

# M2tech Mitchell

*Il componente che non esisteva.*



La M2tech dell'ing. Marco Manunta è una azienda pisana che da oltre 10 anni costituisce una delle punte avanzate della produzione audio nazionale, soprattutto nell'ambito del digitale ma non solo. Salì alla ribalta nel 2009 con l'introduzione del modello hiFace, un raro uovo di Colombo dell'audio moderno. Permetteva, in tempi in cui le interfacce USB limitate a 48 kHz e 16 bit erano montate anche su componenti di pregio, di traslare i segnali PCM a 24 bit dall'uscita USB di un computer all'ingresso

S/PDIF coassiale di un DAC, molto diffuso anche oggi ma ancor più allora, che da standard deve essere compatibile con flussi PCM a 24 bit (e può arrivare a 192 kHz di campionamento, anche se nello standard questa specifica non è prevista). La prova a cui lo sottoponemmo su AR 307 appurò che lo faceva in modo impeccabile, sebbene fosse un dispositivo a basso costo e di dimensioni minime, alimentato direttamente dall'USB del computer. Da allora abbiamo esaminato diversi componenti M2tech, soprattutto DAC (DA e AD) ma anche un amplificatore per cuffia (Marley) ed un pre fono (Nash), trovandoli sempre di prestazioni particolarmente interessanti e non solo in relazione al prezzo, tutt'altro che proibitivo. La produzione attuale include sempre unità digitali di interfacciamento e conversione/preamplificazione, ovvero l'hiFace Two e la serie Evo Two, ed una linea di componenti sia analogici che digitali con cui allestire un impianto completo ad eccezione dei diffusori, la serie Rockstars. All'interno di questa compare anche un oggetto alquanto "strano" secondo le attuali tendenze, che ancora una volta potrebbe rappresentare una soluzione tanto fuori dagli schemi quanto molto attraente per un certo numero di audiofili. Forse un sottoinsieme, ma probabilmente non piccolo.

## Cosa è

Il Mitchell è un crossover elettronico integralmente analogico, privo di comandi diversi dall'accensione dato che è controllato tramite PC da un ap-

posito software di gestione. Oltre ai basilari filtri passa-basso (da qui in poi indicati come PB) e passa-alto (PA) ha funzioni di "shelving" (termine traducibile con "modellamento", dato che "scaffalatura" ha poco senso) della risposta e capacità di alterare la sola fase del segnale tramite un filtro passa-tutto (PT) del primo ordine. Le funzioni di filtratura non riguardano solo le modalità PA e PB - e quindi passa-banda (PN), combinandole - perché sul percorso del segnale è possibile inserire anche dei "notch" (NT) ovvero dei filtri soppressori di banda, ed anche invertire la fase assoluta del segnale. Dispone di sei sezioni identiche identificate come coppie stereo (coppie A/B/C) che possono essere collegate al medesimo ingresso stereo, oppure in cascata tra loro (B con A e C con B) per formare filtri ancora più complessi, ma la modalità operativa più complessa in assoluto è quella monofonica, che consente di disporre di sei vie distinte collegate allo stesso ingresso, e che per una operatività in stereo richiede quindi di disporre di due unità Mitchell.

Ogni singola sezione permette di inserire combinazioni di filtri PB e PA fino al sesto ordine totale, con un limite del quinto ordine nel caso che si opti per un filtro solo PA o PB. I PN possono invece salire al sesto ed essere simmetrici o asimmetrici. Le combinazioni PN implementabili sono quasi tutte quelle teoriche, da quella di ordine minore (ambo i filtri del primo ordine) a quella di ordine massimo (PA del I o V ordine, PB del V o I ordine), mancando solo le combinazioni PA-II/PB-IV e PA-IV/PB-II. I filtri NT

## M2TECH MITCHELL

*Crossover elettronico analogico a 3 vie stereo*

**Distributore per l'Italia:** HiFi United S.r.l., Via Manfredi 98, 29122 Piacenza (PC). [www.hifiunited.it](http://www.hifiunited.it)

**Prezzo (IVA esclusa):** euro 4.200,00

### CARATTERISTICHE DICHIARATE DAL COSTRUTTORE

**Ingressi:** stereo single-ended (RCA), stereo bilanciato AES/EBU (XLR), trigger (Jack 3,5 mm). **Uscite:** 3 x stereo single-ended (RCA), composito stereo bilanciato (7P XLR), 3 x stereo bilanciato da adattatori di serie. **Frequenze di taglio:** da 50 Hz a 15.000 Hz. **Piste:** passa-basso e passa-alto da 6 dB/ott. a 30 dB/ott., passa-banda simmetrico da 6-6 dB/ott. a 18-18 dB/ott., asimmetrico da 6-30 dB/ott. a 30-6 dB/ott. **Rapporto segnale/rumore:** da 100 dBA a 110 dBA a seconda della configurazione (single-ended, 1 Vrms out). **THD + N:** 0,015% @ 1 Vrms uscite single-ended. **Tensione di uscita massima:** 9 Vrms (single-ended), 18 Vrms (bilanciato). **Impedenza di ingresso:** 47 kohm (single-ended), 20 kohm (bilanciato). **Tensione di alimentazione:** 15 VDC. **Assorbimento:** 12 W (operativo), 2 W (standby). **Dimensioni (LxPxH):** 200x200x50 mm. **Peso:** netto 2 kg (inclusi accessori), imballato 2,5 kg



Nonostante le piccole dimensioni il Mitchell dispone di connessioni anche bilanciate sia in entrata che in uscita. Queste ultime sono ottenute mediante cavi adattatori con una spina multipolare e tre uscite XLR.

