orecchie, l'ascolto preventivo dei sistemi enumerati ci ha consentito di passare alle rilevazioni strumentali solo dopo aver adeguatamente "scaldato" i trasduttori. La superficie rilevante della sala d'ascolto (oltre 60 mq moderatamente assorbenti) ci ha, infatti, consentito un pressoché ottimale posizionamento dei diffusori, a debita e ragiona-



Uno scorcio della sala ove abbiamo effettuato le misure; si osserva il microfono posto in campo vicino di fronte ad un condotto (vedi testo).

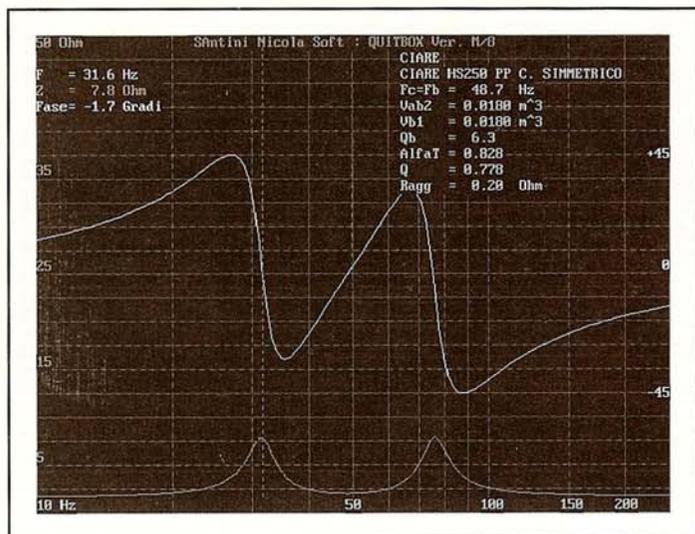


Grafico 2a - Simulazione dell'andamento dell'impedenza con lettura sul primo picco (sw QUITBOX)

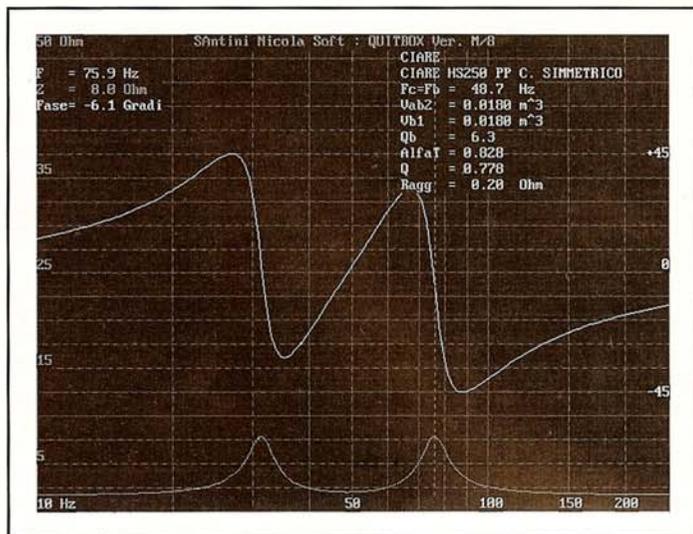


Grafico 2b - Simulazione dell'andamento dell'impedenza con lettura sul secondo picco (sw QUITBOX).

ta distanza dalle pareti di fondo e laterali (oltre i 3 m). Quest'ultimo aspetto, soprattutto provando un subwoofer, assume importanza rilevante in quanto, non dimentichiamolo, in questi frangenti sono di solito in gioco frequenze dalla lunghezza d'onda dell'ordine della decina di metri, capaci quindi di eccitare eventuali modi di onde stazionarie sin dalle frequenze più basse, con intuibili e nefasti effetti sulla distribuzione energetica in ambiente (**Gianluigi Corsini** docet!).

Come potete rilevare dai grafici, ci siamo avvalsi dell'immane sistema di misura **CLIO 2.11** tanto per la rilevazione dell'impedenza elettrica quanto per quella della risposta in ambiente. Le buone caratteristiche fisico geometriche della sala, ci hanno infine indotto a pubblicare le risposte a terzi d'ottava in luogo di quelle "pseudo anecoiche" ottenute con la tecnica della "finestratura temporale". Oltre alla sin troppo ovvia (ma non valida sempre e comunque) considerazione che nessuno o quasi ascolta musica in ambienti anecoici, la scelta, operata di comune accordo con **Lino Esposto**, ha inteso includere il comportamento dell'ambiente nella rilevazione, rendendo più facilmente confrontabili le impressioni d'ascolto dei presenti con i risultati dell'acquisizione dati tramite elaboratore.

La prima verifica, comunque, è stata quella relativa all'andamento del modulo dell'impedenza elettrica (**Grafico 4**), ed è stata eseguita con i due canali del Subdolo connessi in parallelo; ovviamente per ottenere l'entità del carico visto da ogni amplificatore in condizioni di funzionamento reali sarà sufficiente raddoppiare i valori estrapolati dal grafico. La prima cosa che balza all'oc-

chio è la conferma di quanto annunciato nella parte relativa alla filosofia di progetto: l'impedenza del sistema scende sino a 4 ohm, il che significa che parallelizzando il Kucciolo ci si trova sovente al disotto dei 3 ohm. La seconda, che ci preme maggiormente farvi notare, è il pressoché totale rispetto delle previsioni effettuate simulando diffusore con QUITBOX, tanto per quanto riguarda la dislocazione in frequenza dei due picchi quanto per la loro entità, come avrete probabilmente rilevato confrontando i **Grafici 2a e 2b** (frutto delle simulazioni) con il **Grafico 4** (frutto delle rilevazioni strumentali).

L'oggetto esaminato, considerate le semplificazioni operate dal modello matematico, la non perfetta sovrapponibilità parametrica dei due **HS 250**, le pur lievi tolleranze della volumetria del mobile, è tremendamente somigliante a quello da noi pensato, il che è fondamentale per l'uso che andremo a farne!

Anche la funzione risposta (**Grafico 5**), ottenuta sommando tramite CLIO i contributi dei due condotti con il microfono posto al loro inbocco (vedi documentazione fotografica), è sostanzialmente rispondente a quanto preventivato; si riscontra, infatti, la prevista sella, frutto dell'allineamento leggermente sottosmorzato ($q=0.773$) e l'eccellente fattore di merito del mobile (ottenuto contenendo l'uso dell'assorbente

acustico all'interno del box e curandone al massimo costruzione ed impermeabilizzazione) evidenziato dal guadagno di circa 1 dB in prossimità della Fl. Anche le emissioni fuori banda, pur se non contenutissime in senso assoluto, lo sono se rapportate al modestissimo impiego di materiale smorzante nel mobile in generale e nella sua parte reflex in particolare ed il loro effetto appare all'ascolto ampiamente trascurabile.

