

FAI DA TE

stereoplay presenta

IL KIT PE ER LESS



**4 pezzi facili
per un suono
entusiasmante**

di FABRIZIO CALABRESE

Dopo tre mesi passati a convivere con un inconsulto numero di minidiffusori, in camera da pranzo, nello studio, ai piedi del letto, accatastati, collegati, aperti (orrore!), credo ormai di avere una immagine abbastanza nitida di cosa potrebbe esserci nel girone del Purgatorio dedicato agli appassionati di casse ad alta efficienza (girone che di sicuro deve esserci, a quanto dicono i miei vicini...).

Comunque, accanto al delicato assaggio di espiazione che è stato il misurare, valutare ed ascoltare (chiaramente in «single speaker room») tutti quegli oggettini, è venuta via via accrescendosi una certa curiosità a provare di persona, e, perché no, insieme, a far qualcosa del genere.

Ecco quindi il nostro minidiffusore, con tanto di subwoofer dedicato: questa volta, tanto per far piovere, anche semplice ed economico da realizzare.

KIT PEERLESS DI STEREOPLAY - COMPONENTI UTILIZZATI: TWEETER K0 10DT (x2); MIDBASSO: K0 50WFX PP. DISTRIBUTORE: CORAL ELECTRONICS SNC, STRADA RIVALTA, 73 10042 ORBASSANO (TO) - TEL. 011/9015273 - TELEX: 214376 - PREZZI: TWEETER L. 41.500, MIDBASSO L. 45.000. TUTTI I PREZZI SI INTENDONO PER UNITÀ E COMPRESIVI DI IVA.

Una volta i miracoli li facevano i santi: oggi l'incarico sembra se lo siano preso i progettisti di minidiffusori, a sentire i quali pare che non ci sia problema a tirar fuori otto violoncelli e due bassi tuba da un woofer grande come un pacchetto di sigarette.

Così io, per l'occasione (e spero mai più) entrato a far parte della nobile congrega, mi associo nel tentativo, rispolverando, però, un vecchio consiglio del generale Montgomery, che, mai sconfitto, attaccava solo quando le sue forze erano almeno un multiplo di quelle dell'avversario.

Scherzi a parte, ho voluto evitare di cadere nel banale, impiegando il solito woofer da 13 cm ed il solito tweeter a cupola morbida, tagliati a 6 dB per ottava, con il più che scontato suono anonimo, lontano e velato, asciutto per quanto compresso e sempre accettabile nella misura in cui non si provveda ad un confronto con sistemi più impegnativi.

Il suono che vorrei da un minidiffusore è invece caldo e presente, da poter essere ascoltato anche a basso livello, di notte per esempio, soprattutto privo di fatica di ascolto, perché vorrei fosse ascoltato a lungo, come un compagno discreto nei momenti di tranquillità, aiutato a scomparire dalle sue piccole dimensioni assieme ad un suono morbido e delicato.

Ad ascoltarlo non deve mancare nulla, forse solo un poco di fruscio (e di armoniche alte) in meno, per non tradire l'ampli ai suoi livelli minimi di uscita. Tutto questo non è poi tanto facile a tirar fuori da qualcosa che, stando alle regole del gioco, non deve superare i venti litri di cubatura ed un ragionevole costo.

La prima, sleale, precauzione è stata quella di impiegare due woofers: con due bobine, che dissipano alla grande meglio di una sola, con due magneti ed una superficie radiante tali da dare oltre 90 dB di efficienza per 2.83 V ad un metro, ma soprattutto perché due woofers possono essere dislocati in maniera strategica sul frontale, per aggirare un piccolo grande problema di tutti i mini. Stante che un certo livello di prestazioni dinamiche sono raggiungibili con piccole cubature solo impiegando sistemi bass-reflex assolutamente ben accordati, e che a noi questo livello di prestazioni non ci va affatto di non raggiungerlo, ci si trova subito dinanzi alla imbarazzante prospettiva di dover scegliere tra il fare uso liberale di assorbente all'interno del diffusore, rimettendoci in perdite, cioè in maggiori escursioni per i coni, cioè in maggiore distorsione all'ascolto, ov-

DALL'IDEA ALLA COSTRUZIONE

vero contenersi al massimo, tenendo lontana la lana di vetro dal condotto e dai woofers, con il probabile pericolo di lasciar formare dentro il mini fastidiose risonanze, che si propagano facilmente all'esterno sia attraverso il condotto che, e spesso assai di più, attraverso le membrane dei woofers. Con due coni, in posizioni asimmetriche, il fenomeno viene minimizzato dalle cancellazioni legate ai rapporti di fase anomali tra le emissioni trasmesse attraverso le due membrane. Ho anche deciso di dispiegare ben due tweeters, il primo per le frequenze da 1.6 a 5 kHz, il secondo per quelle dai 5 kHz in su: ne deriva una distribuzione abbastanza equa tra i due della energia dei transienti a livello più sostenuto, che possono così venir riprodotti col minimo di intermodulazione e con una sensazione di trasparenza all'ascolto per nulla paragonabile a quella fornita da un solo componente. Il tweeter della gamma più alta può essere inoltre attenuato quel tanto che basti a conferire al diffusore una personalità non aggressiva e più musicale, spostando appena indietro fruscii ed armoniche alte assieme, senza per nulla intaccare il livello relativo delle fondamentali, che al massimo possono raggiungere i 4 kHz, e che è bene siano tenute a livello, pena una perdita di naturalezza ed un certo soffocamento nella emissione del diffusore tutto.