possono essere fino a due per sezione in caso di filtri molto semplici (PA e PB del I ordine), uno solo con i PA e PB di II e III ordine e nessuno al di sopra. Il filtro PT è invece disponibile sempre, come anche l'inversione di fase, e la probabilità di dover usare queste funzioni in coppia è elevata dato che il PT è invertente (intendendo con questo che inverte le frequenze basse, dato che ogni PT del primo ordine introduce un ritardo di 180 gradi quando la frequenza sale di molto rispetto alla sua frequenza di taglio). I filtri shelving (SH) sono impostabili con due parametri, la frequenza passa-alto e quella passa-basso, ma non sono filtri canonici ed è difficile descrivere il loro intervento (v. comunque il quadro misure) che tuttavia è delineato dal grafico che appare cliccando sulla funzione "Plot" del menù. Per tutti gli altri filtri è possibile impostare un range molto vasto di frequenze di taglio e centrali, che va da circa 45 a 9.000 Hz, con una "grana" eccezionalmente fine se si considera che stiamo parlando di un sistema interamente analogico, in cui ad essere commutati sono componenti fisici e non i coefficienti numerici di un filtro digitale. I filtri possono essere progettati secondo tutti gli allineamenti più noti, ovvero Butterworth, Bessel e Chebychev (con ripple impostabile), ed il software - seguendo una logica corrispondente e ben nota agli utenti del nostro software LDS - suddivide le sezioni filtranti in sub-filtri del I e II ordine, ciascuno impostabile anche singolarmente per ottenere involuppi non convenzionali; discorso analogo per i valori del fattore di merito dei filtri NT.

Ma non basta. A parte la presenza di entrate ed uscite sia bilanciate che sbilanciate e di una entrata trigger per l'accensione remota, a parte la possibilità di regolare il livello di uscita di ciascuna via, serializzando le sezioni si rendono disponibili filtri di ordine estremo, fino al tredicesimo (78 dB per ottava), ed anche qui con le opzioni Butterworth/Bessel/Chebychev di cui sopra (ma anche Linkwitz-Riley, impostando a mano i fattori di merito).

In sostanza, una **enorme ecletticità**, probabilmente la più alta mai implementata in una macchina analogica. Tanto alta che se un computer modificasse un set di valori ed impostazioni al secondo passerebbero settimane prima di esaurire tutte le combinazioni possibili.

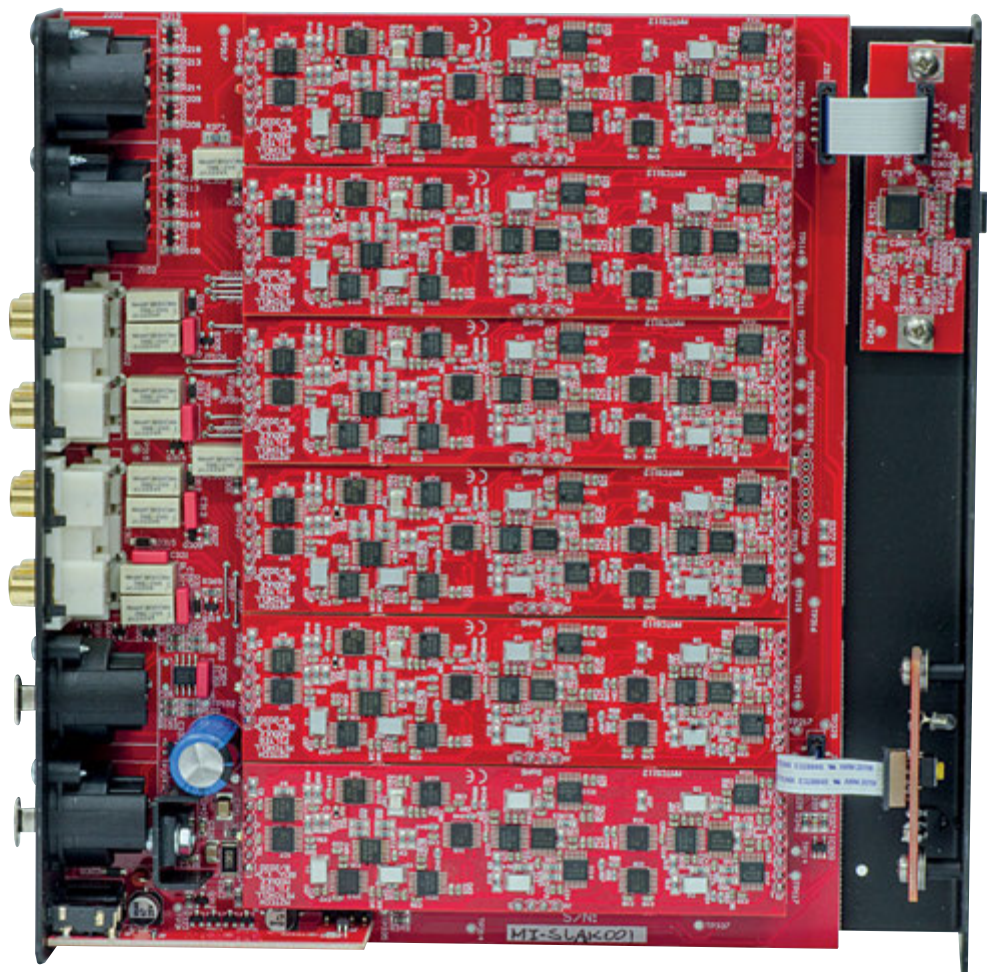
Ma a cosa serve tutto questo?

#### A cosa serve

Gli audiofili di lunga data ricorderanno bene quel periodo degli anni '70 in cui "multiamplificare era bello" e sul mer-

cato esistevano diversi crossover elettronici. Il più desiderato era forse il Pioneer D-23 ma un best-seller divenne anche il modello AS-45 della nostra Cabre, anche nella versione "low" specializzata per i subwoofer. Allora vennero introdotti diversi diffusori già predisposti per la multiamplificazione, mentre altri nascevano già multiamplificati ed incorporavano le sezioni di potenza. Le ragioni di questa moda erano ben note e molto semplici:

- un crossover passivo può distorcere, soprattutto per via della non idealità degli induttori, un crossover elettronico può essere perfettamente lineare a qualsiasi livello;
- un crossover passivo può introdurre indesiderate alterazioni di risposta, anche in questo caso per via della modesta corrispondenza tra induttori ideali e reali, ovvero per la presenza di una non trascurabile componente resistiva;
- se le si desiderano, con un crossover passivo reale è difficile raggiungere pendenze molto elevate. Oltre il III/IV ordine le tolleranze dei componenti e le componenti resistive pa-



La realizzazione elettronica del Mitchell è un gioiello di ingegnerizzazione, ammirevole sia per la razionalità e la pulizia che per la densità circuitale raggiunta.