Tornando all'analisi a terzi d'ottava, possiamo osservare, con l'ausilio del **Grafico 6**, il comportamento dell'intero sistema (Kucciolo+Subdolo): il risultato appare più che lusinghiero, le imperfezioni sono poche e di lieve entità e sono risultate in gran parte dipendenti dall'ambiente d'ascolto, in quanto replicate fedelmente anche quando nelle stesse condizioni abbiamo iniziato ad esaminare il comportamento del sistema Micro. Come promesso nell'articolo

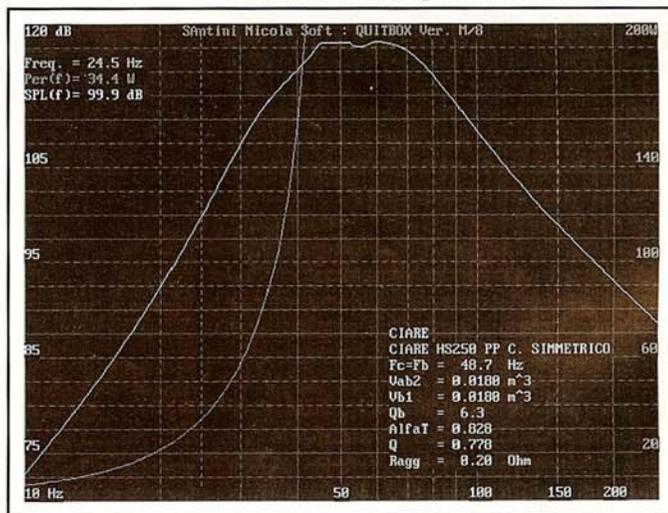


Grafico 3 - Simulazione dell'andamento della massima potenza elettrica e della massima pressione acustica ottenibili (sw QUITBOX).

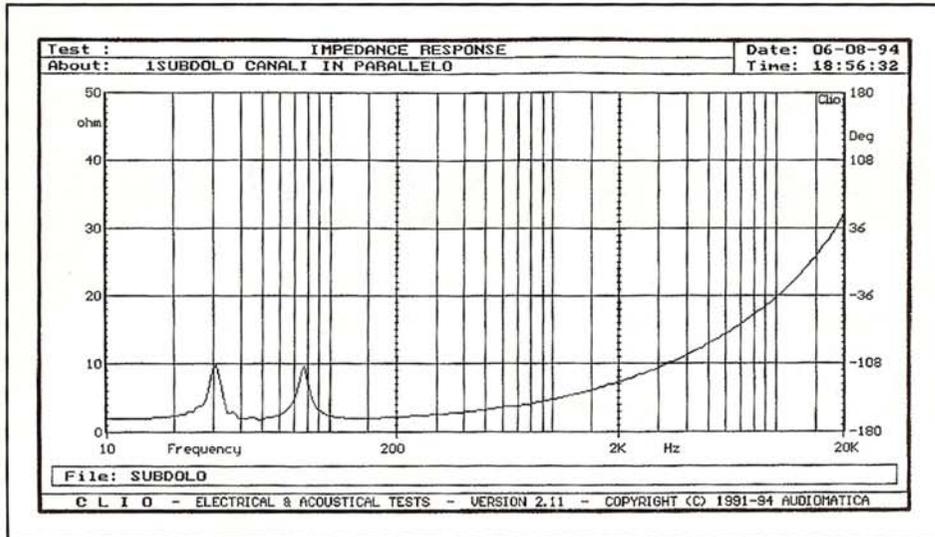


Grafico 4 - Impedenza elettrica misurata col sistema "Clio 2".

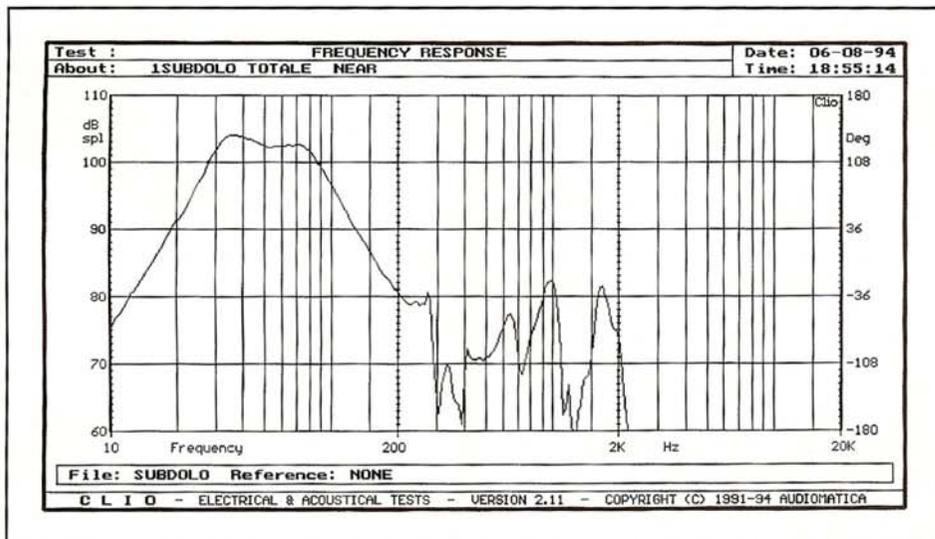


Grafico 5 - Risposta in frequenza misurata col sistema "Clio 2".

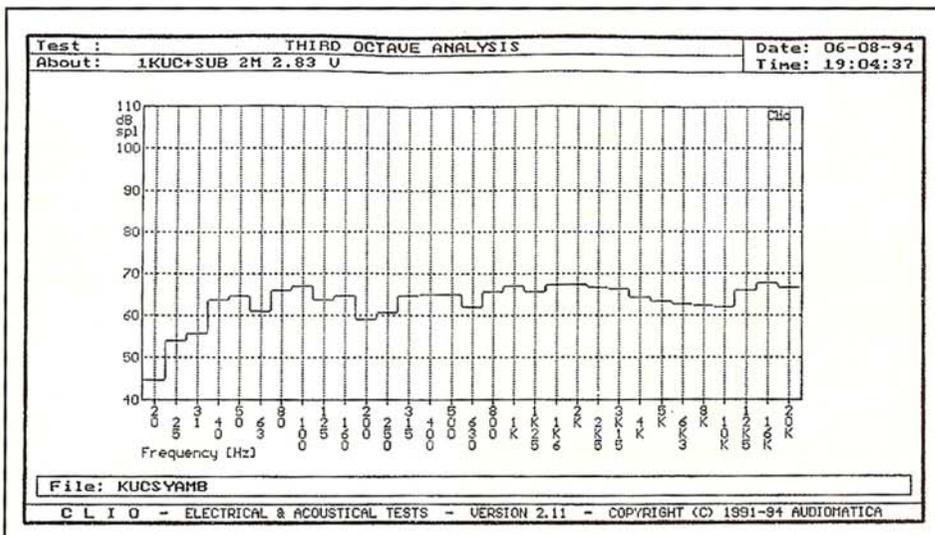


Grafico 6 - Risposta a terzi d'ottava in ambiente dell'intero sistema Kucciolo + Subdolo.

di presentazione, avrete presto nostre nuove anche a proposito di quest'ultimo progetto. L'impressione che si ricava dall'ascolto dell'intero sistema è di estrema compostezza e musicalità, il basso è morbido ed esteso sino al punto da tramutarsi in sensazione tattile più che acustica in senso stretto, ma anche le prestazioni "velocistiche" sono apprezzabili e consentono la corretta riproduzione di qualunque genere musicale. La precisione, il dettaglio e l'ariosità del **Kucciolo** non vengono minimamente scalfite dalla presenza del subwoofer; anche questo obiettivo di primaria importanza, quindi, può dirsi pienamente conseguito.