La resistenza in serie al tweeter alto ne rende il carico assai meno critico per gli ampli meno versati in fatto di stabilità alle altre frequenze, ma per conservare alta la pendenza del taglio (sui 20 dB/ottava) nonostante essa, è stato necessario impiegare un rapporto tra le capacità abbastanza insolito rispetto alle formule dei manuali, una delle piccole raffinatezze che la simulazione al computer consente senza grandi difficoltà. Anche il filtro del secondo tweeter, semplificato al massimo grazie alla ristretta banda di frequenze cui è chiamato a rispondere, impiega un allineamento abbastanza fuori dal seminato, che gli consente di elevare l'attenuazione proprio in corrispondenza della frequenza di risonanza del trasduttore (al contrario di quanto avverrebbe con filtri convenzionali): ancora una precauzione presa per mantenere il

più possibile nitida la riproduzione della gamma alta, pur avendo in parte rinunciato all'impiego di filtri complessi e di costo sproporzionato a quello degli altoparlanti.

Il subwoofer è semplicissimo sia nel concetto che nella realizzazione: quattro woofers in serie-parallelo, con un filtro del secondo ordine leggermente sotto-smorzato per dare più calore nella gamma medio-bassa, un sistema reflex di volume compatto ed accordatura piuttosto alta (55 Hz) che gli consenta di esprimere prestazioni dinamiche al livello di diffusori assai più impegnativi, ferma restando l'emissione calda del satellite, peraltro resa più nitida dalla blanda filtratura delle frequenze più basse consentita, *solo quando* ciascun satellite lavori assieme al suo sub dedicato, dalla presenza in serie ai morsetti di ingresso positivi dei satelliti di un condensatore non polarizzato da 150 microfarad (vedi schema), che va assolutamente abolito quando i satelliti siano impiegati da soli.

Un valore così alto di capacità può dover essere realizzato parallelando più condensatori di minor valore, la cui somma dia il valore corretto: in questo caso si può impiegare, tra i diversi condensatori, almeno uno di estrema qualità, al polipropilene per esempio, con un certo guadagno nella resa dei transienti in gamma medio-alta ed alta.

Due sub dispensano dalla necessità di filtrare attivamente ed amplificare indipendentemente la via inferiore: i nostri per giunta costano davvero poco ed hanno ben 92 dB di rendimento per 1 watt ad 1 metro; due sub significano anche una migliore distribuzione dell'energia in ambiente ed una grande versatilità del sistema a compensare con un corretto posizionamento le normali alterazioni timbriche causate dall'ambiente nella gamma medio-bassa. Avvicinando o allontanando i satelliti dai loro sub, diminuendo o aumentando la capacità in serie ai satelliti (entro 50-500 microfarad), si può disporre di un ampio spettro di possibilità di adattamento alle caratteristiche dell'ambiente, che è poi la prerogativa più utile dei sistemi splittati: in mancanza di riscontri strumentali, consiglio di ascoltare con molta attenzione un disco di sole percussioni (Hot Stix, Ondeko-za o simili), variando collocazioni e filtratura fino a che non sia raggiunta la massima analiticità verso i timbri delle diverse pelli percosse, senza rigonfiamenti in gamma medio-bassa che tanto nuocciono alla sensazione di trasparenza nella resa dello spettro.

DOVE TROVARE PEERLESS

PIEMONTE

Allegro - C.Re Umberto 31 - Torino
CEP Elettronica - V. Monfalcone 41 - Torino
Plnto - C. Principe Eugenio 15bis - Torino

LOMBARDIA

Marcucci - V. F.lli Bronzetti 37 - Milano
Audio Center - V. Piccinini 9 - Cogozzo (MN)
Bazzoni HiFi - V.le Rosselli 22 - Como
Casa Musicale Giovannelli - V. Accademia 5 - Mantova
Centro Kit Elettronica - V. Ferri 1 - Cinisello Balsamo
Italian Sound Company - V. Borgo Palazzo 110 - Bergamo
Nebel Electronics - V. V. Emanuele 65 - Vimercate (MI)
Petrini - V. De Cristoforis 8 - Varese
Professional Audio Shop - V. V. Emanuele 10 - Coccaglio (BS)
Sound Center - V. Tofane 15 - Brescia
Video Hobby - V. F.lli Ugioni 12/A - Brescia
Telco - P.zza Marconi 2/A - Cremona
Buzzi Hi-Fi - V. Cavour 1 - Busto Arsizio

VENETO

Audiomatrix - V. Marconi 24 - Trieste
Mofert - V.le Europa Unita 41 - Udine
Zanetti - V.le Marconi 47 - Pordenone
SC.TRE.VA - V.le Monte Grappa 27/B - Treviso
Video Radio Bassani - V.le Della Pace 1/A - RO
G.M.C. - V. Milazzo 26/A - Padova
Parise - Montecchio Maggiore (VI)
Benali - V. Col Fincato - 172 - Verona
BRE - V. Druso 47 - Bolzano

EMILIA R.