Crossover elettronico analogico **M2tech Mitchell**

## CARATTERISTICHE RILEVATE

Misure relative alle entrate ed uscite bilanciate, guadagno impostato per 0 dB, filtro impostato passa-basso del I ordine con Ft 9 kHz, se non diversamente specificato.

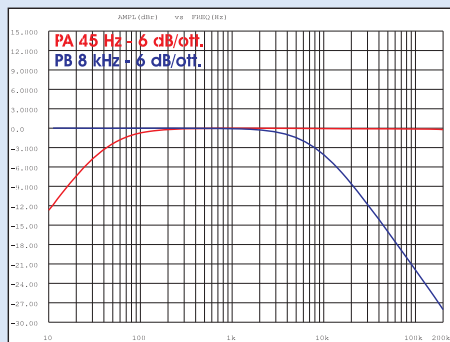
**Massima tensione in ingresso:** 4,7 V (usc. sbilanciate, gain -6 dB)  
9,6 V (usc. bilanciate, gain -6 dB, THD 1%)

**Impedenza di uscita:** <1 ohm (usc. sbilanciata)  
2 ohm (usc. bilanciata)

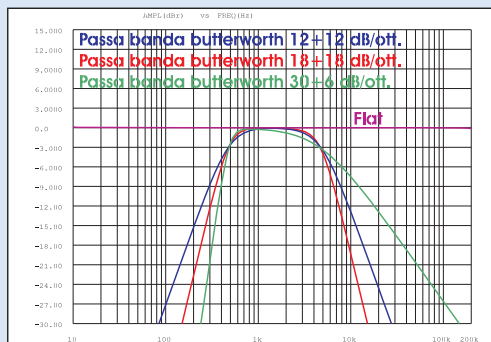
**Massima tensione di uscita:** 9,6 V (usc. sbilanciate, gain +12 dB)  
19,24 V (usc. bilanciate, gain +12 dB)

**Rapporto segnale/rumore pesato "A":** 103,9 dB (usc. sbil.)  
(ing. terminati su 600 ohm, Vin 1 V) 100,6 dB (usc. bil.)

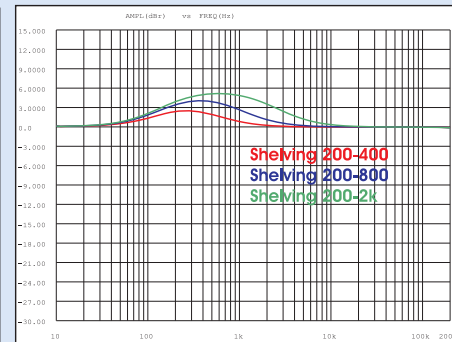
**RISPOSTA IN FREQUENZA**  
(filtri passa-basso e passa-alto I ordine)



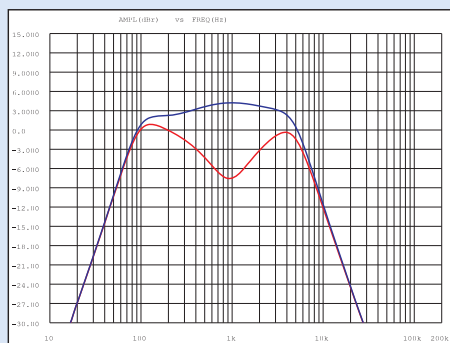
**RISPOSTA IN FREQUENZA**  
(esempi di andamenti passa-banda, allineamento Butterworth)



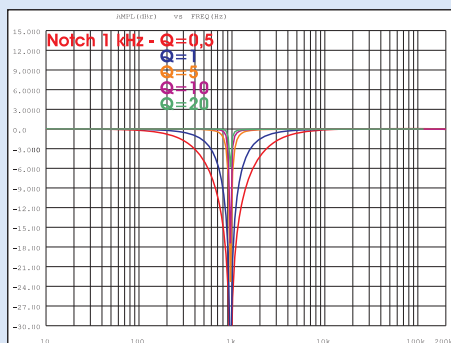
**RISPOSTA IN FREQUENZA**  
(esempi di andamenti correttivi "shelving")



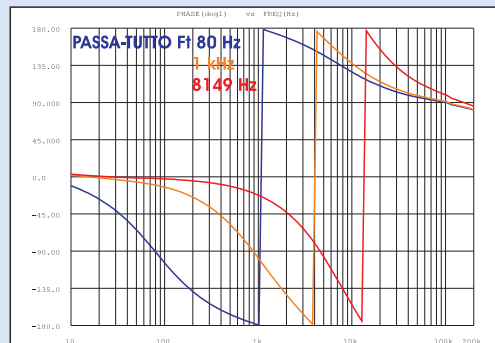
**RISPOSTA IN FREQUENZA**  
(esempi di andamenti passa-banda + shelving)



**RISPOSTA IN FREQUENZA**  
(esempi di andamenti notch per vari fattori di merito)



**RISPOSTA IN FASE**  
(esempi di risposta in fase modificata dalla sezione passa-tutto)



**ANDAMENTI FREQUENZA/DISTORSIONE**  
(uscite bilanciate e sbilanciate)



Una prova esauriente del Mitchell in termini di curve di risposta è ovviamente impossibile dato l'enorme numero di configurazioni impostabili, riportiamo pertanto solo alcuni esempi relativi alle diverse modalità di filtraggio/modellamento al solo scopo di dare un'idea delle possibilità di intervento sul modulo della risposta, nonché un grafico di risposte in fase con gli andamenti per Ft estreme (80 e 8150 Hz) del filtro passa-tutto. Abbiamo ovviamente rilevato i valori di massima tensione di ingresso e di uscita, ampiamente eccedenti le necessità massime di pilotaggio da parte di un preamplificatore e verso dei finali di potenza, e quelli di rumore, che in misura pesata sono dell'ordine dei microvolt e permettono quindi di ottenere rapporti segnale/rumore di oltre 100 dB (ovviamente variabili a seconda della configurazione, ma non abbiamo mai osservato decadimenti di rilievo). Bassissime anche le impedenze di uscita. La misura di distorsione armonica riportata raggiunge alcuni punti per mille, in questo caso l'aver impostato la modalità più semplice (filtro passa-basso del primo ordine con Ft massima) non ha favorito il componente (che in impostazioni più complesse risulta ancora più lineare), ma si tratta di valori bassi e soprattutto di pura seconda armonica, un tipo di residuo piuttosto insolito da osservare in un componente a stato solido.

