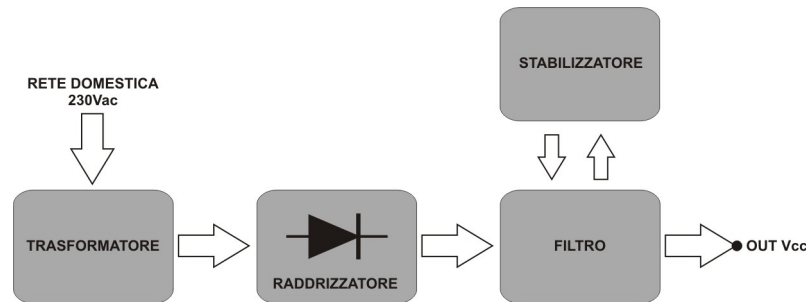


## CHE SUONO HA L'ALIMENTATORE

La funzione dell'alimentatore (o PSU - Power Supply Unit) è quella di fornire alla sua uscita una tensione continua (come quella dalle normali pile) ottenuta da quella alternata prelevata dalla rete elettrica. Questa "trasformazione" è resa possibile da una serie di stadi successivi che possiamo rappresentare sinteticamente attraverso uno schema a blocchi.



Schema a blocchi dell'alimentatore classico

- La *rete elettrica domestica* fornisce la tensione alternata di 230V.
- Il *trasformatore* di alimentazione preleva questa tensione e, attraverso un processo di induzione magnetica, restituisce una tensione sempre alternata ai suoi capi.
- Il *raddrizzatore* è il blocco funzionale che si occupa della vera e propria trasformazione da tensione alternata in tensione continua ed è solitamente composta da diodi al silicio o valvole.

In verità all'uscita del raddrizzatore non otteniamo una tensione perfettamente livellata (continua) ma un'onda pulsante che, nel caso delle nostre specifiche applicazioni, è massimamente indesiderabile per i motivi che spiegheremo più avanti, per cui si ricorre allo stadio successivo: il filtro.

- Il *Filtro* serve a ridurre le ondulazioni della tensione pulsante ottenuta dal raddrizzatore portandola ad avere un andamento lineare.
- In ultimo lo *stabilizzatore* (non sempre presente) ha il compito di tenere la tensione sempre costante rispetto al carico che, nel nostro caso, è rappresentato dall'apparecchio che vogliamo alimentare - un amplificatore, un equalizzatore, ecc. - da tutti quei circuiti elettronici, cioè, che per funzionare hanno bisogno di una alimentazione in corrente continua.

La tensione continua che otteniamo all'uscita dell'alimentatore ha un valore prefissato che varia a seconda delle nostre esigenze e che noi otteniamo dal valore standard della rete elettrica di 230V (o della 115V in alcuni paesi).

Questo processo di trasformazione fin qui descritto è riferito all'approccio "classico" e gli alimentatori che fanno parte di questa categoria sono chiamati lineari.

Oggi è sempre più diffusa un'altra tecnica: lo switching (SMPS, Switching Mode Power Supply) o tecnica a commutazione che si basa sul funzionamento dei transistor in modo da farli lavorare come un interruttore (switch) - facendoli lavorare in interdizione (stato di OFF) o in saturazione (stato di ON) ad una certa frequenza che può andare da pochi KHz a centinaia di KHz; semplificando molto, i transistor passano ad alta velocità da On a Off continuamente.