Bottega Elettronica - V. Battistelli 6/C - Bologna
Casa Musicale di Varese - V. Garibaldi 22 - PR
Electronic Center - V. Malagoli 36 - Modena
Radio forniture Romagnola - V. Orsini 41/43 - Forlì

LIGURIA

Il Musicchiere - V. Fazio 36 - La Spezia
Cavallo - V. Monfalcone 41 - La Spezia
Elettromarchi - V. Cecchi 51/R - Genova
Elettronica G. e G. - V. Crispi 95/105/R - Savona
2002 Elettromarket - V. Monti 15 - Savona
Siffredi - P.za XX Settembre - Albenga
Puleo - V. Boragine 50 - Loano

Tutta Elettronica - C.so Cavallotti 221 - Sanremo

TOSCANA

Ceccarelli - V. De Sanctis - Firenze
Paoletti - V. Il Prato 40/42 - Firenze
Vettori - V.le Adua 399 - Pistoia
Videocomponenti - V. IV Novembre 5 - Arezzo
Hi-Fi Videocenter - V. Pannelle 23 - Capizzano (LU)
Livorno Autostereo - V. Chiarini 2/A - Livorno
F.lli De Paola - Lungarno Mediceo 43 - Pisa
Etruria - Viale dello Sportello 13 - La Lizza (SI)
R.S. Elettronica - L.go Madonna del Fiore 11 - Pitigliano (GR)

LAZIO

Committeri - V. Appia Nuova 614 - Roma
Elettronica Consorti - V.le delle Milizie 114 - RM
Elettronica Trieste - C. Trieste 1 - Roma
Filc Radio - P.za Dante 10 - Roma
G.B. Elettronica - V. Sorrento 2 - Roma

CAMPANIA

Lampitelli - Vico Acitillo 69 - Napoli

PUGLIA

Inimel - V. Mazzini 91 - Taranto

SICILIA

Edison Radio Caruso - Via Garibaldi 80 - ME
R.T.F. - L.go Rosolino Pilo 29/30 - Catania
M.M.P. - Via Simone Corleo 6 - Palermo

UMBRIA

Free Sound Car - via Cairoli 8 - Terni

MARCHE

Nasuti - V. Cassiano da Fabriano 52/54 - MC
Suono e Immagine - V. di Porta Vittoria 12 - Ca-gli (PS)

ABRUZZO E MOLISE

M.C. - V. Del Concilio 8 - Pescara
CMA - V. Monte Zebio 36 - Avezzano
Punto Elettronica - V. B. Croce 256 - Chieti Sc.
Paci - P.za Nardone 2 - S. Benedetto del Tronto
Studio Hi-Fi - V. Gramsci 3 - Teramo
Ficeral G. - V. Faiano 12 - Ascoli Piceno
Studio Quattro - V. prov. Foglianese 24 - Mercatale di Sassocorvaro
Cifoni - V. Savini 15 - Teramo
G.F. Elettronica - V. Isernia 19 - Campobasso

LE RISPOSTE IN AMBIENTE DEL KIT PEERLESS

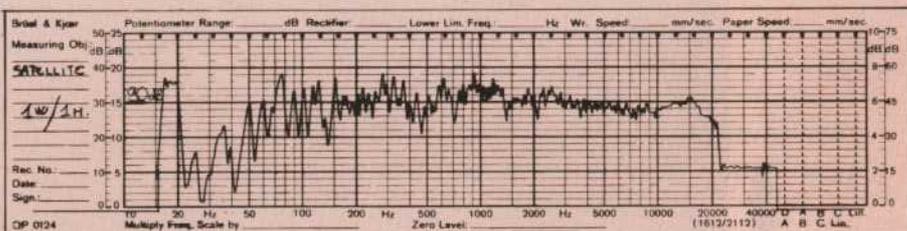
Per la cronaca vi mostriamo le risposte in frequenza sia del satellite che del subwoofer, misurate in ambiente con uno sweep sinusoidale ad 1 watt/1 metro.

In media l'efficienza rilevata in queste condizioni è stata di circa 91 dB/2.83 Volt/1 metro nell'intervallo tra i 200 ed i 2000 Hz, con una media a lungo tempo di integrazione presa durante ripetuti sweep logaritmici.