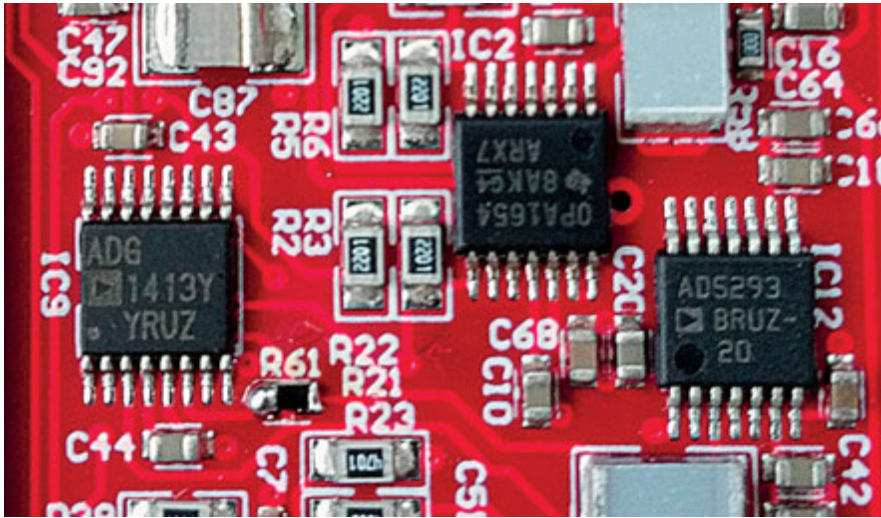
**Fabrizio Montanucci**

...rassite possono creare problemi di costanza delle linee di produzione; - se l'amplificatore è uno solo e saturato per un eccesso di livello legato ad un segnale a frequenza bassa l'intermodulazione prodotta si estende a tutta la banda audio, quindi non distorcerà solo il woofer ma anche le

vie superiori. Questo non avviene in multiplificazione, il che permette tra l'altro di massimizzare la pressione sonora senza ricorrere ad amplificatori di potenza estrema.

Quell'era tuttavia durò pochi anni, ed anche in questo caso le ragioni so-

no facilmente individuabili. In primo luogo l'audiofilo tende quasi intrinsecamente alla semplicità, e se già non è facile raggiungere una perfetta armonia tra i pochi componenti di un impianto base a più forte ragione è difficile raggiungere quel traguardo in un impianto più complesso come quello



Il cuore circuitale del Mitchell è costituito da questi tre chip: AD5293 (potenziometro digitale a 1.024 posizioni con 1% di tolleranza sui resistori), OPA1654 (quadruplo operativo a basso rumore e bassissima distorsione), ADG1411 (quadruplo switch in tecnologia iCMOS).

multiamplicato. Inoltre - e qui ci si sposta dal soggettivo all'ineccepibile - con un crossover passivo il bravo progettista può facilmente modellare la risposta in relazione agli altoparlanti che ha scelto. Farlo con un crossover elettronico è in teoria possibile, ma questo dovrebbe possedere capacità di modellamento che i componenti degli anni '70 del secolo scorso assolutamente non avevano. Da qui l'abbandono in ambito audiofilo della multiamplicazione propriamente detta, oggi a favore, talvolta, di una soluzione molto più semplice e "puristica" come il multi-amping, che pure è abbastanza estrema da giustificare in termini di rapporto benefici/spesa. Perché quindi tornare a proporre oggi un crossover elettronico?

**Secondo le intenzioni della casa il Mitchell nasce per assolvere in primis proprio la funzione di divisore in un sistema multiamplicato**, in ben determinate tipologie di impianti. Secondo noi però **ha almeno altre due applicazioni** interessanti di tipo più generale.

## L'uso in multiamplicazione

Forse non tutti sanno che alcuni diffusori attuali di livello elevato, e taluni non attuali ma ancora ben presenti nelle case di molti audiofili, nascono per essere multiamplicati, come unica opzione od in alternativa al crossover passivo. Un elenco compilato dalla stessa M2tech è quello visibile in **Figura 1**. Naturalmente per questi sistemi sarebbe possibile ricorrere ai filtri digitali, che realmente possono elaborare il segnale in qualsiasi maniera, come ben sanno quelli che hanno seguito i nostri articoli in materia (v. AR

395, M. Richard, "Come ascoltare un crossover... senza realizzarlo") e oggi sono anche decisamente economici: **ma per usare un crossover digitale serve un segnale digitale, e nessun analogista accetterebbe di convertire in digitale il segnale uscente da un fonorivelatore od un registratore a bobine per poi filtrarlo digitalmente e riconvertirlo in analogico**. Chi si riconosce in questa categoria forse è rabbrivito alla sola descrizione di questa ipotesi...

Se anche non si è analogisti puri e duri, bensì ad esempio si ama ascoltare Super Audio CD e i segnali DSD in generale, l'opzione crossover digitale equivale lo stesso allo stridore di un dito su una lastra di vetro: **i crossover digitali filtrano solo segnali PCM, per filtrare il DSD bisogna convertirlo**, e dato che non c'è corrispondenza esatta tra PCM e DSD la conseguenza sarebbe una piccola - ma ideologicamente inaccettabile per un audiofilo - perdita di informazione.