La dinamica è naturalmente inferiore a quella ottenibile filtrando elettricamente sub e satelliti, ma sempre esuberante per le necessità tipiche degli ambienti domestici anche di notevole estensione. L'unica accortezza da tener presente, allo scopo di non vanificare il lavoro svolto a monte e bearsi così di una riproduzione di eccellente livello, è relativa al sistema amplificatore-cavi di potenza: la bassa impedenza che il binomio Kucciolo + Subdolo può presentare all'amplificatore finale richiede l'individuazione di quest'ultimo tra quegli oggetti in grado di non scomporsi anche se impegnati da carichi particolarmente gravosi ed il suo collegamento con il sistema di diffusori per mezzo di cavi di generosa sezione e di ottima qualità. **Anche tra gli integrati di costo inferiore agli 1.5 milioni e potenza intorno ai 50 W è relativamente facile reperire prodotti che presentino le citate caratteristiche pur conservando buone doti musicali, non è quindi indispensabile il ricorso ad oggetti impegnativi per costo dimensioni e peso ma solo una intelligente scelta dell'apparecchio da utilizzare.**

Per quanto concerne la sezione minima dei conduttori di connessione, si può ritenere sufficiente a partire dai 2.5 mmq ma, soprattutto per il subwoofer, varcare la soglia dei 4 mmq è caldamente consigliato. Naturalmente la connessione dei diffusori deve essere eseguita "a stella", parallelando cioè per ogni canale all'uscita dell'amplificatore i cavi del satellite con quelli del subwoofer e non ripartendo dall'uno per collegare l'altro!

Possiamo considerare conclusa qui (anche per necessaria brevità) la nostra esposizione di principio, inutile dire che qualunque chiarimento e/o suggerimento (anche critico) sarà in futuro ben accetto; ma ora bando alle chiacchiere e mano agli utensili; dopo aver discusso del perché ci accingiamo a discorrere del come.

IL "SUBDOLO"

Note costruttive e di realizzazione

Nel "concepire" un diffusore, oltre al tempo dedicato per il progetto vero e proprio nel quale se ne definiscono le "doti", prima di assemblare le 6 pareti del box, sono dedicate alcune ore allo studio di un sistema di assemblaggio razionale.

Costruzione generale

Questo metodo di operare ci permette di ottenere notevoli coefficienti di bontà senza ricorrere a particolari e laboriose tecniche costruttive che non tutti gli appassionati possono e vogliono affrontare (nessuno sarebbe contento di seguire un prospetto che obbliga ad utilizzare attrezzature che non sono normalmente possedute dai più e quindi essere "schiavo" del falegname di turno).

E' in questa ottica che anche questa volta, come per il nostro precedente progetto (il **Sistema MICRO**, vedi **FDS n° 30**), con l'ausilio di tavole accurate e consigli cercheremo di facilitarvi l'opera.

L'unione dei pezzi è stata ottenuta utilizzando colla vinilica e viti 3x3,5, ricavando sulle due tavole da unire il così detto "invito" che eviterà eventuali crepe nell'MDF, la testa delle viti è stata poi nascosta realizzando una sede cilindrica profonda circa 5 mm utilizzando una punta per legno del diametro di 6 mm.

Dopo il serraggio delle viti, invece di stuccare, abbiamo turato i fori utilizzando un tappo in legno duro di sezione circolare dello stesso diametro del foro, livellato ad incollaggio avvenuto utilizzando un tampone di carta vetrata. Questo metodo, illustrato nella **Tavola A**, oltre ad evitarci l'uso di stucco e spatola, è molto indicato nella realizzazione di box che utilizzano legnami pregiati da finire a gomma lacca o simili, dato che, se si realizza l'operazione con la dovuta calma ed attenzione, non è necessario operare stuccature che falsano l'assorbimento dei lucidi per legno. A questo proposito fate anche molta attenzione alle colature di colla durante l'unione dei pezzi e togliete immediatamente gli eventuali eccessi utilizzando uno straccetto leggermente umido.

Ad assemblaggio effettuato, è opportuno coibentare internamente il box ottenuto con antirombo bituminoso, insi-

stendo particolarmente sugli angoli di giunzione, sarete così certi di una globale ermeticità. L'antirombo asciuga in tempi diversi a seconda della quantità e del tipo usato, tempi che vanno dai 30' alle 24h. Quelli ad essiccazione più lunga, offrono comunque il miglior risultato poiché, lasciano sulla superficie trattata uno strato gommoso e più consistente degli altri.

Vi segnaliamo inoltre l'utilità dei doppi morsetti a 90°, normalmente utilizzati per la costruzione di cornici e di facile reperibilità nelle varie ferramenta per poche migliaia di lire.

Ogni piccolo accorgimento descritto non è essenziale per il conseguimento del risultato finale, se preso singolarmente, ma la somma delle attenzioni riposte nella realizzazione aiuta molto nella buona riuscita del lavoro e quindi vogliate comunque gradire i nostri suggerimenti, per qualcuno probabilmente scontati. **Realizzazione**

Considerando la risposta del diffusore (30-75 Hz) e la considerevole massa del gruppo push-pull, non potevamo che optare per una costruzione particolarmente robusta, in grado di resistere alle conseguenti sollecitazioni.

A differenza dei due satelliti presentati all'ultimo TOP-AUDIO di Milano e realizzati in castagno, per questioni economiche e per le notevoli dimensioni dei pannelli, questa volta ci siamo orientati sul ben conosciuto MDF (Medium Density Fiberboard) dello spessore di 19 mm; assemblandolo come vedremo, i requisiti appena descritti verranno comunque soddisfatti, senza che il peso già consistente ne risenta.

Se qualcuno di voi fosse poi così fortunato da disporre di legno nobile da "investire" nel "SUBDOLO", non potrà che riscuotere il nostro consenso, poiché dimostrerà a priori di condividere le nostre tesi.