Schema a blocchi dell'alimentatore switching

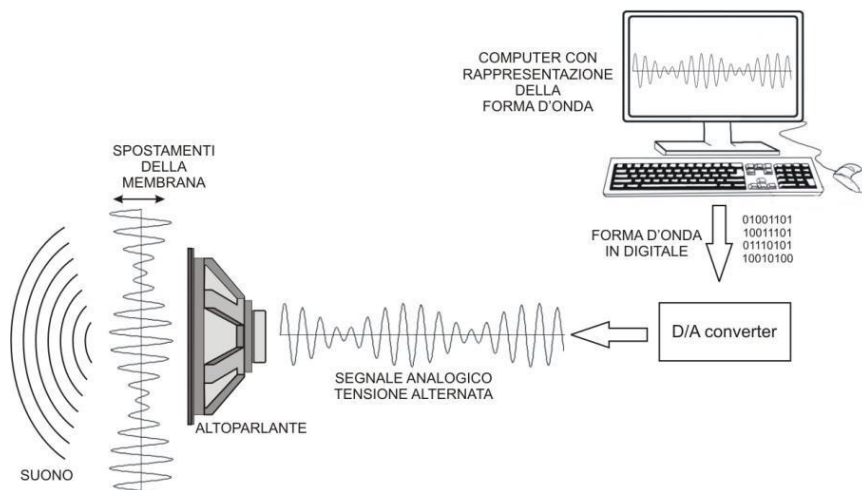
L'indubbio vantaggio in termini pratici è quello della maggiore efficienza che una alimentazione switching possiede nei confronti di quella tradizionale che significa: riscalda meno e solitamente non si fa uso del trasformatore, è molto più leggero e gli ingombri sono molto contenuti. Anche la topologia costruttiva non segue quella lineare classica vista

prima ma si avvale di altri principi e con una più complicata architettura intrinseca la cui esposizione esula comunque dai nostri obiettivi. Ovviamente ogni tipologia, lineare o switching, ha i suoi pro e contro e l'utilizzo dell'una o dell'altra viene presa in considerazione in funzione delle necessità e dei risultati che vogliamo ottenere per quella data applicazione. Apparentemente il discorso fin qui affrontato sembra entrarci poco o nulla con la musica ma questo è solo l'inizio di un viaggio, per certi versi affascinante e che, invece, è correlato profondamente con la nostra materia, anzi abbiamo proprio una cosa che ci accomuna: le forme d'onda. Il viaggio, signori, è appena iniziato e lo affronteremo con gli strumenti di analisi che quotidianamente utilizziamo: occhi ed orecchie... ma anche qualcosa di più "oggettivo" visto che la materia sottende sempre ad un rigore scientifico.

In generale quello che a noi serve per alimentare un circuito è una tensione continua di un certo valore che otteniamo da una tensione alternata prelevata dalla rete elettrica.

Una tensione continua è una tensione che si mantiene costante in un dato intervallo di tempo mentre una tensione alternata varia continuamente il proprio valore nello stesso intervallo di tempo. Anche un suono qualsiasi è un segnale alternato, nel senso che cambia continuamente "livello" in un certo intervallo di tempo e la rappresentazione grafica della forma d'onda la osserviamo quotidianamente nelle tracce dei sequencer, per esempio, mentre non abbiamo mai osservato un segnale costituito da una semplice retta perfettamente orizzontale, questo perchè in natura il suono (permettetemi questa estrema semplificazione) si genera e propaga attraverso un movimento di particelle che urtano fra loro avanti e indietro; quindi un suono è generato da un segnale alternato e il corrispondente segnale elettrico segue punto punto le variazioni di altezza dell'onda.

Per spiegare meglio questo concetto faccio un esempio: ad una forma d'onda rappresentata graficamente sul sequencer corrisponde una tensione alternata all'uscita del convertitore; bene, prendiamo questo segnale e lo applichiamo ad un altoparlante. Il segnale genera degli spostamenti avanti e indietro del cono con la stessa intensità e velocità della forma d'onda generando il suono; la membrana dell'altoparlante sposta le molecole d'aria. Mentre se (ammesso che esista) applicassimo un segnale che è una linea perfettamente orizzontale all'altoparlante questi non riprodurrebbe assolutamente nulla perchè quel segnale non suggerirebbe nessuno spostamento alla membrana.