M2tech di fatto si rivolge anche ad un'altra categoria di appassionati,

quelli che progettano e realizzano da soli sistemi multiamplicati di grande ambizione e complessità (alcuni ne abbiamo visti negli anni scorsi nella rubrica dedicata agli impianti dei lettori). A questi il Mitchell offre possibilità quasi sconfinite grazie non tanto, o non solo, alle altissime pendenze impostabili sulle sezioni PA e PB, quanto piuttosto al "modellamento" delle risposte in modulo ottenibili con i filtri SH e NT, con l'accessibilità ai parametri di singolo stadio ed agli interventi sulla fase prodotti dai filtri PT. Certo, in questo caso occorre una competenza non da poco dato che tutte le impostazioni sono manuali e non c'è nulla di automatico come nel caso delle tecniche DRC (Digital Room Correction), ma c'è ben da supporre che chi affronta una simile impresa sappia ben usare la strumentazione di misura necessaria (alla fin fine, un PC, una buona scheda audio ed un microfono electret per misure).

Le suddette capacità di modellamento consentirebbero - di sicuro non in tutti i casi, ma in molti sì - anche di **sostituire con il Mitchell i crossover passivi di diffusori non pensati per la multiamplicazione**. Il normale audiofilo non lo farebbe mai anche perché - questioni di garanzia e rivendibilità a parte - è necessario un grado di competenza anche maggiore rispetto al caso precedente: bisogna misurare le risposte in frequenza e fase ai morsetti degli altoparlanti e replicarle al meglio con le funzioni del crossover elettronico. Conoscendo un po' l'ing. Manunta, pare comunque probabile che chi volesse intraprendere una strada del genere troverebbe in M2tech un valido supporto.

## Le altre due applicazioni

Quali siano è presto detto:

- **effettuazione dei tagli analogici per un sistema 2.2**, ovvero stereofonico

Marca	Modelli	Tipo crossover
Linn	Vari modelli	Separabile
Magneplanar	Vari modelli	Esterno
Mark & Daniel	Maximus-Monitor, Maximus-Diamond	Esterno
Kudos Audio	Titan, serie Cardea	Separabile
Alon	Lotus	Esterno
Nola	Baby Grand Reference	Esterno
JBL	Vari modelli	Separabile
Volti Audio	Rival	Separabile
Alyvox	Caravaggio	Esterno
Stenheim	Reference Ultime	Esterno
Wharfedale Pro	Vari modelli	Esterno
Martin Logan	Monolith III	Esterno
Kralk Audio	DTLPS-1	Esterno
Kawero!	Vari modelli	Esterno

Figura 1. Elenco non esaustivo dei diffusori utilizzabili con un crossover elettronico esterno.

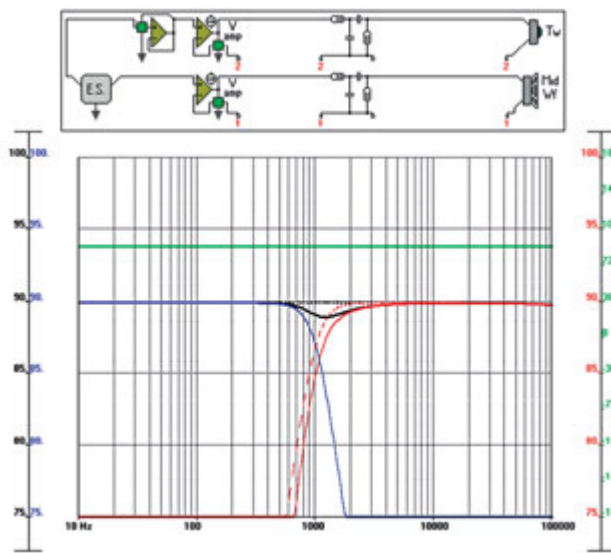


Figura 2. Il bi-amping con limitazione di banda è quella tecnica che prevede l'uso di amplificatori separati per la gamma bassa e quella acuta, preceduti da un crossover elettronico che non opera il taglio sugli altoparlanti, bensì toglie una parte di segnale che altrimenti verrebbe comunque amplificato e consegnato all'ingresso del crossover passivo del diffusore. Effettuare meri tagli molto esterni a quelli del crossover passivo porta solo a demolire la risposta all'incrocio, per l'effetto sulla fase dei filtri aggiuntivi. In un sistema come il Mitchell si può però ricorrere alla sezione passa-tutto per inserire un filtro aggiuntivo su una sezione, con alterazione minima dell'incrocio. Nell'esempio illustrativo qui riportato è stato impostato un incrocio passivo "alla D'Appolito", ovvero un terzo ordine Butterworth simmetrico, che ha fase relativa di 90 gradi (curva verde) e somma vettoriale delle vie (curva nera) costante a tutte le frequenze. Le curve del D'Appolito senza crossover elettronico sono quelle tratteggiate. La via "ripulita" dalla sezione attiva è quella acuta, sulla quale è stato aggiunto un filtro passa-alto del secondo ordine con taglio a 500 hertz, una ottava al di sotto della frequenza di incrocio. Per compensare l'effetto sulla fase relativa di questo filtro è stato inserito un passa-tutto del I ordine sul woofer (qui rappresentato da un blocco di elaborazione del segnale), avente la stessa frequenza di taglio. L'alterazione della risposta all'incrocio è limitata ad 1 decibel, e si riduce se si anticipa ulteriormente il taglio. Il fattore di merito del filtro passa-alto deve essere pari a 0,5 e corrisponde a quello del cosiddetto allineamento Linkwitz-Riley.

con due subwoofer. Dato che le uscite sono sei, si possono anche esplorare le configurazioni multi-sub di cui ha trattato recentemente l'ottimo Andrea Allegri;  
**- bi-amping con limitazione di banda.**

