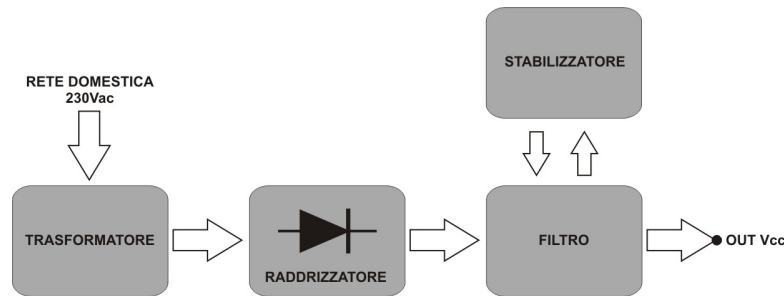


## CHE SUONO HA L'ALIMENTATORE

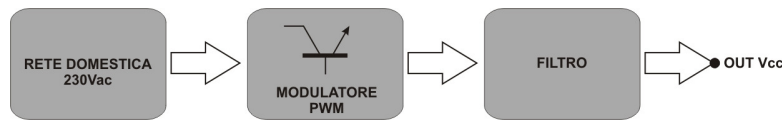
La funzione dell'alimentatore (o PSU - Power Supply Unit) è quella di fornire alla sua uscita una tensione continua (come quella dalle normali pile) ottenuta da quella alternata prelevata dalla rete elettrica.

Questa "trasformazione" è resa possibile da una serie di stadi successivi che possiamo rappresentare 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 raddrizzamento 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 ponte portandola ad avere un andamento lineare.
  - In ultimo abbiamo lo stabilizzatore (non sempre presente) che ha il compito di tenere la tensione sempre costante rispetto al carico che, nel nostro caso, è rappresentato da un circuito amplificatore piuttosto che da un equalizzatore, ecc., cioè da tutti quei circuiti elettronici che per funzionare hanno bisogno di una alimentazione in corrente continua.
- La tensione continua che otteniamo all'uscita dell'alimentatore ha, ovviamente, 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 come l'America).
- 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 si sta sempre più diffondendo una nuova tecnica: lo switching (SMPS, Switching Mode Power Supply) o tecnica a commutazione che si basa sul funzionamento dei transistor pilotati in modo che si comportino 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.



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; traducendo più semplicemente riscalda (dissipa) meno calore a parità di prestazioni e solitamente non si fa uso del trasformatore, è molto più leggero e con ingombri molto contenuti. Anche la topologia costruttiva non segue quella lineare classica vista sopra ma si avvale di altri principi e con una più complicata architettura intrinseca la cui esposizione esula comunque dai nostri obiettivi.

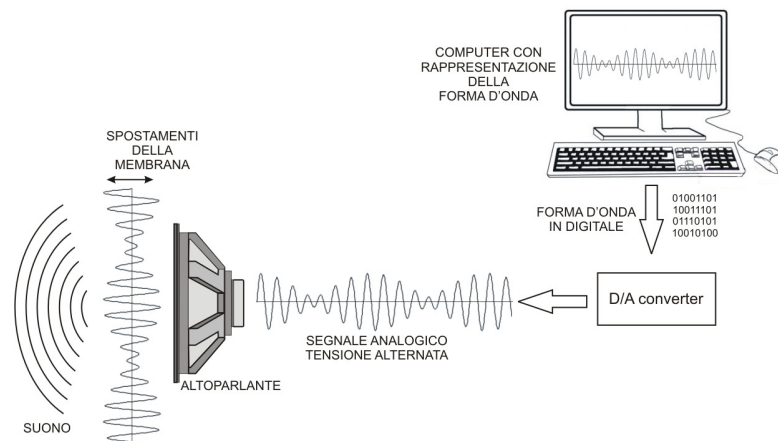
Ovviamente come in tutte le cose ogni tipologia, lineare o switching, ha i suoi pro e contro e l'applicazione dell'una o dell'altra viene presa in considerazione in funzione delle necessità e dei risultati che vogliamo ottenere per quella data applicazione. Apparentemente il discorso fin qui affrontato 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 il proprio valore continuamente 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 a tutti noi vicino:

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 del cono avanti e indietro con la stessa intensità e velocità della forma d'onda generando il suono poichè 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.