Altro problema da affrontare era la si-

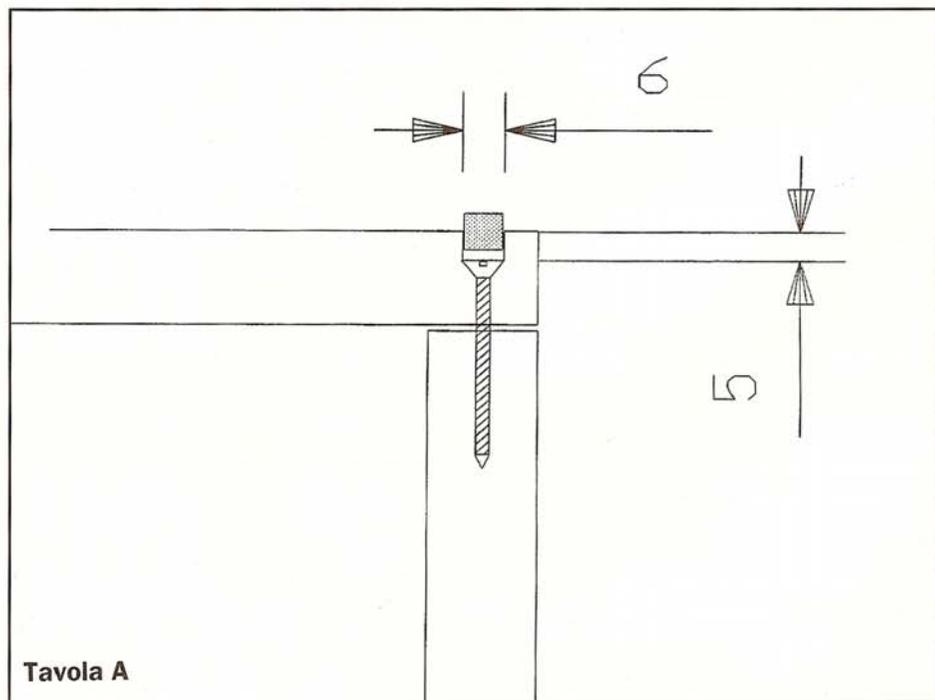


Tavola A

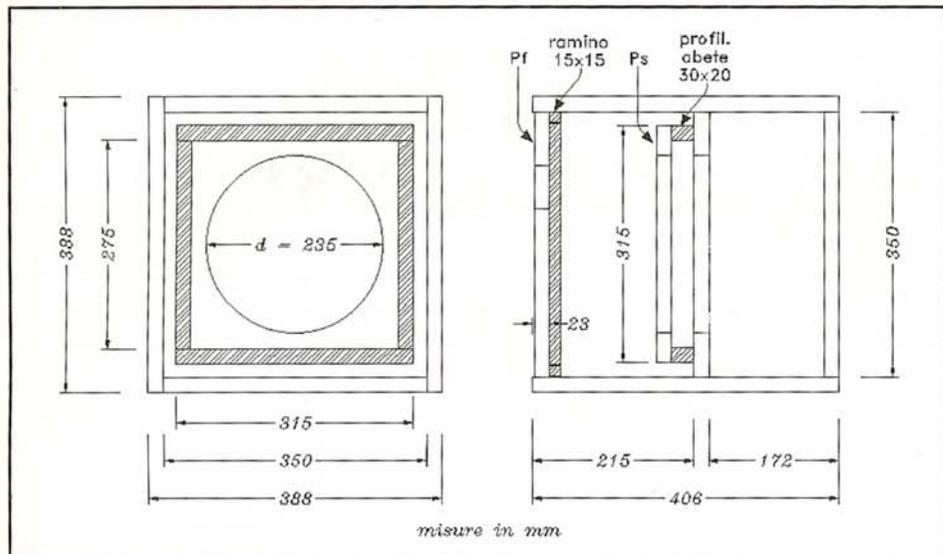


Fig. 1 - Costruzione del box e relative misure.

stemazione dei due stupendi ma ingombranti woofer **HS250 CIARE**, che vanno montati in push-pull affrontato. Andava considerato il fatto di avere il solito Vab2 il più ermetico possibile e la possibilità di smontare completamente i trasduttori senza "martirizzare" il box in caso di ispezioni e manutenzioni. Abbiamo quindi scelto di accedere all'interno dal lato Vb1, camera generalmente meno sensibile alle perdite. Il tutto è descritto nella **Fig. 1**: dopo aver forato uno dei 3 pezzi di mm. 350 x 350, destinandolo così ad essere il pannello di mezzo fra le due camere Vab2 e Vb1, aiutatevi con i morsetti per cornici a 90° sopra menzionato nell'assemblare il box, facendo attenzione ad allineare il più possibile i pannelli utilizzando, oltre ad una buona dose di colla, almeno una vite ogni 80 mm. Eliminate gli eventuali fuori squa-

dro delle parti con l'ausilio di un tampone di carta vetrata. Sul pannello di divisione fra le due camere, sistemate il primo trasduttore facendo attenzione a curare l'ermeticità della camera Vab2, mediante la stesura di uno strato di silicone che funge da guarnizione tra il pannello di separazione ed il cestello del 1° **HS250**.

La sistemazione del 2° **HS250** sarebbe dovuta avvenire in modo tale da evitare il contatto tra le due sospensioni durante il funzionamento del gruppo. Per risolvere il problema avremmo potuto realizzare un semplice pannello distanziatore con un foro centrale di diametro pari a quello del cono woofer, ma avremmo dovuto affidare il fissaggio dei due trasduttori a delle viti passanti che, a lungo andare, avrebbero sicuramente perso la loro efficacia; abbiamo così deciso di creare una 3ª

camera, che chiameremo di "accoppiamento", per i due **HS250**.

Una cornice sezione 3 x 2 di legno duro attorno all'**HS250** montato nel box chiuso (vedi **Figg. 1 e 3**), fissata ed incollata al pannello di separazione, assolve al compito di distanziare i due trasduttori; il 2° **HS250** è fissato, anche in questo caso a tenuta d'aria, su un pannello 315 x 315 mm che indichiamo con **Ps** (vedi **Figg. 2 e 3**), di dimensioni appena inferiori all'apertura dal lato Vb1. Il pannello **Ps**, va poi avvitato alla cornice 3 x 2 ermetizzando, questa volta, con una striscia perimetrale di guarnizione per infissi per rendere più agevole lo smontaggio del gruppo.

Va da sé che prima di chiudere Vab2 andranno effettuate due operazioni:

1) Sul retro del box vanno fissate le quattro boccole di connessione allacciate ai due trasduttori utilizzando un buon cavo OFC di generosa sezione (4 mmq), curando l'ermeticità dei fori passanti. I cavi di connessione del woofer in Vb1, saranno fatti passare da una camera all'altra, attraverso dei fori praticati sul pannello di separazione e su **Ps**, riempiendo poi con del silicone o colla termofusibile lo spazio rimanente attorno ai cavi.

2) Nella parte chiusa, sistemare un unico foglio di poliuretano a celle aperte da 20-25 mm, in modo che esso sia però leggermente rigonfio rispetto al piano di fondo.

Materiali occorrenti

Woofer CIARE mod. HS250:

n° 2 pezzi impedenza 8+8 ohm

MDF (Medium Density Fiberboard) da mm. 19:

n° 3 pezzi da mm. 350 x 350

n° 2 pezzi da mm. 406 x 350

n° 2 pezzi da mm. 406 x 388

n° 1 pezzo da mm. 315 x 315

Ramino sez. mm. 15 x 15:

n° 2 pezzi da mm. 350

n° 2 pezzi da mm. 320

Profilato abete sez. mm. 30 x 20:

n° 2 pezzi da mm. 315

n° 2 pezzi da mm. 275

Sughero in fogli spessore 4-5 mm:

n° 1 pezzo da mm. 315 x 315

Tubo PVC arancione diam. 50 mm:

n° 2 curve 45° (mm. 120 circa lungo l'asse mediano)

n° 2 pezzi da mm. 45 (da aggiungere alle curve)

Piedini conici in ottone:

n° 4 pezzi diam. mm. 30 x 25 (misura consigliata)

Varie: viti, colla vinilica, antirumore bituminoso, cavo OFC sez. 4 mmq, poliuretano celle aperte di spessore 25-30 mm.

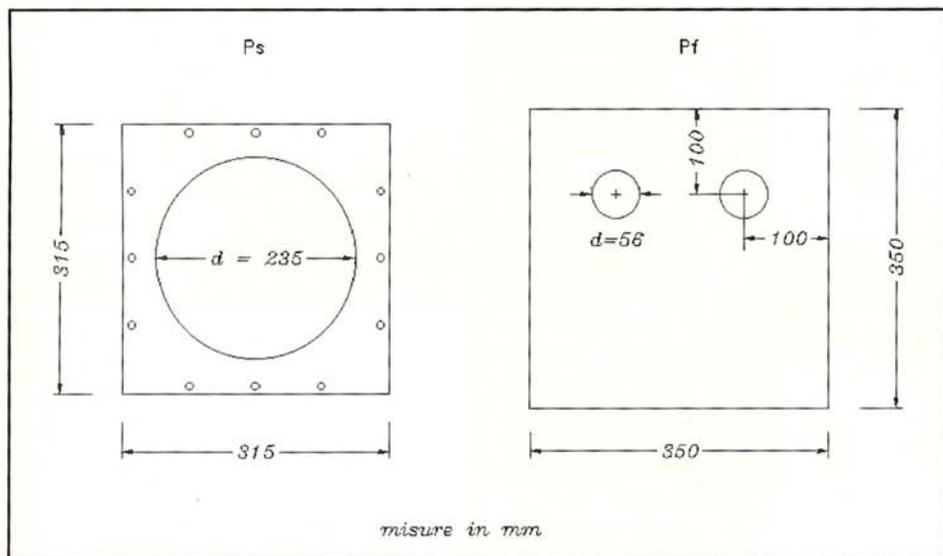


Fig. 2 - Costruzione di Ps e Pf e relative misure.