*Una forma d'onda rappresentata graficamente sul computer*

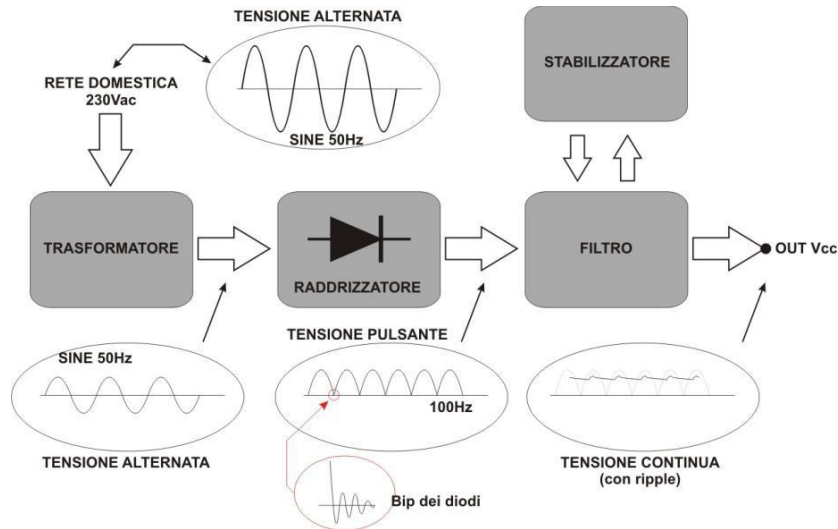
*diventa una tensione alternata all'uscita del convertitore che applicata ad un altoparlante produce un suono.*

Spostiamo adesso la nostra attenzione a quello che succede all'interno dell'alimentatore e in particolare al momento in cui una tensione alternata viene raddrizzata per diventare poi continua. La tensione che noi preleviamo dalle comuni prese domestiche è alternata, in quanto alternata ha una frequenza che è di 50Hz (altri paesi hanno frequenze diverse ma il concetto non cambia). La possiamo rappresentare graficamente, è una sinusoide ed è un

segnale possiamo udire; ha un "suono" - familiare ma spesso indesiderato: quello che definiamo hum o humming noise.

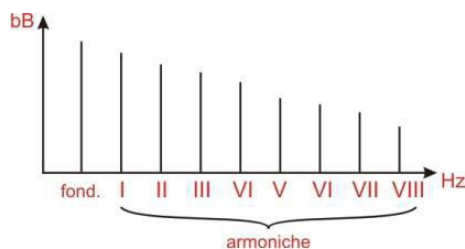
Da una tensione alternata vogliamo ottenere la continua, allora dobbiamo avviare il processo di raddrizzamento. Qui le strade si separano poichè gli alimentatori dividendosi nei due macrogruppi esposti all'inizio trattano questo processo attraverso strade differenti; per semplicità espositiva cominciamo da quelli lineari.

Il processo di rettifica inizia con il passaggio della tensione alternata attraverso il diodo al silicio. Attraverso il raddrizzatore (o ponte) passiamo da un segnale sinusoidale ad un segnale pulsante.



Schema a blocchi di un alimentatore classico con le varie forme d'onda presenti tra i singoli stadi

Se riproducessimo questo tipo di forma d'onda otterremmo una nota fissa a 100Hz (il doppio della frequenza della rete elettrica) ma non il suono di un segnale sinusoidale. Qui abbiamo che il segnale, dopo aver raggiunto il valore massimo dal fronte di salita cambia pendenza per ritornare al suo valore minimo e da qui ripetere il ciclo. Cosa è cambiato? La rappresentazione grafica ci suggerisce tanto ma, per sapere esattamente cosa, ci dobbiamo avvalere di uno strumento di analisi: l'analizzatore di spettro per l'analisi armonica.



Risultato dell'analisi armonica di una frequenza

Qualsiasi segnale periodico (che si ripete identico nel tempo) è la risultante di in una serie di onde sovrapposte chiamate armoniche da cui prende il nome l'analisi che stiamo andando ad esaminare. L'analisi armonica di una sinusoide pura non presenta armoniche, mentre un segnale non perfettamente sinusoidale genera delle armoniche. Concentriamo la nostra attenzione sui punti in cui la curva compie un cambio brusco di direzione per ripetere il ciclo: il punto in cui finisce un semiciclo e ne inizia un'altro. In questo punto il diodo compie una transizione da uno stato all'altro generando quello che viene chiamato rumore di commutazione dei diodi raddrizzatori e produce una oscillazione smorzata nel tempo dando vita a dei segnali chiamati bip.