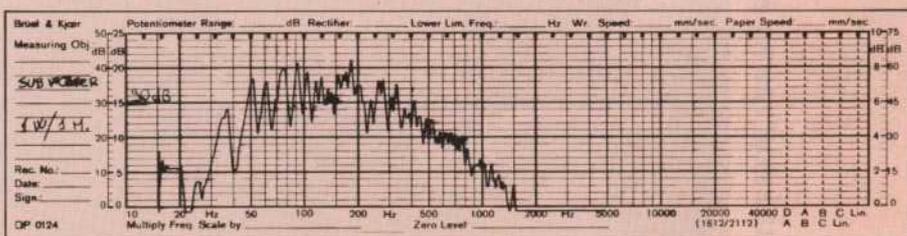
Nell'intervallo 2 kHz - 20 kHz questa è risultata invece pari ad 88.7 dB/2.83V/1m, volutamente appena inferiore grazie alla attenuazione del secondo tweeter (che può essere comunque rimossa cortocircuitando la resistenza nel filtro). Impiegando il sub, la banda 20 Hz-200 Hz è riprodotta con ben 92.2 dB/2.83V (cioè 1 Watt)/1 metro in media, un valore assolutamente interessante vista sia la

ridottissima cubatura sia del satellite che del subwoofer, sia in considerazione del costo complessivo assai contenuto dei componenti. Con un ampli anche di soli 50-75 watt per canale è possibile godersi dei pieni or-

chestrali a livello molto interessante: con il pop-rock siamo riusciti a far entrare agevolmente in difficoltà il giradischi anche con potenze minori e senza alcun cenno di affaticamento per i diffusori.



Risposta satelliti



Risposta subwoofer

I COMPONENTI IMPIEGATI

IL TWEETER

Il tweeter Peerless KO 10 DT è uno dei componenti la cui eccellenza, sia a livello di misure che per nitidezza di suono e dinamica, è stata coralmente acclamata non solo a livello di stampa nel settore e tra gli appassionati auto-costruttori, ma anche da un gran numero di progettisti di diffusori acustici di grandi case costruttrici.

Si tratta in effetti di un componente cui si deve molto della attuale popolarità dei trasduttori a cupola morbida, e che è presente sul mercato sostanzialmente inalterato da un considerevole lasso di tempo e sempre con una altissima reputazione.

Alle prime misure ho rilevato un comportamento eccellente per linearità ed estensione, anche verso il basso, ed in questo ultimo aspetto ben al di là delle caute specifiche. Si tratta di un tweeter da un pollice, con una bobina dello stesso diametro, che dissipa nominalmente 10 watt continui, con un rendimento dichiarato di 92 dB/1W/1m ed una frequenza di risonanza di 1000 Hz, confermati alle misure, che rivelano anche una impedenza mai inferiore ad 8 ohm, con un massimo di 34 ohm alla risonanza.

Eccellente la linearità di risposta in alto, assai migliore negli esemplari impiegati per il kit e normalmente reperibili che non nelle pure precise specifiche del costruttore: è ipotizzabile che nel tempo siano stati apportati miglioramenti alla risposta all'estremo superiore, più smorzata ed assai naturale all'ascolto. L'ingombro di 8 x 11,6 cm ne consente l'impiego in coppia anche in un diffusore dalla minima superficie frontale.

KO 10 DT

Impedenza nominale:	8 ohm
Diametro della bobina mobile:	25 mm.
Diametro della cupola:	25 mm.
Potenza nominale (oltre 1,5 kHz):	10 watt
Potenza musicale	
— con taglio 12 dB/oct a 2 kHz:	50 watt
— con taglio 12 dB/oct a 5 kHz:	100 watt
Sensibilità (1 metro, 2,8 volt):	92 dB
Gamma di frequenze utile:	2/20 kHz
Frequenza di risonanza:	1000 Hz
Induzione magnetica nel traferro:	1,5 Tesla
Diametro foro montaggio:	73 mm.
Ingombro massimo:	80 x 116 mm
Profondità massima:	32 mm.
Diametro magnete:	72 mm.
Altezza magnete:	14 mm.

KO 50 WFX PP

Impedenza nominale:	4/8 ohm
Potenza nominale I.E.C.:	50 watt
Potenza musicale D.I.N.:	60 watt
Sensibilità (1 metro, 1 watt):	87,5 dB
Frequenza limite superiore:	4000 Hz
Diametro della bobina mobile:	25 mm.
Diametro del cono:	120 mm.
Frequenza di risonanza (Fs):	45 Hz
Fattore di merito totale (Qts):	0,4
Volume acustico equivalente (Vas):	15 litri
Induzione magnetica nel traferro:	0,95 Tesla
Diametro foro montaggio:	123 mm.
Ingombro massimo:	150x150 mm.
Profondità massima:	66 mm.
Diametro magnete:	72 mm.
Altezza magnete:	14 mm.

IL WOOFER

Il woofer Peerless KO 50 WFX-PP è il più piccolo ed economico nel catalogo Peerless, e tuttavia incorpora alcune delizie del tipo del cono in polipropilene bianco, smorzatissimo e neutro fin quasi ai 4 kHz, con una sospensione molto cedevole che lo fa lavorare agevolmente in piccoli volumi, anche in più di un esemplare.