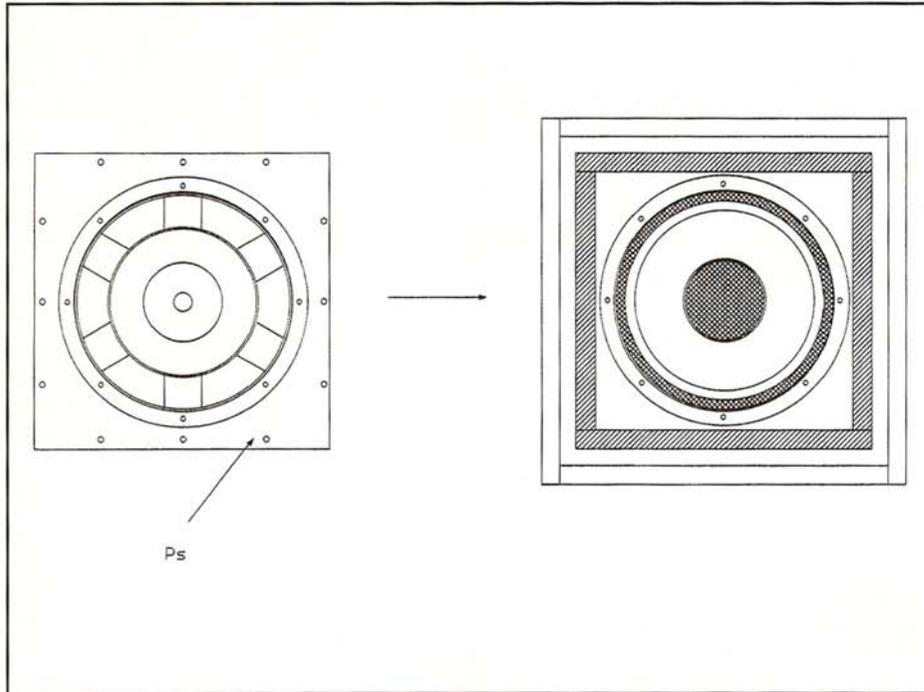


Fig. 3 - Vista frontale con Ps estratto.

La sistemazione del pannello frontale, va fatta realizzando con del ramino mm. 15 x 15 una cornice di battuta montata ad una distanza di mm. 19 + 4 pari alla somma del Pf e del pannellino di sughero di finitura. Su tale cornice stendete la nostra immancabile guarni-

zione per infissi. Ricavate su Pf i fori di alloggiamento per i due tubi di accordo, composti dalle due curve a 45° di diam. 50 alle quali, dopo aver rimosso la smussatura terminale, viene aggiunto un pezzo di tubo rettilineo diam. 50 di lunghezza mm. 45 in modo che la

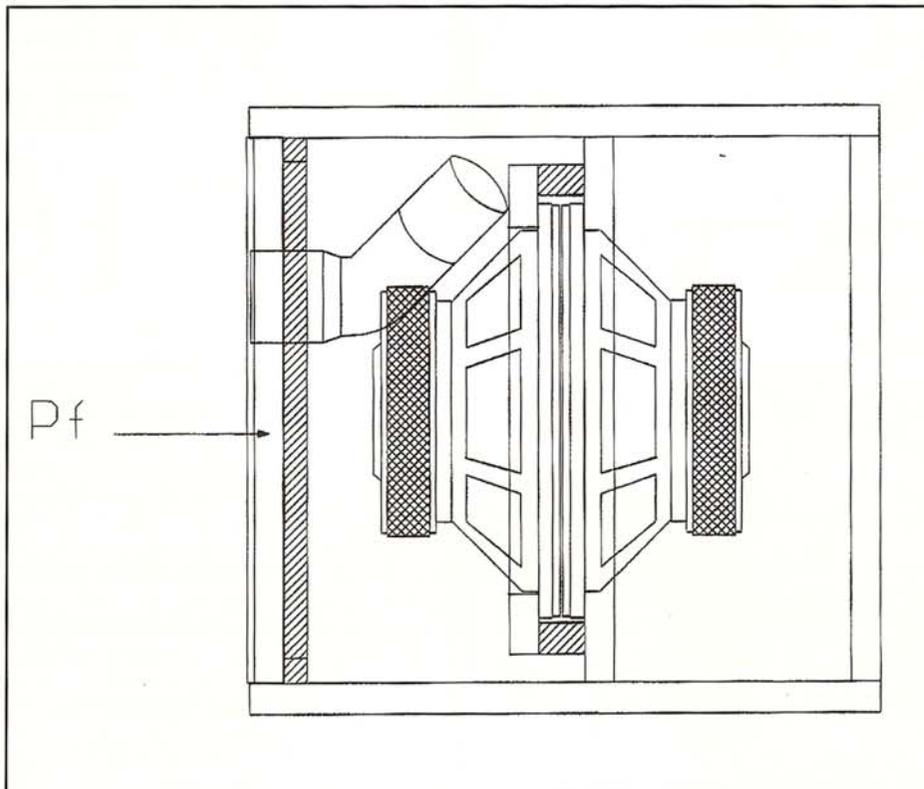


Fig. 4 - Vista laterale del box completo con posizionamento dei tubi di accordo.

lunghezza totale del tubo sull'asse mediano sia di mm. 165.

L'unione dei due pezzi può essere effettuata utilizzando colla termofusibile, togliendone poi l'eccesso con un cutter a fissaggio ottenuto.

I due tubi d'accordo, sono così affacciati all'esterno volutamente dal lato bicchiere, in modo che il flusso d'aria, rallenti localmente a causa della maggior sezione del tubo. I due condotti (vedi Fig. 4) saranno fissati su Pf rivolti, come tradizione, verso l'esterno, cioè verso gli angoli alti del loro lato, dove sarà necessariamente posto un strato di materiale fonoassorbente (poliuretano a celle aperte da 25-30 mm). Le viti di fissaggio del pannello frontale siano messe in quantità di 3 per ogni lato, onde assicurare serraggio e centratura del pannello in oggetto.

Frontalmente per rifinire abbiamo utilizzato del sughero in fogli, a noi tanto caro per le sue doti, sul quale con una raspetta da modellismo vengono ricavati due fori in corrispondenza dei condotti su Pf, seguendone i contorni e rifinendo con carta vetrata a grana fine. Il pannello di sughero potrà poi essere fissato a Pf con del biadesivo posto in punti strategici, in modo da poterlo rimuovere senza romperlo in caso di necessità. Altro piccolo accorgimento da riservare al pannellino di sughero, potrebbe essere quello di dargli un colore più scuro del suo originale, questo è possibile utilizzando una normale cera in pasta per legno del colore desiderato.

Gli arrotondamenti esterni degli spigoli verticali, sono di carattere esclusivamente estetico, quindi l'unica condizione da soddisfare è l'appagamento del vostro gusto.

La verniciatura del box è stata realizzata utilizzando una vernice antigraffio ad effetto gofrato, da applicare dopo averlo trattato con cementite (in più mani e opportunamente levigato).

Se vi fosse impossibile realizzare da soli tale finitura, molto adatta a nostro avviso per oggetti di questo tipo, sappiate che con una spesa contenuta si può farla eseguire ad un verniciatore tra quelli disponibili su piazza, oppure occuparsene personalmente utilizzando delle normali vernici in bomboletta, facendo però molta attenzione alla preparazione del fondo, poiché normalmente tali prodotti non sono molto coprenti eventuali asperità delle superfici.