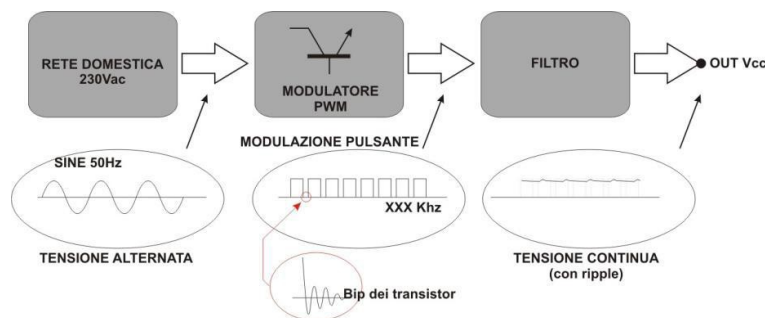
Il contenuto spettrale dei bip è amplissimo e nei loro confronti risultano poco efficaci i filtri posti a valle del blocco raddrizzatore. Questo è un primo elemento di disturbo. I filtri hanno il compito livellare la tensione pulsante fino a portarla ad un livello costante e privo di ondulazioni. Nella realtà all'uscita dell'alimentatore c'è sempre un residuo di ondulazione (anche se pur minimo) e questo, quindi, genera un segnale udibile. L'ondulazione residua all'uscita dell'alimentatore si chiama ripple che è un altro elemento di disturbo. Il ripple può essere considerato uno dei fattori di merito dell'alimentatore per valutare le sue qualità: migliore è l'alimentatore quanto più basso è il ripple.

La qualità di un alimentatore è anche funzione della circuizione adottata per lo stadio di filtraggio, prioritario nell'ambito della progettazione, che rimane fondamentale per la purezza dell'energia che tutto il blocco alimentazione deve fornire.

Un'altra componente di disturbo per l'alimentazione è rappresentata dalle interferenze provenienti dalla rete elettrica, un fattore esterno quindi, la cui influenza deve essere annullata o ridotta nella peggiore delle ipotesi. Delle interferenze non ne teniamo conto in questa sede perchè sono delle variabili che intervengono dall'esterno e non sono correlate alla nostra circuizione.

Gli alimentatori a tecnologia switching utilizzano dei transistor che lavorano come degli interruttori per ottenere il raddrizzamento. Facciamo la stessa analisi vista sopra. Osservando la forma d'onda all'uscita del secondo stadio, vediamo che è un'onda quadra. Dall'analisi in frequenza osserviamo che sono presenti numerose armoniche oltre la fondamentale, come del resto era lecito aspettarsi visti i repentini cambi di pendenza. Questi segnali generano dei disturbi - caso più o meno analogo a quanto visto prima per l'alimentatore classico - che possono essere captati dalla nostra catena di riproduzione audio, oltre alle ondulazioni residue presenti all'uscita dell'alimentatore.

Quindi anche se scegliamo una tecnologia piuttosto che un'altra i problemi sembrano essere gli stessi e comuni alle due tecnologie.



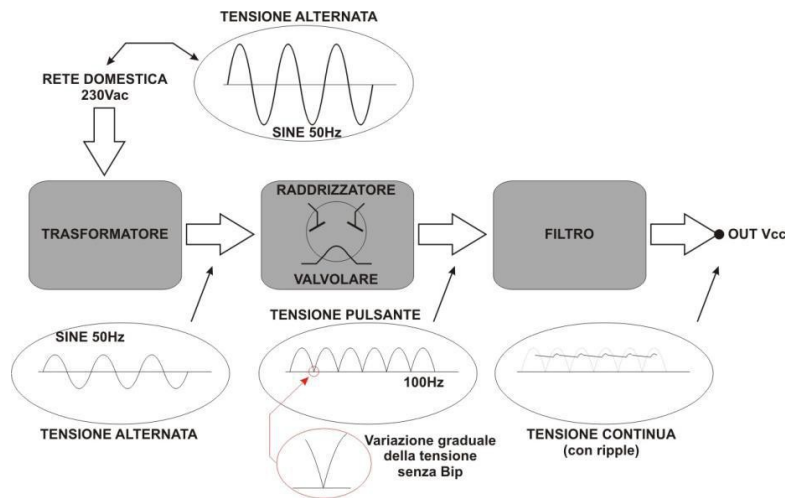
Schema a blocchi di un alimentatore PWM con le varie forme d'onda che troviamo tra i vari blocchi

Ai segnali generati dalla commutazione dei componenti al silicio va a sommarsi il disturbo del ripple all'uscita dell'alimentatore. E' plausibile che questi segnali intermodulino col segnale audio presentandosi all'uscita correlati con esso in maniera più o meno marcata.