Alle misure sono stati rilevati i seguenti parametri:

Frequenza di risonanza: 51 Hz (in aria libera, 42 Hz su pannello)

Smorzamento meccanico (QMS): 1.68

Smorzamento elettrico (QES): 0.45

Resistenza in Corrente Continua (Rdc): 6.6 ohm

Volume equivalente alla elasticità delle sospensioni (VAS): 15 litri

Massa dell'equipaggio mobile: 6.5. grammi

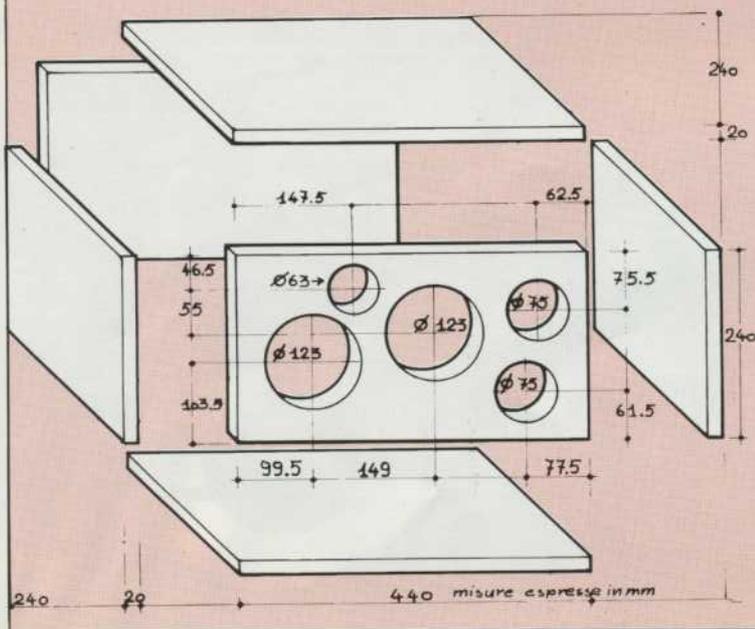
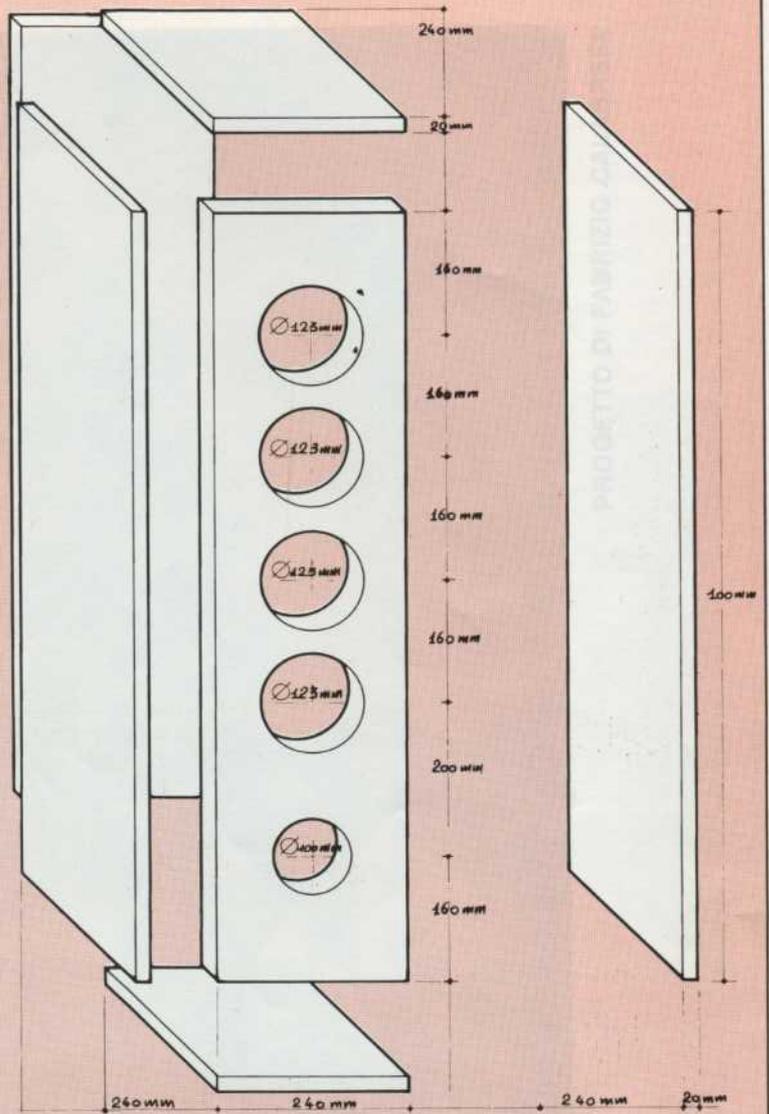
Fattore di forza (BL): 5.5 T/m

Nel nostro satellite, con circa venti litri di volume interno e due coni, si ha un andamento ottimale della risposta con una accordatura sui 55 Hz, frequenza cui va a situarsi anche il taglio, con una efficienza teorica di circa 91 dB per 1 watt ad 1 metro, da accrescere per l'abbassamento del carico a metà dovuto al parallelo dei due coni, e da diminuire per le perdite nel circuito del filtro, le cui due bobine in serie hanno una resistenza complessiva di oltre 1.2 ohm.