Il bi-amping è quella tecnica che prevede l'uso di amplificatori di potenza separati per la sezione bassi e per la sezione alti dei diffusori utilizzati, ma mantenendo la filtratura passiva dei trasduttori e quindi facendo operare a banda intera gli amplificatori. Il vantaggio consiste nel **separare le correnti destinate alle varie vie**, lo svantaggio - oltre ovviamente al costo - nel fatto che **le tensioni consegnate ai morsetti sono le stesse per tutte le vie**, quindi non si ha alcun concreto beneficio in termini ad esempio di dinamica, e se i finali introducono qualche non linearità l'intermodulazione generata in una banda di frequenze può in parte trasferirsi a tutte le vie. Un crossover elettronico consente però di aggiungere dei tagli tali da li-

mitare almeno un po' la banda trattata da ogni amplificatore, viene quindi spontaneo pensare di usarlo con questo scopo. Un'idea tutt'altro che nuova, per la quale però risulta purtroppo diffuso da sempre un **pernicioso paralogismo**. L'idea è questa: dispongo di un diffusore con doppi morsetti per via bassa e vie superiori, la frequenza di incrocio è 1 kHz. Se aggiungo sulle vie superiori un passa-alto con taglio molto anticipato rispetto a quello passivo - una o due ottave, quindi 500 o 250 Hz - e sulla via inferiore un passa-basso altrettanto posticipato - quindi 2 o 4 kHz - lascerò invariati i tagli previsti dal progettista del diffusore, però rimuoverò un bel po' di segnale che altrimenti gli amplificatori dovrebbero gestire. Un bel vantaggio, no? In realtà **questo è solo un modo per demolire la risposta all'incrocio** così come il progettista l'aveva delineata. Spiegare le ragioni di questa affermazione richiede una matematica non del tutto elementare, non è questa

l'occasione per parlarne e non c'è nemmeno lo spazio. Quel che si può dire in termini descrittivi è che **attuare quanto sopra** permette sì di mantenere sostanzialmente invariati i moduli della risposta consegnata agli altoparlanti nell'area di incrocio, ma **altera completamente la fase relativa** dei trasduttori, con conseguente alterazione della risposta-somma e del pattern angolare con cui la pressione viene irradiata. Per mantenere invariata la fase relativa occorre che i ritardi di gruppo aggiunti dai filtri del crossover attivo siano gli stessi su ambo le vie, ma questo è impossibile nell'ipotesi di cui sopra, perché questa caratteristica è inversamente proporzionale alla Ft del filtro e scema al di sopra di essa. Quel che si può fare dipende soprattutto dalle possibilità del filtro, in **Figura 2** e **Figura 3** sono descritte due opzioni implementabili col Mitchell che permettono di mantenere stabile la fase relativa alterando di un solo decibel la risposta-somma nel caso considerato. Oltre alle due applicazioni appena descritte ce ne sarebbe una terza, molto meno frequentata in ambito audiofilo di quanto meriterebbero i vantaggi che consente di ottenere: il **mero taglio passa-alto a bassissima frequenza**, utile soprattutto nei diffusori reflex per evitare che il woofer vada inutilmente a spasso quando sollecitato da frequenze inferiori a quella di accordo, aumentando la distorsione senza produrre pressione. Il Mitchell può servire pure a questo, anche se la minima frequenza di taglio (45 Hz) risulta utile solo con diffusori dalla risposta non particolarmente estesa.

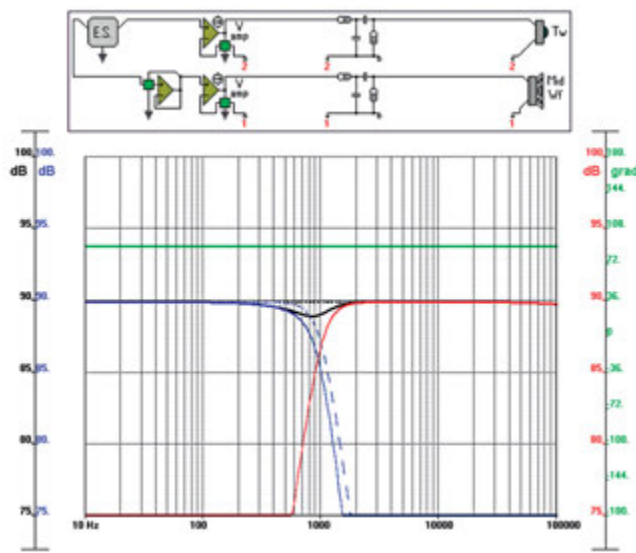


Figura 3. Come Figura 2, ma qui la via privilegiata è quella bassa, sulla quale è stato inserito un passa-basso del secondo ordine con taglio a 2 kHz e Q=0,5. Anche qui il passa-tutto del primo ordine inserito sull'altra via ha la stessa frequenza di taglio del passa-basso.

**Come funziona**

Lo schema a blocchi del Mitchell è



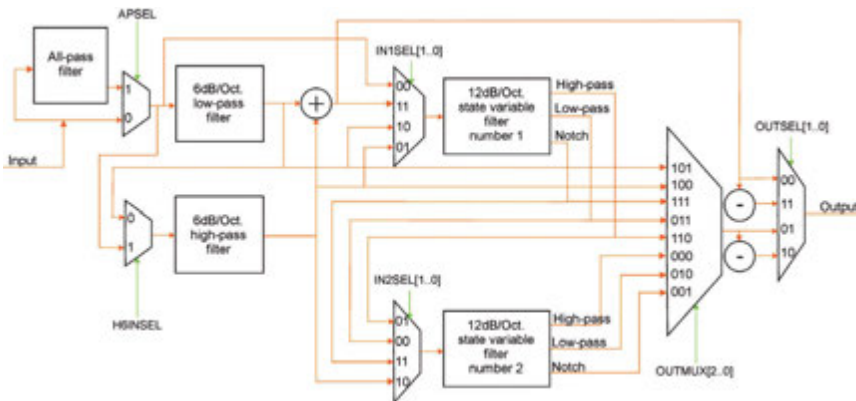


Figura 4. Schema a blocchi di una delle sei sezioni filtranti del Mitchell.

quello di **Figura 4** ed ovviamente appare complesso, anche se molto meno di quel che ci si potrebbe aspettare vista l'enorme varietà di configurazioni possibili. Ogni sezione è composta da un filtro PT, un PA ed un PB del primo ordine, da switch e sommatore e soprattutto da due filtri a variabile di stato, il vero l'elemento strategico alla base della semplificazione dell'architettura. Un filtro a variabile di stato, la cui struttura di base è riportata in **Figura 5**, è costituito da due integratori identici in cascata, preceduti da uno stadio sommatore in cui confluiscono l'ingresso, l'uscita del secondo integratore e quella del primo, quest'ultima però attraverso un partitore resistivo ( $\beta$ ). Sorvolando anche qui sui dettagli matematici, si può dire che un filtro a variabile di stato consente, con un numero minimo di componenti di ancor meno diversi valori, di ottenere:

- due tagli PB e PA simmetrici a due poli (12 dB/ottava) il cui fattore di merito Q, identico, è controllato dal partitore  $\beta$ .
- un filtro passa-banda a 6 dB/ottava sia sul lato PA che su quello PB, con frequenza centrale e fattore di merito pari alle sezioni PA e PB.