Nelle specifiche tecniche delle apparecchiature analogiche che si utilizzano in studio quali ad es. compressori, equalizzatori, preamplificatori, ecc., di solito si legge "classe A". La classe A ha una reiezione pressochè nulla ai disturbi e pertanto se l'alimentazione non è massimamente curata si incorre in nell'inconveniente di 'arricchire' il messaggio audio con una serie di informazioni che sono esterne ed estranee ad esso, ovvero legate all'alimentazione. Mi riferisco a tutti quei segnali provenienti dal bip e dal ripple dell'alimentatore che si uniscono al segnale musicale.

Il parametro qualità è un imperativo trattandosi di riproduzione audio, va da sè che l'alimentazione rappresenta un elemento della massima importanza da tenere in considerazione al pari della circuizione deputata al trattamento del suono. Soprattutto nella classe A dove il segnale in uscita è una modulazione dell'alimentazione.

Fin qui abbiamo parlato di due tecniche che trovano applicazione nella stragrande maggioranza delle apparecchiature da studio, ma per dovere di completezza c'è una terza strada percorribile: le valvole. Usate negli anni in cui il silicio era un elemento ancora lontano dalle applicazioni di elettronica moderna, le valvole hanno assolto - e assolvono tutt'ora - a diversi compiti tra i quali quello di amplificare ma anche di raddrizzare, proprio come fanno i diodi al silicio.



Schema a blocchi di un alimentatore valvolare con le varie forme d'onda presenti all'uscita di ogni stadio

In sostanza la valvola raddrizzatrice si comporta come un diodo per il raddrizzamento ma non genera alcun rumore di commutazione come avviene per i suoi cugini più moderni e quindi non c'è traccia dell'oscillazione smorzata tipica generata dal bip. Facciamo un'analisi di frequenza. Il risultato è che, come prevedibile, il contenuto delle armoniche pari e dispari oltre la frequenza fondamentale di 100Hz risultano minori e di minore intensità, smorzate col salire delle frequenze.

Sicuramente abbiamo ancora un contenuto di segnali dovuti al ripple residuo in uscita ma mancano i bip della commutazione propri dei diodi al silicio e il loro contenuto armonico. Quest'ultimo approccio, dal punto di vista puramente teorico, ha dei vantaggi sul suono rispetto agli altri due visti in precedenza. L'alimentatore a valvole è un alimentatore lineare in cui la valvola raddrizzatrice è usata al posto dei diodi al silicio nello stadio raddrizzatore.

Come "suona" allora la valvola? Da quanto detto sopra sappiamo che la classe A sovrappone il segnale musicale a quello dell'alimentazione che, se realizzata con rettificatori a valvole, presenta un contenuto armonico più ricco e musicale per l'orecchio umano, dovuto anche alla presenza di armoniche di ordine pari ma senza i disturbi legati al bip.

Chiaramente in questa sede non abbiamo tenuto conto di altri fattori che determinano l'impatto dell'alimentatore sulla circuitazione che riproduce il suono ma, a grandi linee, abbiamo inquadrato il motivo per cui esiste una differenza tra un tipo di alimentazione piuttosto che un'altra e il suono che ne deriva se l'apparecchio funziona in classe A.

Ogni tecnologia adottata ha dei limiti tecnici e dei confini entro cui può essere impiegata. Le alimentazioni lineari e switching trovano larga applicazione su un'amplessima scala di apparecchiature elettroniche. La meno utilizzata è l'alimentazione valvolare ma - come abbiamo appena visto - in alcuni impieghi eccelle rispetto ad altre soluzioni.