Nel subwoofer quattro coni lavorano in circa 45 litri di volume, sempre con un'accordatura sui 55 Hz, ma con un maggior rendimento legato alla più grande superficie, volutamente non esasperato riportando il carico agli otto ohm nominali con il collegamento in serie-parallelo e con un filtro semplice e con qualche perdita.

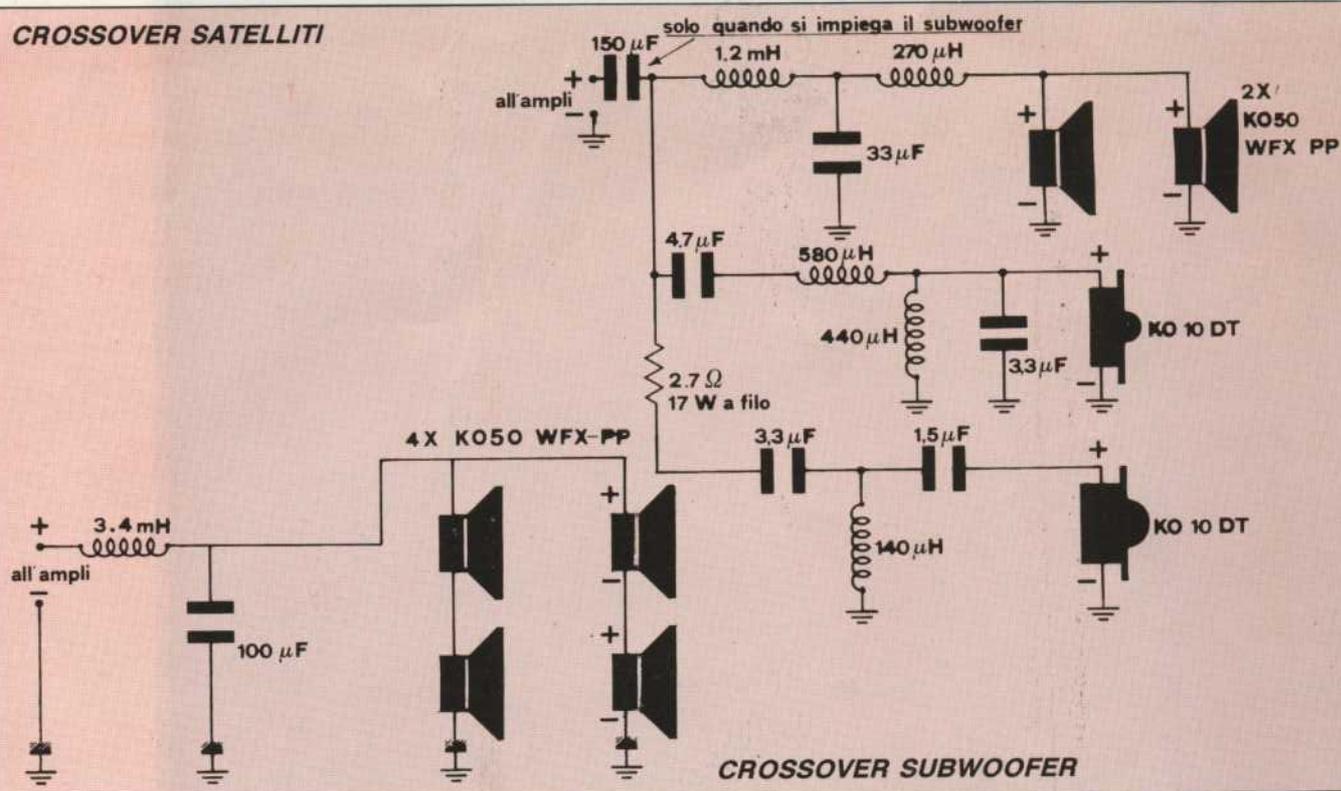


**TUTTE
LE MISURE
DEI
PANNELLI
DI LEGNO**



IL FILTRO DI CROSSOVER

CROSSOVER SATELLITI

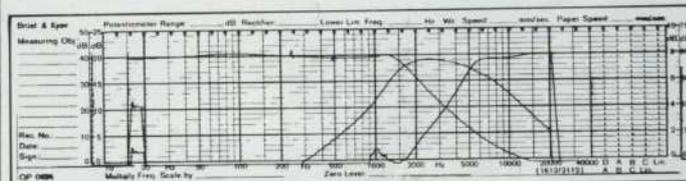


Lo schema del filtro del nostro sistema splittato è volutamente molto semplice, per mantenere i costi a livelli comparabili con quelli dei componenti. Non mancano alcune accortezze, come quella di avere in serie ai componenti solo condensatori di valore sufficientemente basso da essere reperibili del tipo in poliestere o polipropilene metallizzato, senza costi proibitivi, e per tensioni di lavoro anche di 160/250 Volts, cautelative ma consigliabili alla luce del migliore slew-rate che i condensatori di più alto voltaggio presentano. Il valore di 33 microfarad sul filtro dei woofer del satellite lo si può realizzare con due elettrolitici da 68 microfarad 100 Volt in serie tra loro con i positivi collegati assieme, eventualmente bypassando il tutto con un condensatore al poliestere metallizzato da 3.3 o 4.7 microfarad 250 Volt per darci un non necessario tocco di raffinatezza.