Aggiungendo un differenziatore si può ottenere un filtro notch. Un aspetto interessante è inoltre rappresentato dal fatto che la somma vettoriale delle uscite PA/PN/PB è unitaria, a patto che il guadagno del PN sia pari a  $1/Q$ . Un esempio concreto di implementazione comprensivo di sezione notch possiamo vederlo in **Figura 6**, impostato per una frequenza di taglio/centrale di 1 kHz ed un Q pari a 0,707 (Butterworth). In **Figura 7** le risposte ottenute.

**Costruzione e software**

Piccolo com'è, con l'alimentatore esterno, privo di controlli e dall'estetica non certo elaborata, il Mitchell

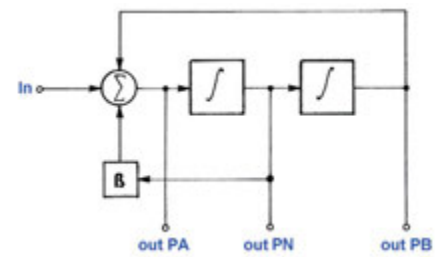
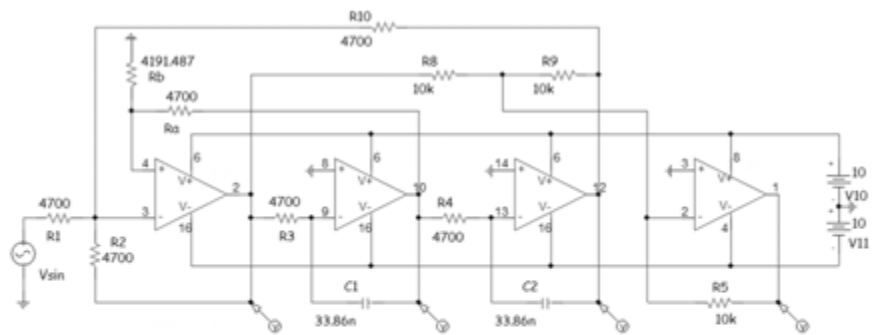


Figura 5. Schema di principio di un filtro a variabile di stato.



$$Q = (R_a/R_b + 1)/3$$

$$R_b = R_a / (3Q - 1)$$

$$F_t = 1 / (6.28 * R_1 * C_1)$$

uscita PN, fattore moltiplicativo per somma unitaria risposte PA+PN+PB =  $1/Q$

Figura 6. Esempio reale di filtro a variabile di stato, dimensionato per fornire tagli ad 1 kHz con  $Q=0,707$ . C'è anche l'uscita notch, ottenuta con un'ulteriore operazione. Nelle note in basso le formule per il dimensionamento.

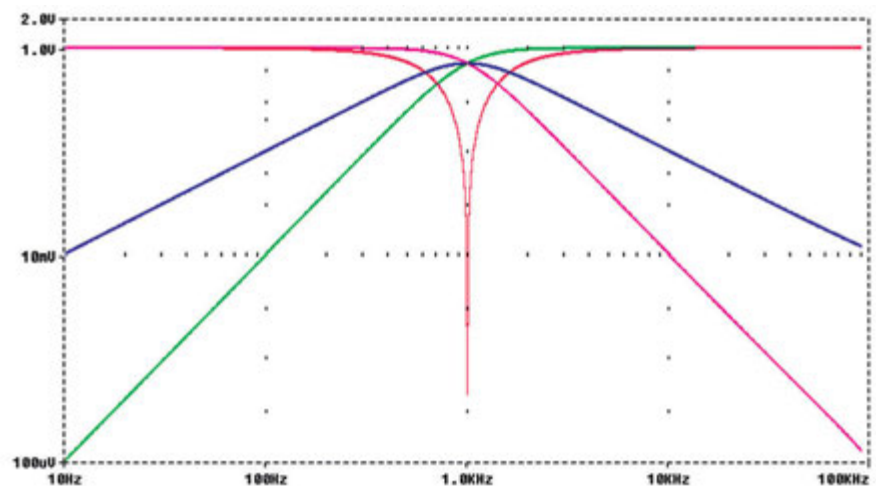


Figura 7. Curve di risposta in frequenza rilevabili sulle varie uscite del circuito di Figura 6.

non lascia intravedere nulla delle proprie potenzialità, ma aprendolo ci si rende subito conto che è un vero gioiello di ingegnerizzazione, tutto in componentistica SMD ad alta densità elettronica. Le sei sezioni appaiono in bella vista montate su una mother board che si occupa delle funzioni au-

siliarie, di controllo e di input/output. Tre sono i chip che implementano quanto visibile nello schema di Figura 4, ovvero:

- AD5293, potenziometro digitale a 1.024 posizioni con 1% di tolleranza sui resistori;
- OPA1654, quadruplo operazionale a