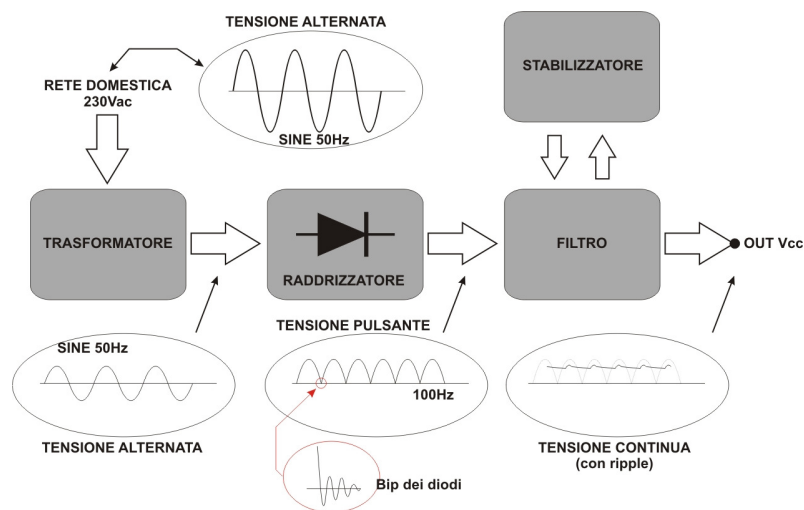


Una forma d'onda rappresentata graficamente sul computer diventa una tensione alternata all'uscita del convertitore che applicata ad un altoparlante produce un suono

Spostiamo adesso momentaneamente 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 a 230V, essendo alternata ha, dunque, una frequenza che è di 50Hz. Questa tensione ha come rappresentazione grafica una sinusoide che, come sappiamo bene è un segnale che alla frequenza di 50Hz possiamo udire; infatti se noi generassimo un segnale sinusoidale a 50 Hz e lo riproducessimo, ascolteremmo un "suono" (familiare ma spesso indesiderato: il cosiddetto hum o humming noise).

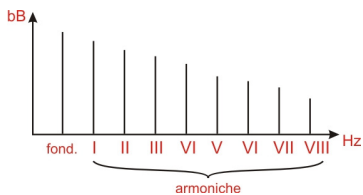
Da una tensione alternata vogliamo ottenere la continua, allora dobbiamo avviare il processo di raddrizzamento. Qui le strade si separano poichè gli alimentatori dividendosi nei due macrogruppi esposti all'inizio trattano questo processo attraverso strade differenti; per semplicità espositiva cominciamo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

Il processo di rettifica inizia con il passaggio della tensione alternata attraverso il diodo al silicio. Questo componente elettronico ha la proprietà di lasciarsi attraversare dalla corrente in un solo senso. Sfruttando questa caratteristica e con una particolare topologia del raddrizzatore (detta a ponte) passiamo da un segnale sinusoidale ad un tipo di segnale pulsante rappresentato in.



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 alla frequenza di 100Hz 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? Di sicuro la rappresentazione grafica già ci suggerisce tanto ma per sapere esattamente cosa ci dobbiamo avvalere di uno strumento di analisi: l'analisi armonica (attraverso l'analizzatore di spettro).



Risultato dell'analisi armonica di una frequenza

Qualsiasi segnale periodico (cioè che si ripete identicamente nel tempo), è scomponibile in una serie di sinusoidi di frequenze multiple. In generale l'analisi armonica di una sinusoide pura non presenta armoniche, mentre un segnale non perfettamente sinusoidale genera, invece, delle armoniche.

Concentriamo la nostra attenzione sui punti in cui la curva compie un cambio di direzione per ripetere il ciclo.

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 spuri chiamati bip.

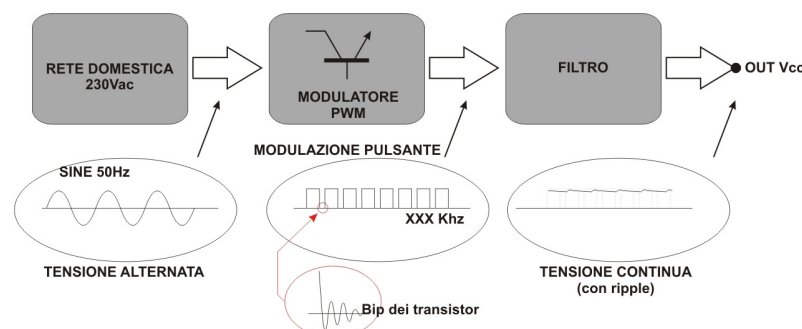
Qui siamo al nocciolo della questione (per buttarla sul letterario e non farci mancare nulla...). Il contenuto spettrale di questi segnali è amplissimo e nei loro confronti risultano poco efficaci i filtri posti a valle del blocco raddrizzatore. Questi hanno il duplice compito di filtrare e livellare fino a portare la tensione pulsante a livello il più costante possibile e senza ondulazioni che, ricordate quanto detto sopra, genererebbe un suono. Nella realtà i componenti elettronici sono ben lungi dall'essere perfetti (come nei rispettivi modelli per le simulazioni) e 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 e