La capacità di 150 microfarad (almeno 100 Volt di lavoro) in serie all'ingresso del filtro del satellite ha lo scopo di attenuarne l'estremo inferiore quando questo è usato in congiunzione al subwoofer dedicato, e va quindi impiegata solo in questo caso, magari prevedendo un interruttore di bypass per il caso in cui il satellite venga fatto lavorare da solo. Il valore è comunque indicativo e può essere variato entro un ampio margine per adattare il sistema all'ambiente di ascolto. 150 microfarad si possono ottenere collegando in serie due elettrolitici da 330 microfarad (100 Volt di lavoro almeno) o, meglio, con una serie di due elettrolitici da 220 microfarad 100 Volt con in parallelo ai capi un condensatore al polipropilene da 30-50 microfarad 250 Volt, del tipo da rifasamento per motori elettrici. Al fondo del catalogo Peerless/Coral compaiono alcu-

ne induttanze, avvolte sia su nucleo che in aria libera, i cui valori in molti casi coincidono con quelli del nostro filtro e quindi vi possono essere impiegate con un certo risparmio rispetto ad un avvolgimento artigianale ben

stretto (precauzione quest'ultima che non smetterò mai di ricordare). In ogni modo ecco qui sotto l'elenco delle bobine impiegate per il filtro completo, con tutti i dati per avvolgersele o per farsele realizzare.



Risposta del filtro

TUTTI I VALORI PER COSTRUIRE LE BOBINE

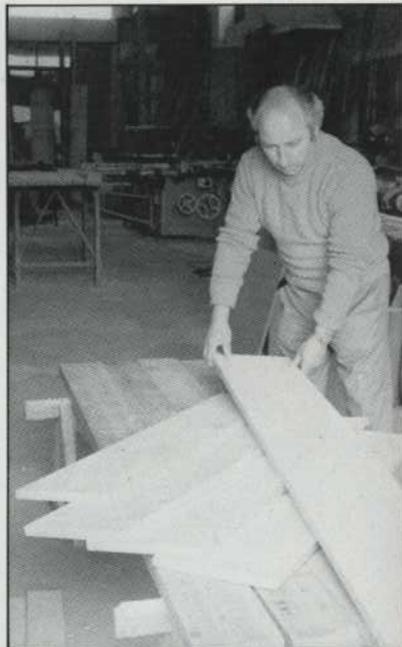
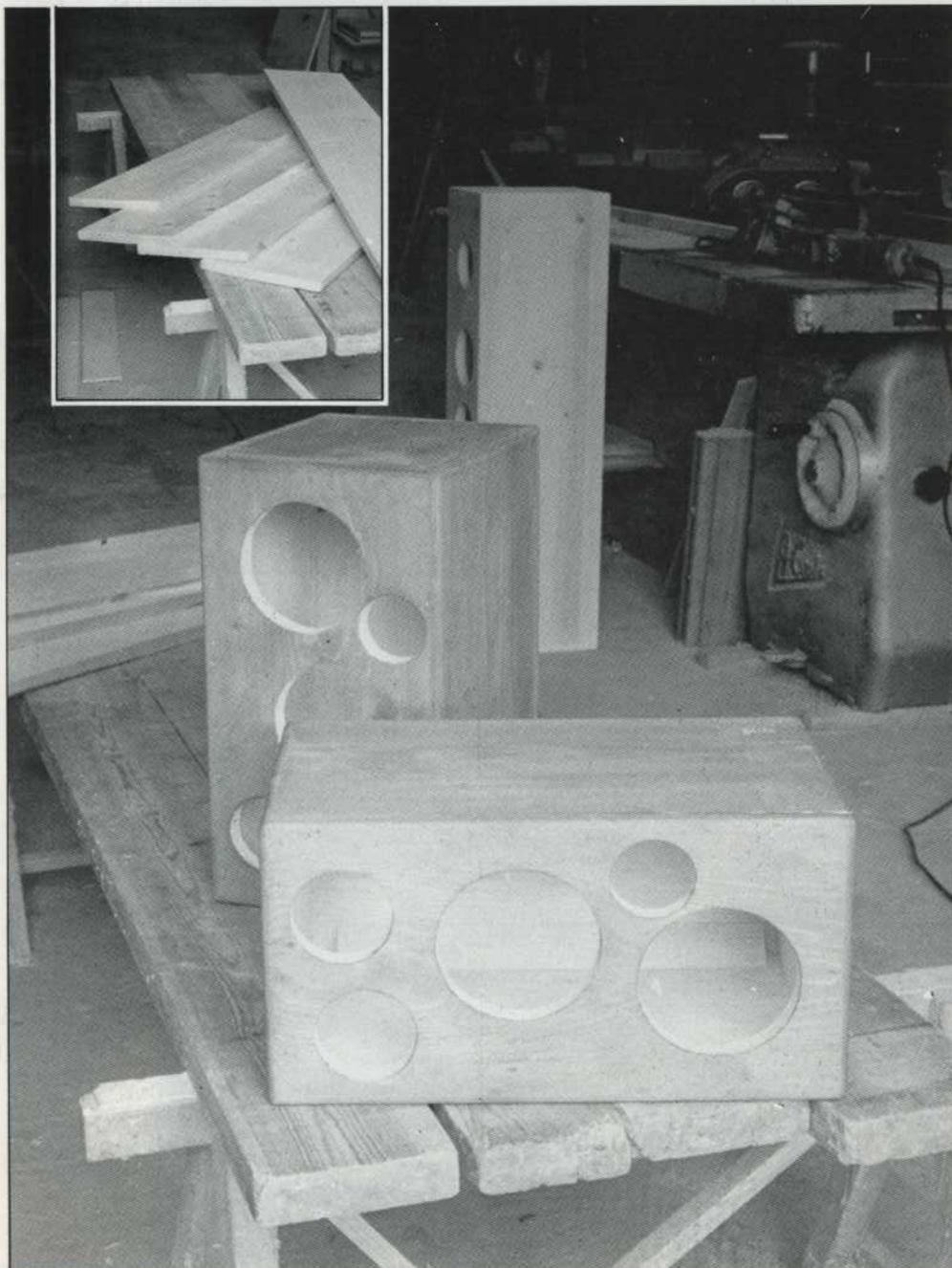
Valore induttanza	Diametro interno	Altezza avvolg.	Numero spire	Diametro filo
3.4 milliHenry	40 mm	20 mm	260	1.06 mm
1.2 milliHenry	25 mm	12.5 mm	200	0.75 mm
580 microHenry	25 mm	12.5 mm	140	0.90 mm
440 microHenry	25 mm	12.5 mm	120	0.95 mm
270 microHenry	25 mm	12.5 mm	95	1.06 mm
140 microHenry	25 mm	12.5 mm	68	1.25 mm