Per quanto l'argomento alimentazioni sia stato studiato a fondo anche in tempi piuttosto recenti, è possibile affermare che non si può individuare un modello di alimentatore perfetto, superiore agli altri sotto ogni punto di vista. Quale tipo di soluzione adottare e in quale circostanza rimane appannaggio dell'esperienza e abilità di chi progetta (e di chi realizza), focalizzandosi soprattutto su risultato che si vuole ottenere.

L'alimentazione rappresenta una componente in un'apparecchiatura audio ma è l'insieme delle parti che determina il suono dove ciascun singolo elemento contribuisce al risultato finale. Se consideriamo la classe A, la relazione tra alimentazione e suono è strettissima. Se poi ci muoviamo nell'ambito di altre classi di funzionamento, sicuramente l'alimentazione contribuisce percettibilmente alla "voce" della macchina. L'alimentazione è come gli astri: inclina ma non determina.

A seguito di quanto fin'ora esposto, possiamo andare a vedere le apparecchiature che il mercato ci propone con occhio più critico e con maggiore consapevolezza. Discriminiamo sulla classe di funzionamento e focalizziamo la nostra attenzione su: "tutto analogico" e classe A, per i motivi visti prima. Se siamo in presenza di un preamp o un

compressore, eq, channel, ecc. ad esempio a valvole, ma l'alimentazione (in questo caso considero l'anodica) è lineare a stato solido, dal punto di vista tecnico avremo un'apparecchiatura valvolare con la tendenza ad avere un suono più moderno mentre, se anche la sezione alimentatrice è a valvole, il comportamento cambia e suona con una timbrica più marcatamente vintage. Per quanto attiene lo stato solido, il discorso suono si complica perchè intervengono tante altre variabili sia sull'utilizzo dei componenti sia sulla topologia circuitale; ma in buona sostanza, andando ad attingere dalla teoria, dovremo avere due qualità di suono a seconda che venga impiegata l'alimentazione lineare classica, la switching o magari quella a valvole.

Una doverosa precisazione riguarda le apparecchiature che lavorano in classe AB.

I principi teorici a cui sottende il suono dell'alimentazione trovano un riscontro molto meno marcato se applicati ad essa che, per la sua natura intrinsecamente bilanciata, è molto più immune ai disturbi delle alimentazioni (e non solo a quelli) rispetto alla classe A ma presenta altre problematiche che non tratterò in questa sede. Per classi differenti dalla A, in generale, il discorso sul suono dell'alimentazione affrontato fino ad ora non è sempre valido o almeno lo è in parte.

E' chiaro che il fascino della valvola conferisce tutto un altro sapore al suono che generalmente non si esaurisce col contenuto armonico da esse generato. Alla luce delle considerazioni fatte fin qui (e andando a ritroso negli anni ad esaminare le tecnologie impiegate negli outboard da studio che hanno fatto la storia o hanno rappresentato - e tutt'oggi rappresentano - delle pietre miliari), ci accorgeremo del perchè il loro impiego abbia contribuito al successo e cosa li ha portati a tale risultato. Di certo l'alimentazione ha fatto la sua parte su quel sound, come anche i "difetti" legati ai primi deliri al silicio e le intermodulazioni dei disturbi delle alimentazioni. Certo, altri tempi, ma anche altre tecnologie sebbene oggi si cerca di raggiungere o simulare quel sound 'imperfetto' che tanto piace e che sembra prendersi gioco di chi esibisce troppi zeri dopo la virgola alla voce distorsione o arriva a -xxxB sul S/N ratio.

Questa dissertazione sull'alimentazione è stata volutamente semplificata negli argomenti e nei contenuti.

Quello che in questa sede ci interessava era comprendere i meccanismi e le componenti che sottendono alla formazione del messaggio acustico e fornire degli spunti di riflessione su quanto il panorama commerciale ci può presentare in termini di scelta; abbiamo adesso una nuova consapevolezza riguardo i dettagli tecnici di varia natura connessi al tema alimentazione e suono.

Con questo non si esaurisce completamente la materia suono e alimentazione ma apre le porte a chi vuole andare un po' più a fondo osservando oltre le apparenze e i luoghi comuni.

*Manuel Curcuruto*  
(MCAudioLab)