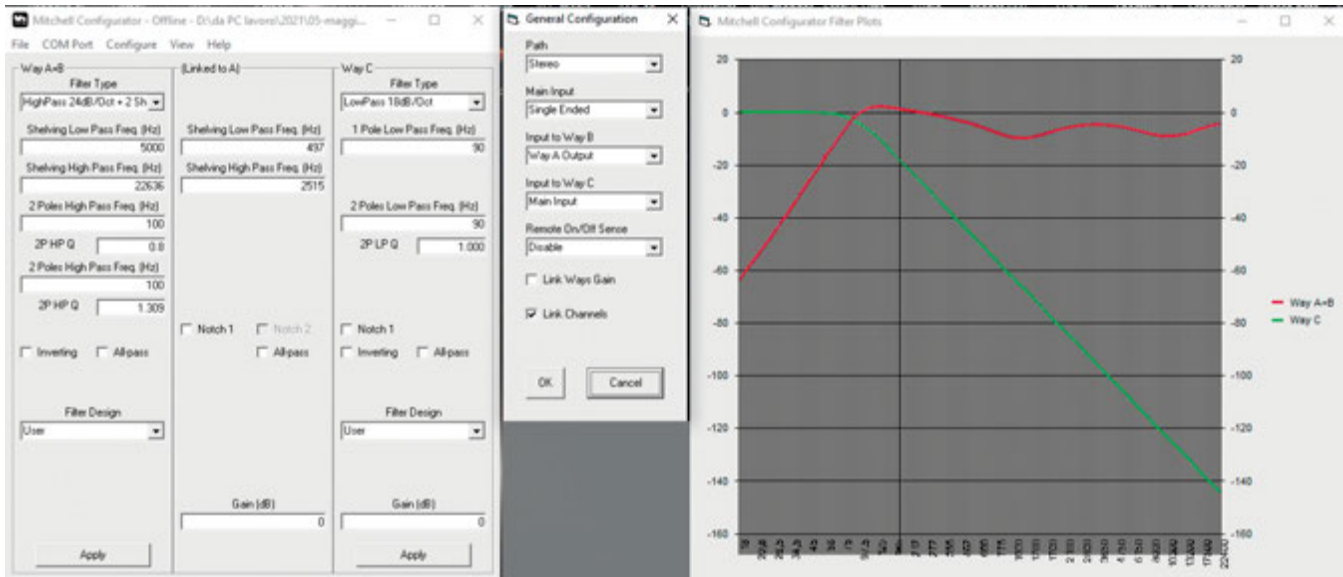


Figura 8. Esempio di finestre di impostazione del software di controllo del Mitchell, relativo ad un assetto stereofonico che usa le entrate sbilanciate e in cui l'ingresso della sezione B corrisponde con l'uscita della sezione A. A seconda della modalità operativa prescelta, il menù a tendina "Filter type" offre le configurazioni che si rendono implementabili.

basso rumore e bassissima distorsione;

- ADG1411, quadruplo switch in tecnologia iCMOS.

In Figura 8 e Figura 9 vediamo due schermate del software di configurazione relative ad assetti molto diversi, in Figura 8 compare anche la finestra "plot" che visualizza le risposte impostate (solo il modulo). È un applicativo che attua funzioni complesse con un'interfaccia semplice e già allo stato attuale - definibile come prossimo all'uscita dal livello di beta, e la casa ci ha già reso noto che è in sviluppo una nuova versione - consente il completo controllo della macchina, con qualche problema di stabilità che consiglia di memorizzare non troppo di rado gli assetti che si desidera impostare, perlomeno se molto complicati. Un difetto che andrebbe senz'altro corretto riguarda l'autoscaling del grafico, perché tende a comprimere in modo eccessivo la scala rendendo non apprezzabili variazioni dell'ordine di vari decibel. Se ad esempio si imposta un passa-basso di alto ordine e bassa frequenza di taglio - tipico caso di taglio da subwoofer - il range di livelli rappresentato supera facilmente i 250 decibel, perché il software cerca di far vedere "tutta" la curva e quello è il valore teorico dell'attenuazione raggiunta all'estremo superiore rappresentato dal grafico (22.400 Hz). Se poi si inserisce un notch - che a differenza dei passa-basso e passa-alto "all-poles" ha zeri al finito - allora il range visualizzato può raggiungere i 700 decibel. Per dare un'idea di quanto grande sia tale dislivello si può con-

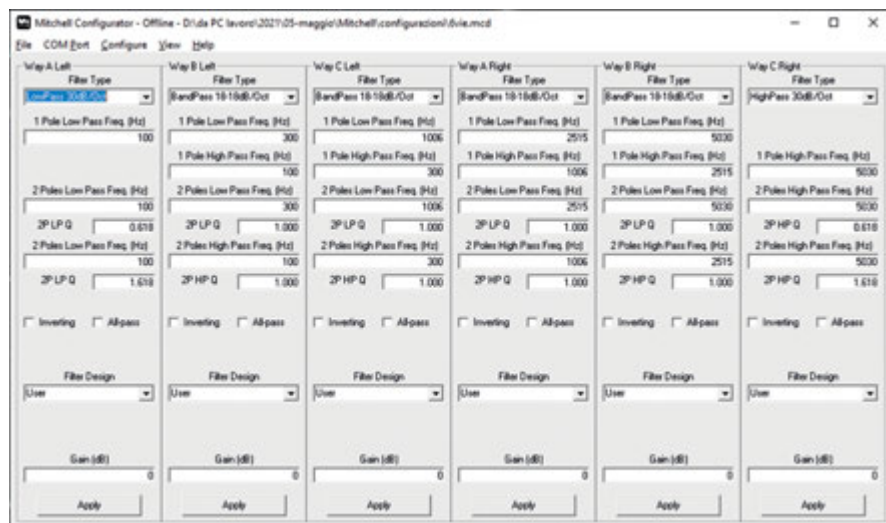


Figura 9. Altro esempio di impostazione, in questo caso molto estremo: sei vie monofonico, con tagli passa-banda a 18+18 dB per ottava.

siderare che il rapporto tra la distanza dalla terra della più lontana galassia oggi nota (13,4 miliardi di anni luce) e il diametro di un atomo di idrogeno (106 picometri) è di 722 decibel, superiore quindi di un solo ordine di grandezza su 36. Sarebbe pertanto utile che in una versione futura venisse resa disponibile una scala congruente con quel che l'orecchio può apprezzare: una cinquantina di dB, o meglio ancora un valore selezionabile dall'utente, e magari che tra i parametri rappresentabili fossero inseriti anche la fase ed il ritardo di gruppo. Il Mitchell può essere impostato anche a riga di comando tramite un sem-

plice terminale, il manuale in PDF riporta tutta la serie dei codici necessari. Un manuale specifico è poi dedicato al software.

### Conclusioni

L'analisi delle caratteristiche del Mitchell ha richiesto tanto spazio da dover rimandare al prossimo numero la prova d'uso e d'ascolto. Rimandiamo quindi anche le conclusioni, ma annotando intanto che si tratta di un prodotto dalle caratteristiche uniche, per versatilità e raffinatezza della implementazione.

Fabrizio Montanucci