Questa volta è un kit da realizzare praticamente ad occhi chiusi: nello scegliere le misure ho infatti preso la precauzione di avere sempre una dimensione di 24 centimetri in ogni tavola, cosa che mi ha consentito, in pratica, di realizzare entrambi i mini-diffusori ed entrambi i subwoofer in legno massello, partendo da una tavola larga poco più di 24 cm, rifilata a quella dimensione e poi tagliata. Per la precisione per ogni satellite occorrono quattro pezzi da 24 x 44 cm e due fondi da 24 x 20 cm, per un to-

LA REALIZZAZIONE DEL KIT

tale di poco più di mezzo metro quadrato di legno. Per ogni subwoofer occorrono invece quattro pezzi da 24 x 100 cm ed i due soliti fondi da 24 x 20 cm, per un totale di poco più di un

metro quadrato di legno, di spessore minimo, come per il satellite, di almeno 20 millimetri. Per i prototipi, rifiniti semplicemente con una paziente scartavetratura e tinti con anilina diluita a pennello, è stato impiegato del morbidissimo abete, ben rinforzato con qualche listello lungo le diagonali delle tavole, all'interno. Meglio sarebbe stato impiegare una essenza più rigida, come il noce o il teak, sempre abbastanza reperibili in tavole così strette: nulla in contrario all'impiego di convenzionale multistrato, pena



una peggiore estetica sui bordi, mentre il truciolare obbliga ad una costosa operazione di rivestimento, che tutto sommato non è parsa necessaria in questi prototipi, le cui tavole sono tenute insieme da un ottimo collante e con l'impiego di sottili e lunghi chiodi di acciaio spinti dentro il legno anche con la testa, fino a farceli scomparire (con una passata di stucco color legno per il ritocco definitivo). I pannelli frontali vanno forati con precauzione, specie quello dei satelliti, simmetrici, in cui i componenti so-

no ad un soffio l'uno dall'altro.

I condotti reflex li ho scelti nelle misure standard dei tubi in plastica, reperibili presso qualsiasi rivendita di materiali per edilizia: quelli dei satelliti hanno 63 mm di diametro esterno e vanno tagliati per una lunghezza di 80 millimetri, mentre quelli dei subwoofers sono di diametro maggiore, 100 mm per la precisione, ma vanno tagliati anche essi ad 80 mm di lunghezza. Per entrambi le superfici sono abbastanza ampie da non dare problemi di carattere dinamico anche

con una sollecitazione abbastanza spinta del diffusore. Piuttosto è bene far molta attenzione nel disporre l'assorbente all'interno, possibilmente lana di vetro senza supporto di carta dietro, con uno spessore di almeno due centimetri: questa va disposta con un certo grado di drappeggio sul fondo, che è lontano sia dai coni che dal condotto, mentre in vicinanza di questi ultimi deve essere diradata al massimo o, al limite, coperta con della stoffa leggera fissata con delle spille su legno.