A questo punto, non possiamo altro che augurarvi buon lavoro e raccomandarvi, nuovamente di seguire il più possibile la traccia suggerita, le piacevoli sorprese non mancheranno! ●

QUESTO L'HO FATTO IO

I progetti che i lettori ci inviano sono numerosissimi e solo una piccolissima parte di essi, al di là del valore intrinseco, può essere materialmente visionata dalla redazione nella realizzazione pratica. A tutti gli altri, e sono la maggioranza, lasciamo lo spazio della presente rubrica, nella quale gli autori stessi si assumono direttamente l'onore e l'onere di descrivere le loro creature.

UN PREAMPLIFICATORE VALVOLARE TOTEM POLE

Vi invio il progetto di un preamplificatore a valvole da me costruito e messo a punto, che spero possa essere "degno" di essere pubblicato sulla rivista (*evidentemente lo è - n.d.r.*). Lo schema elettrico si compone di due valvole per canale collegate secondo il principio conosciuto con il nome di S.R.P.P., volgarmente detto anche "Totem Pole", con la particolarità di prevedere il collegamento dei triodi di ogni singolo tubo in parallelo. Tale scelta è dovuta al fatto che non amo molto utilizzare i triodi della stessa valvola in comunione per ambedue i canali; ho utilizzato quindi due valvole per canale e, visto che restava un triodo libero, ho preferito collegarlo in parallelo, ottenendo così l'abbassamento dell'impedenza di uscita che, in un montaggio del genere, è già molto bassa.

Come elementi attivi ho utilizzato le valvole **6SN7GT** a passo octal, rimpiazzabili, variando opportunamente la zoccolatura, anche da valvole a passo noval, come le **ECC82**, le **6CG7** e le **12BH7**. Purtroppo non ho previsto lo stadio phono, anche se mi riprometto al più presto di porre rimedio a tale mancanza.

Lo schema elettrico non è innovativo come quello presentato dal **Sig. Perna** (*FdS* n. 21 - *GIU '93*), però, credo

ugualmente valido dal punto di vista del risultato finale.

La sezione alimentatrice HT è costituita da un primo stadio con filtro ad "elle" (resistenza-condensatore) seguito da due filtri a pigreco (condensatore-resistenza-condensatore); per i filamenti, invece, ho fatto ricorso a due distinti alimentatori stabilizzati a transistor, ciascuno dei quali, tramite un opportuno partitore, viene portato ad una tensione diversa da massa, al fine di evitare che fra catodo e filamento vi sia una differenza di potenziale tale da produrre problemi di isolamento.

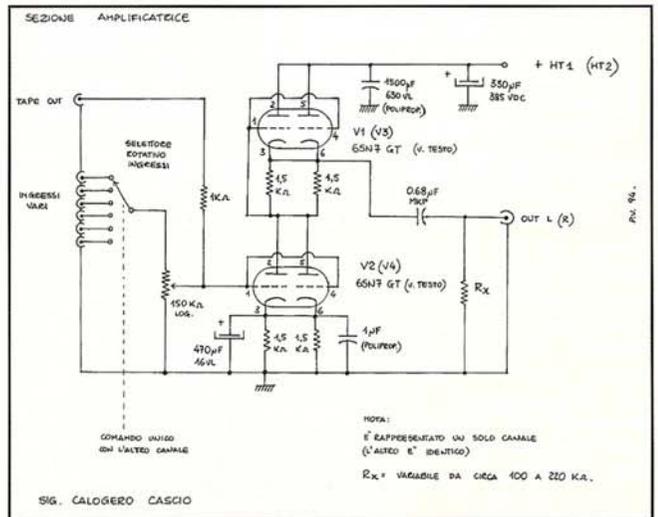


Fig. 2: La sezione amplificatrice; il disegno rappresenta un solo canale.

Il trimmer associato a ciascun alimentatore deve essere regolato per il minimo rumore possibile. Altra particolarità è costituita dal fatto che il circuito prevede due distinti potenziometri di volume in ingresso, utilizzabili anche come comandi di bilanciamento separati, e non, come nella generalità dei casi, un doppio potenziometro logaritmico in uscita. Tale configurazione, anche se non è l'ideale per la soppressione del rumore, dovrebbe dare migliori risultati dal punto di vista del suono.

Come base realizzativa, ho utilizzato lo chassis di un vecchio radioricettore a valvole, effettuando il montaggio in aria anche se si potrebbe provare a realizzare un apposito stampato.

Calogero Cascio - Via G. Pastore 4 - 92026 Favara.

Nota Bene. Posso giurare di avere fatto uso del Totem Pole prima che ne parlasse Aloia anche perché egli lo utilizza in modo sublime ed innovativo, io chiaramente no. E poi il mio montaggio è vecchio di circa di un anno.

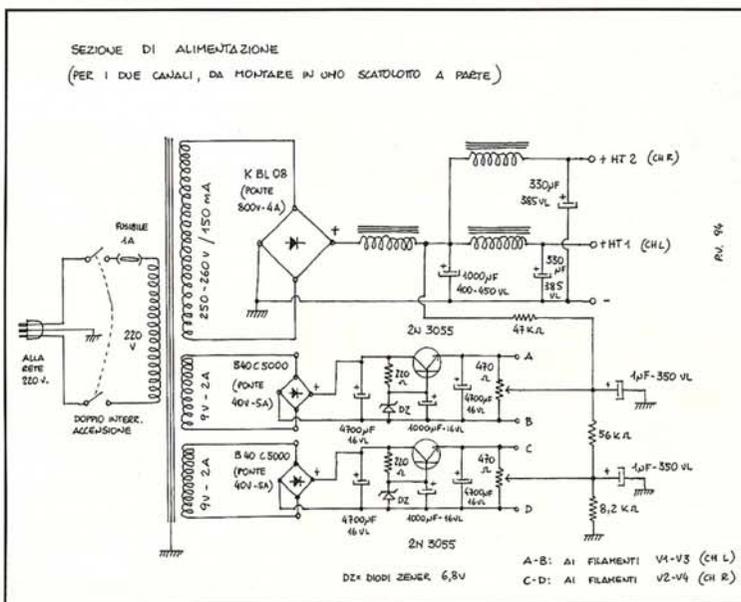


Fig. 1: Lo schema della sezione di alimentazione riferita ad i due canali.

LE OFFERTE DI COSTRUIRE HIFI

Salvo componenti particolari della cui reperibilità si tratta di volta in volta nel testo degli articoli, le parti per la realizzazione degli apparecchi che compaiono sulla nostra rivista sono abbastanza facilmente reperibili. Noi consigliamo i lettori di contattare il negozio specializzato più vicino, in particolare verificando anche tra i nostri inserzionisti e tra i nominativi che riportiamo a pag. 2 (non tutti i negozi che hanno la collezione di CHF, però, hanno anche la componentistica). Per parti particolari e per quei lettori che trovano difficile la reperibilità, perché magari abitano in zone lontane da grossi centri, abbiamo istituito un servizio di vendita per corrispondenza. In questa pagina, quindi, trovate alcuni componenti, complementi ed accessori che si riferiscono a nostri progetti e che potete ordinare direttamente a noi per posta seguendo le istruzioni del tagliando della pagina accanto.