può essere considerato uno dei fattori di merito dell'alimentatore per valutare le sue qualità: più basso è il ripple (tendente al nullo) migliore è l'alimentatore.

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

Un'altra componente di disturbo per l'alimentazione è rappresentata dai segnali spuri provenienti dalla rete elettrica, quindi un fattore esterno la cui influenza deve essere annullata o ridotta, nella peggiore delle ipotesi, e che è completamente a carico del filtro. Ma di questi ultimi non ne teniamo conto in questa sede perchè sono delle variabili che intervengono dall'esterno e non sono correlate alla nostra circuitazione.

Gli alimentatori a tecnologia switching utilizzano dei transistor fatti lavorare come degli interruttori per ottenere il raddrizzamento. Osservando la forma d'onda questa si presenta come onda quadra. Facendo l'analisi in frequenza osserviamo che sono presenti numerose armoniche oltre la fondamentale, come del resto era lecito aspettarsi visti i repentini cambi di pendenza. Anche se a frequenze che sono al la di quelle udibili, questi segnali generano dei disturbi (anche a frequenze più basse) 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

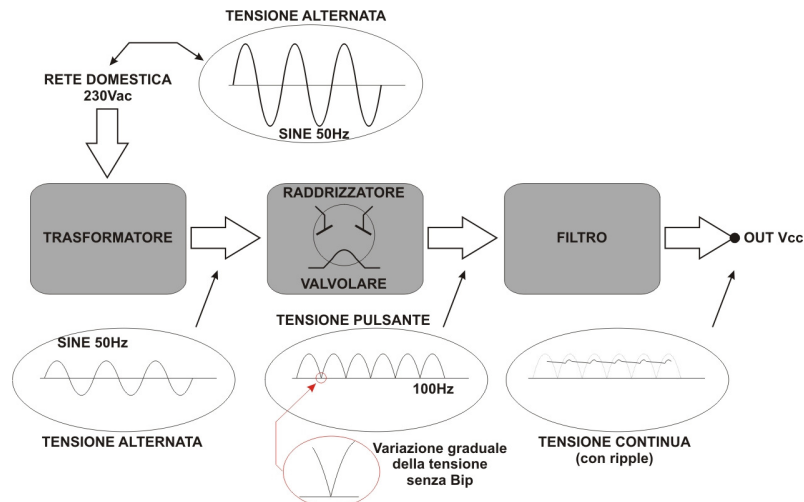
I segnali spuri generati dalla commutazione dei componenti al silicio a cui vanno a sommarsi il disturbo del ripple all'uscita dell'alimentatore, pure esso a larga banda.

E' plausibile che questi segnali aggiunti intermodulino col segnale audio presentandosi all'uscita correlati con esso in maniera più o meno forte. Solitamente nelle caratteristiche tecniche delle apparecchiature analogiche che si utilizzano in studio quali ad es. compressori, equalizzatori, preamplificatori, ecc. si legge "classe A". Questa classe di funzionamento ha una reiezione ai disturbi (leggi: non li attenua per niente) nulla e pertanto se l'alimentazione non è massimamente curata si incorre in questo tipo di inconveniente: arricchiamo, si fa per dire, il messaggio audio con una serie di informazioni che sono esterne ad esso.

Siccome in questo settore il parametro qualità è un imperativo, va da se che l'alimentazione rappresenta un elemento della massima importanza da tenere in considerazione al pari della circuitazione deputata al trattamento del suono. Soprattutto nella classe A dove il segnale che otteniamo all'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 che affonda le sue radici negli anni in cui il silicio era un elemento ancora lontano dalle applicazioni di elettronica moderna: sto parlando delle valvole (o tubi a vuoto). Le valvole hanno assolto e assolvono tutt'ora a diversi compiti tra i quali quello di amplificare e di raddrizzare, proprio come 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 si comporta come un diodo per il raddrizzamento ma (c'è un ma): la valvola raddrizzatrice (o diodo raddrizzatore a vuoto) 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, allora, 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, di minore intensità e smorzate col salire delle frequenze.