Offerta fascicolo arretrato COSTRUIRE HIFI n° 10

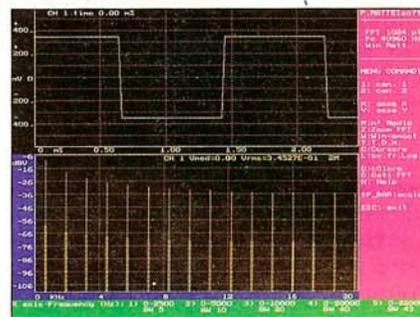
- Filtri Crossover (IX p.) passa-basso e alto del 4° ordine
- I Concetti Fondamentali dell'Elettrotecnica (I p.)
- Monotriodo low-cost 211
- OTL-OCL con 4 6C33C (I p.)
- Tubi W.E. 310A e 328A
- FFT con Sound Blaster 16
- Diffusore con Energy Filler
- La Visaton di Haan
- Capacimetro-induttanzim. digitale Zetamat II

Cod. n. CHF10 - Lit. 10.000



Offerta software Sound Blaster 16/FFT1

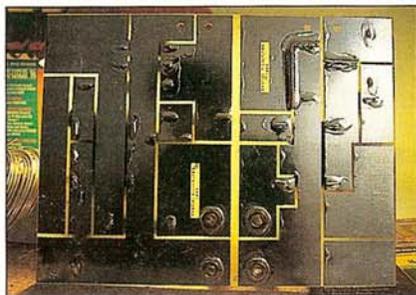
Un floppy disk da 3,5" per PC IBM AT e compatibili (386DX con coprocessore matematico o 486DX) con i file del programma di misura ed analisi FFT descritto su CHF n° 10, i file di documentazione e quelli di esempio.



Cod. n. FFT1 - Lit. 10.000

Offerta Circuito Stampato Universale per Crossover

Formato cm. 20 x 15; in vetronite FR4 da 1.5 mm con piste in rame da 0.05 x 17 mm (medi) ricoperte da abbondante stagnatura; massima flessibilità per tutti i tipi di componenti sia per reti semplici sia per reti complesse; modulare, ideale per sistemi a 2 vie, facile uso del "bi-wiring" (per l'uso vedi FEDELTA' DEL SUONO n° 33).



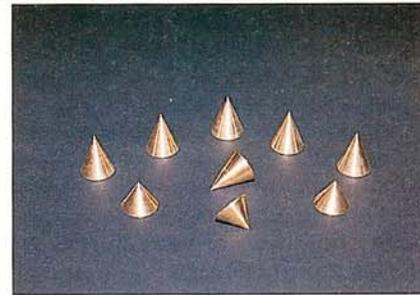
Cod. n. CS-XOV.01
Lit. 15.000 cad.

Offerta Punte Coniche

Per supporto di apparecchi hi-fi e di diffusori; tornite da ottone massiccio e lucidate; diametro mm. 25; due altezze a scelta (CON-20 da 20 mm e CON-30) da 30 mm. Ordine minimo 3 punte.

Cod. n. CON-20
Lit. 4.000 cad.

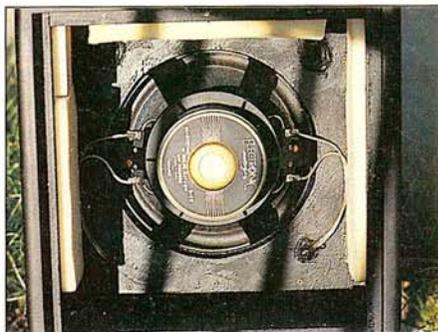
Cod. n. CON-30
Lit. 5.500 cad.



Offerta coppia Woofer Ciare HS-250 a doppia bobina

Per il "Subdolo", progetto di subwoofer per vera hi-fi di Nicola Santini; valido nell'abbinamento senza alcun filtraggio con i minidiffusori; in particolare con le "Kuc-ciolo" dello stesso autore. (vedi COSTRUIRE HIFI n° 11).

Cod. n. 2X-HS250
Lit. 360.000 coppia



Offerta sistema di misura CLIO

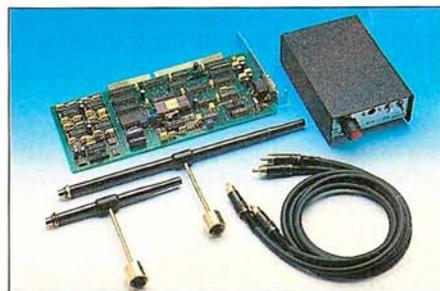
Per analisi elettriche ed acustiche; comprende una scheda CLIO II da usare con PC/AT compatibile, software di misura Clio rel. 2.12, manuale utente su dischetto, connettore 9 poli a vaschetta. Garanzia del costruttore AUDIOMATICA.

(vedi COSTRUIRE HIFI nn. 5 e 6)

Cod. n. CLIO2-HR002
Lit. 990.000

Microfono di misura da 25 cm di lunghezza completo di cavo da 3 mt e di supporto per asta microfonica.

Cod. n. CLIO2-MIC01
Lit. 357.000



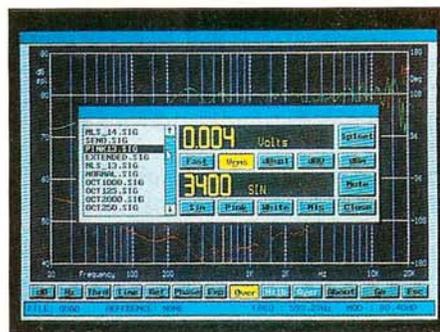
Microfono di misura da 12 cm di lunghezza completo di cavo da 3 mt e di supporto per asta microfonica.

Cod. n. CLIO2-MIC02
Lit. 357.000

Preamplificatore di misura adatto per i microfoni proposti, guadagno a passi da 10 dB, alim. a batterie, completo di caricabatterie.

Cod. n. CLIO2-PRE3381 - Lit. 416.500

(vedi box sulle "Offerte in cantiere")



Offerta amplificatore integrato a valvole AUDIO INNOVATIONS

Classic 25 - 25+25
Wrms in classe A

Finali EL34 selezionate; 4 ingressi ad alto livello + funzioni tape; montaggio facilitato; circuito stampato unico, componenti in sottobuste numerate, cablaggi pretagliati, manuale "a passi" etc. Garanzia del distributore ARCONA by ENTEL.

(vedi COSTRUIRE HIFI nn. 7 e 9)



Cod. n. AI-A2525 - Lit. 1.600.000

Offerte in cantiere

1 - Fin dal prossimo numero, nel quale si tornerà a parlare (con alcune verifiche, misure e piccoli consigli di montaggio) del formidabile finale di potenza stereo **TRIODINO II**, saremo probabilmente in grado di inserire tra le "Offerte di CHF" un kit completo o quasi-completo (telaio e base compresi) dei componenti di questo amplificatore. Il prezzo sarà molto interessante!

2 - Dal prossimo numero (o dal successivo al massimo) inizieremo a descrivere il progetto per l'autocostruzione di un preamplificatore lineare di misura; adatto, in particolare, all'uso con la scheda **CLIO II**. Autocostruendosi il preamplificatore microfonico, diviene ancor più accessibile per auto-costruttori, riparatori ed installatori l'impiego di questo importante sistema di rilevazione. Effettuare alcune misure dopo (o durante) la realizzazione di qualunque apparecchio hi-fi non è un lusso, è un "must", se si vuole operare seriamente.

**I PREZZI SI INTENDONO IVA COMPRESA
IL TRASPORTO
PER CORRIERE ESPRESSO E' GRATUITO
(A NOSTRO CARICO)
SE L'IMPORTO TOTALE SUPERA
LE 250.000 LIRE**

NOTA BENE

Gli ordini possono essere effettuati compilando il tagliando (o una sua fotocopia) qui riprodotto ed inviandolo in busta chiusa, oppure tramite cartolina postale, o fax, o con prenotazione telefonica. L'ordine sarà immediatamente evaso appena ci giunge copia dell'assegno, oppure avviso da parte delle Poste dell'avvenuto pagamento su vaglia o c/c, o della comunicazione della banca per le Carte di Credito.

Per ricevere copie arretrate e/o dischetti floppy di programmi sw aggiungere **Lit. 2.000** per il contributo spese per ciascuna spedizione.

Tale contributo per la spedizione di oggetti è fissato in **Lit. 5.000** per spedizione postale normale ed in **Lit. 20.000** (base) per spedizione tramite corriere espresso. Nel caso di pagamento contrassegno: **Lit. 5.000 + 1.850** per spedizione postale e **Lit. 20.000 + 6.000** per spedizione tramite corriere espresso.

Ordinare per telefono o per fax ai seguenti numeri:

Tel. 0744/42.83.98 (orario 9.30-13.00) - Fax 0744/42.84.01

e tagliandi, lettere, cartoline postali, vaglia ed assegni a:

MOZART EDITRICE S.r.l. - Via Rismondo 10 - 05100 TERNI

Desidero ricevere il N.10 di COSTRUIRE HiFi a Lit.10.000
+ Lit. 2.000 per spese di spedizione

Desidero ricevere il/i **cod. n.** floppy disk di sw
a Lit.10.000 per disco + Lit. 2.000 per spese di spedizione

Ordino i seguenti oggetti:

| Cod. n° | Descrizione | Prezzo |
|---------|-------------|--------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Supplemento per spese di spedizione postale Lit. 5.000
oppure supplem. spese Corriere Espresso Lit. 20.000
Totale Generale

Nome e Cognome

Indirizzo

C.A.P. Città

Codice Fiscale o Part. IVA

Ho spedito assegno bancario

Ho pagato sul c/c postale n. 10637056

Pago con carta di credito American Express Carta Si
 Visa Master Card Eurocard

n° data di scadenza

Pagherò contrassegno al postino (+Lit. 1.850)

Pagherò contrassegno al Corriere Espresso (+ Lit. 6.000)

Firma

Nota: la spedizione normale avviene come Pacco Postale Fragile (Lit. 5.000 di supplemento) oppure per corriere (Lit. 20.000 di supplemento). Escludere dal totale l'importo di supplemento del sistema di spedizione non scelto.
ATTENZIONE: in tutte le ordinazioni è obbligatorio riportare il proprio Codice Fiscale o, ove ci fosse, il numero della Partita Iva.

AVETE PROGRAMMI PER IL FUTURO?

SPEAKER PRO 6.0
Gehäusesimulation
Frequenzweichensimulation
Datenbank

GERMANY
VISATON[®]

SPEAKER PRO 6.0 (c) 1993 by Dipl. Ing. Gerhard Schawe

VISATON SPEAKER PRO 6.0 è il più completo e versatile software per la progettazione e simulazione matematica e grafica di sistemi acustici.

VISATON SPEAKER PRO 6.0 è destinato agli appassionati ed ai professionisti e mette fine ai laboriosi e numerosi prototipi, abbreviando i tempi di progettazione e riducendone enormemente i costi.

VISATON SPEAKER PRO 6.0 può simulare sistemi acustici fino a 5 vie, per diffusori: reflex - sospensione pneumatica - linea di trasmissione - carico simmetrico - tromba con profilo esponenziale o ad onda sferica - sistemi composti e push pull.

VISATON SPEAKER PRO 6.0 progetta filtri con pendenze da 6 a 24 dB/ottava con diversi andamenti compresi quelli appartenenti ai polinomi di Bessel, Linkwitz, Butterworth e Chebyshev. Comprende inoltre le reti di attenuazione, di compensazione dell'induttanza ed equalizzazione.

VISATON SPEAKER PRO 6.0 simula la risposta all'impulso del sistema altoparlante - cassa, visualizzando il tempo di decadimento in un grafico chiaro e ampio.

VISATON SPEAKER PRO 6.0 visualizza contemporaneamente, in colorazioni diversificate, i grafici dell'andamento in frequenza, della fase acustica in funzione dell'asse verticale di montaggio degli altoparlanti (correzione di fase), dell'andamento dell'impedenza e della fase elettrica, tutto questo riferito: al singolo altoparlante, a più altoparlanti o al sistema completo. La polarità del collegamento ed il numero degli altoparlanti di ogni singola "via" può essere definito in unione al tipo di collegamento elettrico (serie o parallelo).

VISATON SPEAKER PRO 6.0 visualizza sempre il grafico precedente ad ogni modifica, sovrappoendolo in diverso colore a quello corrente, per poter valutare immediatamente le migliori apportate.

VISATON SPEAKER PRO 6.0 può "editare" nuovi grafici di risposta in frequenza, impedenza e fase, direttamente dalla tastiera con estrema semplicità.

VISATON SPEAKER PRO 6.0 contiene la banca dati di tutti i componenti VISATON, compresi i filtri cross-over, ma può gestire e aggiornare altre Databank personalizzate caricandole da tastiera o importandole direttamente dai sistemi LMS 3.05 - DAAS - ATB 2.3 - MEPEG - MLSSA - KEMSONIC - ASCII.

Il programma, disponibile in INGLESE o TEDESCO, viene fornito su un disco da 3.5 pollici, si utilizza indifferentemente con il "mouse" o con la tastiera, gira su sistemi IBM compatibile con processore 386 o superiore.

VISATON

Altoparlanti Componenti elettrici Accessori Diffusori in kit e finiti Proposte di autocostruzione
LA CREATIVITÀ NON CONOSCE CONFINI

NUOVI PUNTI VENDITA:

ONORIO CAMILLI & C.

Via delle Panche 91 D/E - Tel. 055/431995 - FIRENZE

STEREOMARKET Hi-Fi

Via Strozzi 5/11 - Tel. 0574/24750 - PRATO (FI)

NUOVA TELEPRODOTTI

Via S. Alfonso dei Liguori 18 - Tel. 081/451153 - NAPOLI

CASA MUSICALE

V.le Italia 151 - Tel. 0187/25529 - LA SPEZIA

RADIOCAR

V.le Trieste 52 - Tel. 0471/204242 - BOLZANO

AUDIO SYSTEM

V.le Aldo Moro 20 - Tel. 0424/503225 - BASSANO del GRAPPA (VI)

MANDAGLIO DOMENICO

Via Possidonea 20 H/L - Tel. 0965/25454 - REGGIO CALABRIA

MISURALE BENITO & C.

Via Campania 53 - Tel. 099/399939 - TARANTO

POWER RESEARCH

Via Monti di Creta 28 - Tel. 06/6622293 - ROMA

VAVALLO ALESSANDRO

Via Aristosseno 30/a - Tel. 099/378280 - TARANTO

C.E.M.

V.le Liguria 91 C - Tel. 099/369446 - TARANTO

DI.COM.EL.

Via Verona 39 - Tel. 099/876354 - SAVA (TA)

H.T.O. Via San Massimiliano Kolbe 17 G - Tel. cell. 0337/467052 -

Tel. 0445/381540 - THIENE (VI)

ELETTRO SHOP

Via Roma 119 - Tel. 099/8901780 - MONTEIASI (TA)

CERCASI AGENTI PER ZONE LIBERE

VISATON Italia Via Duerer 24 - 39100 Bolzano - Tel. 0471/932474 - Fax 0471/932476