Come "suona" allora la valvola? Sicuramente abbiamo un contenuto di segnali spuri dovuti al ripple residuo in uscita che si vanno ad aggiungere al nostro segnale originario ma mancano i bip della commutazione propri dei diodi al silicio col loro contenuto armonico. Quindi dal punto di vista puramente teorico quest'ultimo approccio sicuramente ha dei vantaggi sugli altri due visti fin'ora ma (c'è un altro ma): Fin ora noi abbiamo ragionato con la teoria mentre la pratica, come sappiamo bene, riserva alcune volte parecchie sorprese. Inoltre ogni tecnologia che si adotta ha dei limiti tecnici e dei confini entro cui può essere impiegata. Le alimentazioni lineari sono per lo più impiegate in apparecchi che necessitano di fornire alimentazione alla tecnologia a stato solido (transistor, integrati) mentre la switching trova larga applicazione per tecnologia digitale ma è anche vero e non raro trovare queste corrispondenze scambiate tra loro. La meno utilizzata è la alimentazione valvolare, per un limite tecnico in alcuni impieghi, mentre eccelle in altri; non vedremo mai, comunque, un convertitore AD/DA con alimentazione a valvole...

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

Tutto quello che fin qui è stato dato come elemento di merito o di demerito di una tecnologia o dell'altra sicuramente ha la sua importanza ma non costituisce un parametro determinante. Mai, comunque, fare l'errore di ammettere che una suona meglio di un'altra perchè è l'insieme delle parti che fa il suono mentre ciascun elemento soltanto contribuisce al risultato finale. Come per certe applicazioni si preferisce usare le valvole piuttosto che lo stato solido, ma nè l'una nè l'altro si possono considerare universali, lo stesso discorso vale anche per le alimentazioni. E se poi ci muoviamo nell'ambito di certe classi di funzionamento, sicuramente l'alimentazione contribuisce percettibilmente alla "voce" della macchina.

Siccome l'alimentazione è come gli astri: inclina ma non determina, possiamo andare a rivedere le apparecchiature che il mercato ci propone con occhio più critico e con maggiore consapevolezza.

Discriminiamo intanto sulla classe di funzionamento e focalizziamo la nostra attenzione sul "tutto analogico" e sulla 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 ma il suono avrà la tendenza a comportarsi come un ibrido mentre se anche la sezione alimentatrice è a valvole, allora il comportamento dovrebbe cambiare e suonare più da valvola. Mentre per quanto riguarda uno stato solido il discorso suono si complica perchè intervengono troppe 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 o quella switching. I principi teorici a cui sottende il suono dell'alimentazione trovano un riscontro molto meno marcato se applicati ad apparecchiature che lavorano in classe AB (ce ne sono tante) che, per la sua natura intrinsecamente bilanciata, è molto più immune ai disturbi delle alimentazioni (e non solo a quelli) rispetto alla classe A, per cui discorso affrontato fino ad ora non è sempre valido o almeno lo è in parte.

Se andando a ritroso negli anni e alla luce delle considerazioni ora acquisite ed esaminando le tecnologie impiegate negli outboard che hanno fatto la storia o hanno rappresentato (e rappresentano) delle pietre miliari, ci accorgieremo come il loro impiego abbia contribuito al successo. Se i Beatles avevano quel sound sicuramente l'alimentazione ha fatto la sua parte, come anche i "difetti" legati ai primi deliri al silicio e le intermodulazioni dei disturbi delle alimentazioni. Certo, altri tempi, ma anche altre tecnologie che la fanno in barba a chi esibisce troppi zeri dopo la virgola alla voce distorsione o arriva a -xxxdB sul S/N ratio.

Questa lunga dissertazione sull'alimentazione è stata volutamente semplificata negli argomenti e nei contenuti, poichè quello che ci interessa in questa sede è comprendere i meccanismi e le componenti che sottendono alla formazione del messaggio acustico, ma serve anche per degli spunti di riflessione su quanto il panorama commerciale ci può presentare in termini di scelta e per suggerire degli approfondimenti tecnici di varia natura. 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 comuni apparenze.

*Manuel Curcuruto*